

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Mai 2023 (25.05.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/089068 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/2432 (2016.01) H01M 8/2475 (2016.01)
H01M 8/247 (2016.01) H01M 8/248 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/082348

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. November 2022 (17.11.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 213 005.4
18. November 2021 (18.11.2021) DE

(71) Anmelder: **EKPO FUEL CELL TECHNOLOGIES GMBH** [DE/DE]; Max-Eyth-Strasse 2, 72581 Dettingen (DE).

(72) Erfinder: **HENDEL, Eric**; Heinrichstrasse 2, 08468 Reichenbach im Vogtland (DE). **MÖNCH, Fabian**; Forststrasse 213, 70193 Stuttgart (DE). **SCHULLER, Gerhard**; Am Gassenbrunnen 43, 72768 Reutlingen (DE). **VOLZ, Paul**; Gomaringer Strasse 26, 72770 Reutlingen (DE). **KAZMAIER, Michael**; Ganghoferstrasse 89/1, 72764 Reutlingen (DE).

gen (DE). **FINK, Oliver**; Linsenrain 3, 72555 Metzingen (DE).

(74) **Anwalt: DTS PATENT- UND RECHTSANWÄLTE SCHNEKENBÜHL UND PARTNER MBB**; Brienner Straße 1, 80333 München (DE).

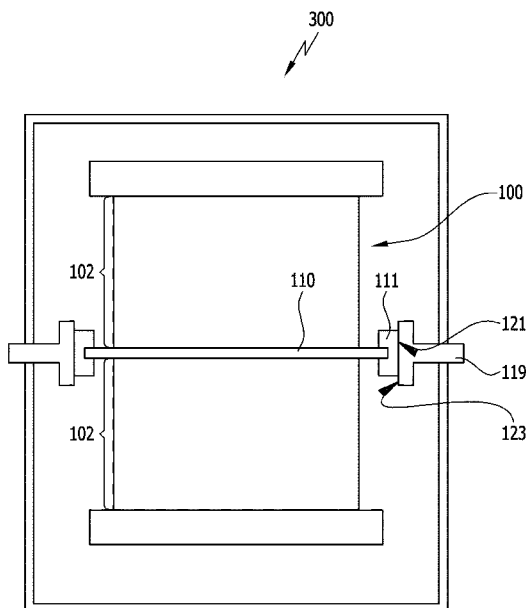
(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,

(54) **Title:** FUEL CELL DEVICE

(54) **Bezeichnung:** BRENNSTOFFZELLENVORRICHTUNG

FIG.5



(57) **Abstract:** The invention relates to a fuel cell device (300), the fuel cell device (300) comprising the following: a tension anchor element (138); tension bracing elements, e.g. tension anchor plates (142), connected via the tension anchor element (138), and a tension anchor stabilizer (270) which is in contact with the tension anchor element (138) between the tension bracing elements.

(57) **Zusammenfassung:** Brennstoffzellenvorrichtung (300), wobei die Brennstoffzellenvorrichtung (300) Folgendes umfasst: ein Zugankerelement (138); über das Zugankerelement (138) verbundene Zugverspannelemente, z.B. Zugankerplatten (142), und ein Zugankerstabilisator (270), der zwischen den Zugverspannelementen mit dem Zugankerelement (138) in Kontakt steht.

WO 2023/089068 A1

LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*
- *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

Brennstoffzellenvorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der Brennstoffzellentechnik, insbesondere das Gebiet der Brennstoffzellentechnik für Fortbewegungsmittel und die Stabilisierung von Brennstoffzellenstapeln.

Brennstoffzellen bieten eine Möglichkeit zur Dekarbonisierung und werden immer häufiger verbaut, auch in Fortbewegungsmitteln, wie z.B. Kraftfahrzeugen. Im Hinblick auf die Betriebssicherheit, Standfestigkeit, die Komplexität des Aufbaus und Herstellungskosten besteht weiterer Verbesserungsbedarf.

Vor diesem Hintergrund besteht die Aufgabe in der Bereitstellung einer Brennstoffzelle und von Komponenten für Brennstoffzellen, die einen sicheren Brennstoffzellbetrieb dauerhaft ermöglichen und einen einfachen Aufbau und eine kostengünstige Herstellung ermöglichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Brennstoffzellenvorrichtung, insbesondere für ein Fortbewegungsmittel, gelöst, wobei die Brennstoffzellenvorrichtung Folgendes umfasst: einen Brennstoffzellenstapel und einen Stapellängsachsstabilisator, wobei mindestens ein Bereich des Stapellängsachsstabilisators zwischen einer parallel zur Stapellängsachse verlaufenden Stapeloberfläche des Brennstoffzellenstapels und einem Widerlager angeordnet ist.

Das Fortbewegungsmittel kann z.B. ein Kraftfahrzeug sein, insbesondere ein Kraftfahrzeug, das mindestens teilweise mit Hilfe der Brennstoffzellenvorrichtung angetrieben wird. Das Kraftfahrzeug kann für Fahrten auf befestigten und/oder unbefestigten Straßen geeignet sein. Es kann sich z.B. um einen Personenkraftwagen (PKW) oder Lastkraftwagen (LKW) handeln.

- 2 -

Parallel bedeutet hierin, dass die parallelen Elemente (z.B. die Stapellängsachse und die Stapeloberfläche) zueinander in einem Winkel von höchstens 20° , z.B. höchstens 10° verlaufen.

Das Widerlager ist bevorzugt an einem weiteren Bauteil der Brennstoffzellenvorrichtung angeordnet, z.B. an einem Bauteil der Brennstoffzellenvorrichtung, das zu der Stapeloberfläche des Brennstoffzellenstapels beabstandet ist. Insbesondere das hier im Zusammenhang mit dem Stapellängsachsstabilisator beschriebene Widerlager kann ein weiteres Bauteil der Brennstoffzellenvorrichtung sein, z.B. ein Bauteil der Brennstoffzellenvorrichtung, das zu der Stapeloberfläche des Brennstoffzellenstapels beabstandet ist.

Das Widerlager kann z.B. an einer Stapeleinhausung angeordnet sein. Insbesondere das hier im Zusammenhang mit dem Stapellängsachsstabilisator beschriebene Widerlager kann die Stapeleinhausung selbst oder ein Teil der Stapeleinhausung sein. Der Stapeleinhausung werden hierin sämtliche Teile der Brennstoffzellenvorrichtung zugerechnet, die sich in einen zu der Stapeloberfläche beabstandeten Bereich erstrecken, insbesondere Teile, die den Brennstoffzellenstapel mindestens teilweise umschließen. Der von der Stapeloberfläche beabstandete Bereich liegt außerhalb des Brennstoffzellenstapels und erstreckt sich in eine Ebene, die den Brennstoffzellenstapel schneidet und orthogonal zur Längsachse des Brennstoffzellenstapels verläuft.

Bei der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenvorrichtung sind entlang der Stapellängsachse aufeinanderfolgende Reaktionszonen typischerweise jeweils durch Dichtungen abgedichtet. Die Dichtungen dienen unter anderem dazu, dass ein zugeführter Brennstoff, z.B. Wasserstoff (H_2), nicht unkontrolliert aus dem Brennstoffzellenstapel entweicht.

Durch die Dichtungen ist die Steifigkeit des Brennstoffzellenstapels entlang der Stapellängsachse begrenzt und es kann zu Biegungen bzw. Bauchungen entlang der Stapellängsachse kommen, wie weiter unten insbesondere anhand

- 3 -

von Fig. 1 und 2 erläutert. Die Stapellängsachse erstreckt sich orthogonal zur den Bipolarplattenebenen durch den Brennstoffzellenstapel.

Durch die Erfindung wird die Stapellängsachse auf besonders einfache Weise stabilisiert. Beeinträchtigungen des Brennstoffzellbetriebs, die etwa wegen Undichtigkeiten des Brennstoffzellenstapels in Folge einer Bauchung auftreten könnten, lassen sich weitgehend vermeiden. Dies ermöglicht einen sicheren Brennstoffzellbetrieb dauerhaft, auch bei einwirkenden Stößen und Erschütterungen. Zugleich werden ein einfacher Aufbau und eine kostengünstige Herstellung sichergestellt.

Typischerweise vermag der Stapellängsachsstabilisator mindestens einen Teil einer orthogonal zur Stapellängsachse auf den Brennstoffzellenstapel einwirkenden Kraft auf das Widerlager zu übertragen. Dies kann für eine gewünschte Stabilisierung entlang der Stapellängsachse ausreichen.

Die Brennstoffzellenvorrichtung kann mehrere Stapellängsachsstabilisatoren umfassen. Die Brennstoffzellenvorrichtung kann beliebig viele Stapellängsachsstabilisatoren umfassen, z.B. mindestens einen, insbesondere mindestens zwei, bevorzugt mindestens drei, besonders bevorzugt mindestens vier Stapellängsachsstabilisatoren.

Bevorzugt ist je mindestens ein Bereich jedes Stapellängsachsstabilisators zwischen einer der parallel zur Stapellängsachse verlaufenden Stapeloberflächen des Brennstoffzellenstapels und einem oder mehreren Widerlagern angeordnet.

Bevorzugt vermögen ein oder mehrere Stapellängsachsstabilisatoren je mindestens einen Teil mehrerer, in unterschiedliche Richtungen orthogonal zur Stapellängsachse auf den Brennstoffzellenstapel einwirkender Kräfte, auf ein oder mehrere Widerlager zu übertragen.

- 4 -

Bevorzugt ist mindestens ein Teil mindestens eines Stapellängsachsstabilisators in einem Kontaktbereich einer Stapeloberfläche angeordnet, in dem keine Fluidleitstrukturen (z.B. Leitungen, Schläuche und/oder Verteiler) verlaufen. Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn mindestens ein Teil des Stapellängsachsstabilisators elastisch ist. Mindestens ein Teil des Stapellängsachsstabilisators kann ein Elastomer enthalten. Dies hat den Vorteil, dass Erschütterungen des Widerlagers nicht auf die Stapeloberfläche durchschlagen. Die Kanten bestimmter Bipolarplatten oder auch Verteiler sowie Rahmenelemente an der Stapeloberfläche können so vor Schäden geschützt und die Betriebsdauer der Brennstoffzellenvorrichtung gesteigert werden.

Bevorzugt sind Form und Material des Stapellängsachsstabilisators so an den Aufbau des Brennstoffzellenstapels und die Stapeloberfläche angepasst, dass eine Beschleunigung a von 5 g, bevorzugt 8 g, besonders bevorzugt 10 g orthogonal zur Stapellängsachse, nicht zu einer Beschädigung des Brennstoffzellenstapels führt. In Kenntnis der Erfindung ist es für den Fachmann erkennbar, dass vielfältige Möglichkeiten zu einer entsprechenden Anpassung des Stapellängsachsstabilisators an den Aufbau des Brennstoffzellenstapels und die Stapeloberfläche bestehen. Diese umfassen z.B. die Wahl eines elastischen Stapellängsachsstabilisators, die Wahl einer großen Fläche, an der der Stapellängsachsstabilisator an der Stapeloberfläche anliegt, die Anpassung der Kontur des Stapellängsachsstabilisators an eine Kontur der Stapeloberfläche etc.

Der Stapellängsachsstabilisator umfasst bevorzugt eine Gleitkontaktfläche. Das Widerlager umfasst bevorzugt eine Widerlagerkontaktfläche. Die Gleitkontaktfläche kann an der Widerlagerkontaktfläche angeordnet sein. Die Widerlagerkontaktfläche kann zusammen mit der Gleitkontaktfläche einen parallel zur Stapellängsachse verlaufenden Gleitkontaktbereich definieren. Wie aus dem Zusammenhang deutlich wird, steht der Wortbestandteil „kontakt“ bei den Begriffen „Gleitkontaktfläche“, „Widerlagerkontaktfläche“ und „Gleitkontaktbereich“ für physischen Kontakt, nicht für elektrischen Kontakt.

- 5 -

Dies bewirkt, dass ein über den Stapellängsachsstabilisator stabilisierter Brennstoffzellenstapel in Achsrichtung beweglich bleibt. Eine entlang des Stapels wirkende Kraft, die z.B. bei einer Erschütterung des Fahrzeugs auftreten kann, kann so durch eine im Wesentlichen reversible Gleitbewegung im Gleitkontaktbereich gedämpft werden. Ränder der Bipolarplatten können sich in Achsrichtung gleitend hin- und herbewegen, ohne dass sie beschädigt würden. Dies kann gerade bei einem recht filigranen Stapel zu einer Steigerung der Langlebigkeit des Brennstoffzellenstapels beitragen, so dass Wartungsintervalle verkürzt und ein besonders effizienter Fahrzeugbetrieb dauerhaft erreicht werden kann.

Eine der beiden als Widerlagerkontaktfläche und Gleitkontaktfläche bezeichneten Oberflächen kann eine Kunststoffoberfläche sein, die andere der beiden Oberfläche eine Keramikoberfläche. Dies begünstigt ein Gleiten der Gleitkontaktfläche an der Widerlagerkontaktfläche.

Um ein Gleiten der Gleitkontaktfläche an der Widerlagerkontaktfläche zu begünstigen, kann im Gleitkontaktbereich ein Mittel aufgebracht sein, das ein Gleiten der Gleitkontaktfläche an der Widerlagerkontaktfläche begünstigt.

Mit dem Gleitkontaktbereich wird also zusätzlich zur im Wesentlichen orthogonal zur Stapellängsachse wirkenden, stapellängsachsstabilisierenden Wirkung eine im Wesentlichen entlang der Stapellängsachse wirkende Dämpfungswirkung erreicht.

Der Stapellängsachsstabilisator kann z.B. eine in den Brennstoffzellenstapel eingefügte Zwischenplatte umfassen. Bevorzugt ragt ein Teil der Zwischenplatte aus der Stapeloberfläche heraus. Dieser herausragende Teil kann mindestens einen Teil des Bereichs des Stapellängsachsstabilisators bilden, der zwischen der Stapeloberfläche und dem Widerlager angeordnet ist.

- 6 -

Der aus der Stapeloberfläche herausragende Teil der Zwischenplatte kann über ein Verbindungselement z.B. an einem (als Widerlager fungierenden) Zugankerelement der Brennstoffzellenvorrichtung angebunden werden. Konkrete Möglichkeiten zur Anbindung werden weiter unten im Zusammenhang mit Zugankerstabilisatoren beschrieben. Dies kann einen synergistischen Effekt auf die Stabilität des Brennstoffzellenstapels der Brennstoffzellenvorrichtung haben. Denn die Anbindung der Zwischenplatte an ein Zugankerelement führt nicht nur zu einer Stabilisierung der Stapellängsachse an sich, sondern auch zu einer ebenfalls unten näher beschriebenen Stabilisierung des Zugankerelements gegen Bruch.

Besonders bevorzugt kann es sein, wenn mehrere Teile der Zwischenplatte aus einer oder aus mehreren Stapeloberflächen herausragen. Es können z.B. je mindestens ein Teil der Zwischenplatte aus einander gegenüberliegenden Stapeloberflächen herausragen.

Mehrere aus der Stapeloberfläche herausragende Teile der Zwischenplatte können je an einem anderen Zugankerelement der Brennstoffzellenvorrichtung angebunden sein.

Der aus der Stapeloberfläche herausragender Teil der Zwischenplatte kann über ein Verbindungselement z.B. an einer (als Widerlager fungierenden) Stapel einhausung angebunden werden. Die Anbindung kann z.B. elektrisch isolierend sein.

Die Anbindung kann eine gleitende Lagerung umfassen. So kann z.B. ein Verbindungselement an dem Widerlager (z.B. Gehäuse oder Systemrahmen) gleitend gelagert sein.

Das Widerlager kann ein justierbares Widerlagerelement umfassen. Dies kann bewirken, dass Fertigungstoleranzen ausgeglichen werden können, eine Wärmeausdehnung der Zwischenplatte aufgenommen und/oder ausgeglichen werden kann und/oder eine Montage des Brennstoffzellenstapels durch eine

- 7 -

Überführung des justierbaren Widerlagerelements von einer ersten Position in eine zweite Position erleichtert werden kann.

Die beschriebene Widerlagerkontaktfläche kann z.B. eine Oberfläche des Widerlagerelements sein. Die beschriebene Gleitkontaktfläche kann z.B. eine Oberfläche eines an der Zwischenplatte angeordneten Verbindungselements sein. Durch Justieren des Widerlagerelements kann sichergestellt werden, dass es zu einem gewünschten Gleiten der Gleitkontaktfläche an der Widerlagerkontaktfläche des justierbares Widerlagerelement im Gleitkontaktbereich kommen kann.

Die Anbindung des aus der Stapeloberfläche herausragenden Teils der Zwischenplatte am Widerlager kann über ein elastisches Element (Feder, Elastomer, etc.) verwirklicht sein. Dies ist insbesondere im Hinblick auf den Ausgleich von Fertigungstoleranzen und von einer Wärmeausdehnung der Zwischenplatte vorteilhaft.

Eine Möglichkeit besteht in einer Abstützung des aus der Stapeloberfläche herausragenden Teils der Zwischenplatte über das Verbindungselement am Gehäuse oder am Systemrahmen.

Auf einer Seite der Zwischenplatte kann ein von einem anodenseitigen Element definierter Anodenbereich angeordnet, z.B. aufgeschweißt, sein.

Auf einer Seite (der anderen Seite) der Zwischenplatte kann ein von einem kathodenseitigen Element definierte Kathodenbereich angeordnet, z.B. aufgeschweißt, sein. Mit Hilfe der anodenseitigen und kathodenseitigen Elemente kann erreicht werden, dass die Oberflächen der Zwischenplatte in Bereichen, in denen die Dichtung anliegt, die Form entsprechender Oberflächenbereiche der Bipolarplatten aufweist. So wird dieselbe Dichtgeometrie wie bei den angrenzenden Bipolarplatten erreicht. Im Übergang Zwischenplatte zu Bipolarplatte kann dann also dieselbe Dichtung verbaut werden, wie im Übergang Bipolarplatte zu Bipolarplatte. Das heißt,

- 8 -

dass die Brennstoffzellenvorrichtung mit besonders geringem Aufwand zusammengebaut werden kann.

In den Brennstoffzellenstapel können mehrere voneinander bebestandete Zwischenplatten eingefügt sein. Bevorzugt ragt dann ein Teil mehrerer Zwischenplatten, z.B. jeder Zwischenplatte, aus der Stapeloberfläche heraus. Je nach Länge des Brennstoffzellenstapels kann z.B. eine Stapellängsachsstabilisation und/oder eine Stabilisierung eines oder mehrerer Zugankerelemente über mehrere Zwischenplatten sinnvoll sein, die in regelmäßigen Abständen in den Brennstoffzellenstapel eingefügt sind.

Vorzugsweise kann der Stapellängsachsstabilisator ein Stützelement umfassen, das die Stapeloberfläche gegen das Widerlager abstützt.

Das Stützelement kann ein Gleitstützelement sein.

Das Widerlager kann einen Träger umfassen, an dem das Gleitstützelement verschiebbar geführt ist.

Die beschriebene Widerlagerkontaktfläche kann z.B. eine Oberfläche des Trägers sein. Die vom Stapellängsachsstabilisator umfasste Gleitkontaktfläche kann z.B. eine der Widerlagerkontaktfläche zugewandte Oberfläche des Gleitstützelements sein.

Ein oder mehrere optionale Führungselemente, z.B. Führungsstäbe, können sich parallel zum Träger erstrecken. Die ein oder mehreren Führungselemente können sich z.B. durch ein oder mehrere Öffnungen von ein oder mehreren Gleitstützelementen hindurch erstrecken.

Das Gleitstützelement kann an dem Träger verschiebbar mit Rückstellfederung geführt sein. Bei einer Gleitbewegung des Gleitstützelements am Träger kann die Rückstellfederung dann eine Rückkehr des Gleitstützelements in die Ausgangsposition begünstigen.

- 9 -

Bevorzugt sind an dem Träger viele, z.B. mindestens sechs Gleitstützelemente verschiebbar, z.B. mit Rückstellfederung, geführt.

An dem Träger kann zusätzlich ein Loslagerelement geführt sein.

Der Brennstoffzellenstapel kann an der Stapeloberfläche mindestens einen Kontaktbereich aufweisen, an dem mindestens ein Gleitstützelement anliegen und den Brennstoffzellenstapel abstützen kann.

Die Form des Kontaktbereich kann durch ein oder mehrere Bestandteile des Brennstoffzellenstapels definiert sein.

Ein oder mehrere Bipolarplatten können die Form des mindestens einen Kontaktbereichs definieren. Ein oder mehrere Dichtungen können die Form des mindestens einen Kontaktbereichs definieren. Ein oder mehrere Bipolarplatten und Dichtungen können die Form des mindestens einen Kontaktbereichs gemeinsam definieren. In dem Kontaktbereich verlaufen bevorzugt keine Fluidleitstrukturen (z.B. Leitungen, Schläuche und/oder Verteiler).

Der mindestens eine Kontaktbereich kann an die Form des mindestens einen Gleitstützelements angepasst sein.

Mit Hilfe der so geführten Gleitstützelemente kann eine Stabilisierung der Stapellängsachse erreicht werden, indem die Stapeloberfläche über die Gleitstützelemente gegen einen als Widerlager fungierenden Träger abgestützt wird. Zugleich kann die Rückstellfederung Bewegungen der an den Gleitstützelementen anliegenden Zellränder in Richtung der Stapellängsachse dämpfen. Dies kann zu einer weiteren Stabilisierung des Brennstoffzellenstapels beitragen.

Über das Gleitstützelement und dessen Gleitkontaktbereich wird also zusätzlich zur im Wesentlichen orthogonal zur Stapellängsachse wirkenden,

- 10 -

stapellängsachsstabilisierenden Wirkung eine im Wesentlichen entlang der Stapellängsachse wirkende Dämpfungswirkung erreicht.

Das Widerlager kann durch ein entlang einer Stapeloberfläche des Brennstoffzellenstapels verlaufendes Schienenelement gebildet sein. So kann z.B. der in Verbindung mit dem Gleitstützelement beschriebene Träger als Schienenelement ausgeführt sein.

Das Schienenelement kann ein Zugankerschienenelement sein. Ein Zugankerschienenelement ist eine Schienenelement, das zugleich als Zugankerelement fungiert.

Zwischen Brennstoffzellenstapel und Schienenelement kann ein Pufferelement angeordnet sein. Das Pufferelement kann z.B. ein Elastomer oder einen Polymerschaum enthalten. Es kann ein elastisches, polymerschaumbasiertes Pufferelement sein.

Ein Stapellängsachsstabilisator kann in einem konkaven Bereich der Stapeloberfläche des Brennstoffzellenstapels verlaufen.

Das Pufferelement kann eine Stapeloberfläche gegen das Schienenelement abstützen und dadurch eine Stapellängsachsstabilisierung bewirken. Bewegungen des Brennstoffzellenstapels hin in Richtung zum Schienenelement werden durch das Pufferelement gedämpft.

Die oben näher beschriebene Widerlagerkontaktfläche kann z.B. eine Oberfläche des Schienenelements sein. Die vom Stapellängsachsstabilisator umfasste Gleitkontaktfläche kann z.B. eine der Widerlagerkontaktfläche zugewandte Oberfläche des Pufferelements sein.

Auch über das Pufferelement und dessen Gleitkontaktbereich kann also zusätzlich zur im Wesentlichen orthogonal zur Stapellängsachse wirkenden,

- 11 -

stapellängsachsstabilisierenden Wirkung eine im Wesentlichen entlang der Stapellängsachse wirkende Dämpfungswirkung erreicht werden.

Der Brennstoffzellenstapel kann an der Stapeloberfläche mindestens einen Kontaktbereich aufweisen, an dem mindestens ein Pufferelement anliegen und den Brennstoffzellenstapel abstützen kann.

Die Form des Kontaktbereich kann durch ein oder mehrere Bestandteile des Brennstoffzellenstapels definiert sein.

Ein oder mehrere Bipolarplatten können die Form des mindestens einen Kontaktbereichs definieren. Ein oder mehrere Dichtungen können die Form des mindestens einen Kontaktbereichs definieren. Ein oder mehrere Bipolarplatten und Dichtungen können die Form des mindestens einen Kontaktbereichs gemeinsam definieren. In dem Kontaktbereich verlaufen bevorzugt keine Fluidleitstrukturen (z.B. Leitungen, Schläuche und/oder Verteiler).

Der mindestens eine Kontaktbereich kann an die Form des mindestens einen Pufferelements angepasst sein.

Bei bestimmten Ausführungsformen kann mindestens ein Teil des Pufferelements in einem parallel zur Längsachse des Brennstoffzellenstapels verlaufenden, konkaven Bereich der Stapeloberfläche des Brennstoffzellenstapels liegen.

Bevorzugt ist das Schienenelement parallel zur Längsachse des Brennstoffzellenstapels ausgerichtet.

In einem Querschnitt des Schienenelements kann eine Ausdehnung des Schienenelements, die z.B. als Höhe des Schienenelements bezeichnet werden kann, größer sein, als eine andere Ausdehnung des Schienenelements, die z.B. als Breite des Schienenelements bezeichnet werden kann. In diesem Zusammenhang sagen die Begriffe Breite und Höhe nichts über die

- 12 -

Orientierung des Schienenelements in Bezug auf die Richtung der Schwerkraft aus. Unter einem Querschnitt wird eine gedachte Schnittfläche des Schienenelements verstanden, die bei einem Schnitt des Schienenelements orthogonal zur Längsachse des Schienenelements erhalten würde.

Dies ermöglicht eine Ausrichtung des Schienenelements relativ zum Brennstoffzellenstapel so, dass das Schienenelement besonders biegesteif ist gegen Kräfte, die vom Brennstoffzellenstapel auf das Schienenelement einwirken.

Das Pufferelement kann so ausgebildet sein, dass es sich in dem Querschnitt zwischen Schienenelement und der konkaven Stapeloberfläche teilweise (z.B. U-förmig) um das Schienenelement erstreckt.

Eine der Stapeloberfläche zugewandte Oberfläche des Schienenelements kann breiter sein, als eine von der Stapeloberfläche abgewandte Oberfläche des Schienenelements. Dies bietet den zusätzlichen Vorteil, dass die Kontaktfläche des Schienenelements zu Pufferelement größer sein kann, so dass selbst eine sensible Stapeloberfläche auch bei starken Erschütterungen und Stößen aufgrund der großflächigeren Druckverteilung im Bereich des anliegenden Pufferelements unbeschädigt bleiben kann. Der Querschnitt des Schienenelements kann z.B. T-förmig sein.

Das Schienenelement kann z.B. ein konventionelles Zugankerelement mit rundem Querschnitt ersetzen und die Stapellängsachse des Brennstoffzellenstapels stabilisieren. So hat es nur minimalen Einfluss auf den Bauraum und kann bei minimalem Materialaufwand eine Stapellängsachsstabilisierung besonders effizient bewirken.

Wenn das Schienenelement z.B. an Stelle eines mittleren von drei Zugankerelementen eingesetzt wird, kann das Zugankerelement seine Wirkung z.B. senkrecht unterhalb einer Stapellängsachse optimal entfalten. Die Angabe „senkrecht unterhalb“ bezieht sich hier auf die Richtung der Schwerkraft.

Der Stapellängsachsstabilisator kann ein Stützkissenelement umfassen. Das Stützkissen kann z.B. mit Luft oder Schaum gefüllt sein. Das Stützkissenelement kann zwischen Stapeleinhausung und Stapeloberfläche(n) angeordnet sein. Dies hat den Vorteil einer besonders einfachen Montage. Ein oder mehrere Stützkissenelemente können bevorzugt mindestens 5 %, besonders mindestens 10 %, besonders bevorzugt mindestens 25 %, z.B. mindestens 50 % der gesamten, parallel zur Stapellängsachse verlaufenden Stapeloberflächen bedecken. Wird das Stützkissenelement erst an der Oberfläche des Brennstoffzellenstapels (vollständig) gefüllt, kann über eine vordefinierte Form des Stützkissenelements die Ausrichtung des Brennstoffzellenstapels in der Stapeleinhausung gesteuert werden. Außerdem geht mit der Vergrößerung der Fläche eine Reduktion der Flächenpressung einher. Dies bewirkt eine vorteilhafte Lastgestaltung und dadurch ein geringeres Risiko von Beschädigungen im Bereich der Stapeloberfläche(n).

Der Stapellängsachsstabilisator kann ein Schüttmaterial umfassen. Das Schüttmaterial kann zwischen Stapeleinhausung und Stapeloberfläche angeordnet sein. Dies erlaubt eine besonders einfache Montage. Da ein großer Teil des Raumes zwischen Stapeloberflächen und Stapeleinhausung mit Schüttmaterial ausgefüllt werden kann, ergibt sich die Möglichkeit, für den Fall eines Wasserstoffaustritts das zündfähige Volumen stark zu verringern, so dass eine Aktive Belüftung des Raumes zwischen Stapeloberfläche(n) und Stapeleinhausung entbehrlich sein kann.

Der Stapellängsachsstabilisator kann ein Formteil umfassen. Das Formteil kann bevorzugt einen Polymerschaum enthalten. Eine Oberflächenkontur des Formteils kann z.B. an die Kontur der Stapeloberfläche angepasst sein. Ein oder mehrere Formteile können bevorzugt mindestens 5 %, besonders mindestens 10 %, besonders bevorzugt mindestens 25 %, z.B. mindestens 50 % der gesamten, parallel zur Stapellängsachse verlaufenden Stapeloberflächen bedecken. Durch ein oder mehrere Formteile kann eine großflächige Stützwirkung auf besonders einfache Weise erreicht werden.

Anders als etwa mit dem oben beschriebenen Gleitstützelement und dem Pufferelement wird eine zusätzliche, im Wesentlichen entlang der Stapellängsachse wirkende Dämpfungswirkung mit dem Stützkissenelement und dem Formteil typischerweise nicht über einen Gleitkontaktbereich bewirkt, sondern über eine intrinsische Elastizität des Stützkissenelements oder des Formteils.

Mit dem Stützkissenelement und/oder dem Formteil wird also zusätzlich zur im Wesentlichen orthogonal zur Stapellängsachse wirkenden, stapellängsachsstabilisierenden Wirkung ebenfalls eine im Wesentlichen entlang der Stapellängsachse wirkende Dämpfungswirkung erreicht. Optional kann diese sogar ohne den Gleitkontaktbereich erreicht werden.

Es kann besonders vorteilhaft sein, wenn ein Fixierungsbereich des Stapellängsachsstabilisators sich in einen Plattenzwischenraum, z.B. Bipolarplattenzwischenraum des Brennstoffzellenstapels erstreckt. Der Fixierungsbereich kann sich bevorzugt in einen Randbereich des Plattenzwischenraums erstrecken, wobei der Randbereich sich vom Plattenrand bis zu einer Dichtung erstreckt. Dann kann z.B. ein Stützbereich des Stapellängsachsstabilisators den zwischen der Stapeloberfläche und dem Widerlager angeordneten Bereich des Stapellängsachsstabilisators bilden.

Die Widerlagerkontaktfläche kann dann z.B. eine dem Stützbereich zugewandte Oberfläche eines Widerlagers, z.B. einer Stapel einhausung, sein. Die Gleitkontaktfläche kann z.B. eine der Widerlagerkontaktfläche zugewandte Oberfläche der Stützbereichs sein.

Dies bietet weitere Vorteile gegenüber den vorstehend beschriebenen Stapellängsachsstabilisatoren. Das vorstehend beschriebene Stützelement (z.B. Gleitstützelement), das im Zusammenhang mit dem Schienenelement beschriebene Pufferelement, das Stützkissenelement, das Schüttmaterial und das Formteil liegen je im Wesentlichen an der Außenkontur des

- 15 -

Brennstoffzellenstapels an und können dabei an die Bipolarplatte anschlagen. Es wurde gefunden, dass Bipolarplatten häufig nicht perfekt gestapelt sind, hervorstehende Bipolarplatten an den Rändern besonderen Kräften ausgesetzt sein können und deshalb durch derartige Stapellängsachsstabilisatoren gegebenenfalls beschädigt werden können. Zudem können scharfkantige Bipolarplatten derartige Stapellängsachsstabilisatoren, etwa an deren Kunststoffoberflächen aufgrund einer Schnittwirkung beschädigen. Zusätzlich werden dabei viele kleine Partikel erzeugt und freigesetzt.

Im Vergleich dazu kann die vorstehend ebenfalls beschriebene Stapellängsachsstabilisation mit Zwischenplatte Vorteile bieten. Jedoch erfordern ein oder mehrere Zwischenplatten zusätzliche Bauteile, die zudem ausreichend mechanisch stabil und stromleitfähig sein müssen. Dies kann mit einem erheblichen Zusatzgewicht einhergehen.

Durch den Stapellängsachsstabilisator mit dem beschriebenen Fixierungsbereich lassen sich die genannten Nachteile, die mit vorstehend beschriebenen Stapellängsachsstabilisatoren einhergehen können, auf besonders einfache Weise vermeiden. Mit geringstmöglichem Bauteil Aufwand können etwaige Nachteile, wie Beschädigungen von Bipolarplatten an deren Rändern oder von Stapellängsachsstabilisatoren weitgehend vermieden werden.

Der Stapellängsachsstabilisator, der den Fixierungsbereich und den Stützbereich umfasst, kann z.B. ein Elastomerelement sein. Durch die Ausführung als Elastomerelement ist die Charakteristik der Krafteinleitung relativ "weich", im Gegensatz zu einem Anschlag an ein metallisches Element. Zudem können damit Toleranzen in der Außenkontur des Brennstoffzellenstapels besser kompensiert werden, da beanspruchte Stapellängsachsstabilisatoren die Kraft unter anderem über den Fixierungsbereich auf benachbarte Elemente verteilen.

Der Fixierungsbereich kann in dem Plattenzwischenraum durch die beiden angrenzenden Platten, z.B. Bipolarplatten, eingespannt sein. Damit kann lokal

- 16 -

eine stabile Verbindung zwischen Elastomerelement und den angrenzenden Platten erreicht werden, die auch der Einleitung einer Kraft von außen in Richtung der Zellebene standhält.

Vorzugsweise ist dabei der auf den Fixierungsbereich in dem Plattenzwischenraum durch die beiden angrenzenden Platten, z.B. Bipolarplatten, ausgeübte mittlere Druck höher, als der auf die Dichtung(en) in dem Plattenzwischenraum durch die beiden angrenzenden Bipolarplatten ausgeübte mittlere Druck.

Dies lässt sich testen, indem man die Dichtungen und den Fixierungsbereich je einzeln zwischen den Platten auf den gewünschten Plattenabstand komprimiert, die dafür erforderliche Kraft misst und über die von der Dichtung bzw. den Dichtungen eingenommene Fläche und über die von dem Fixierungsbereich eingenommene Fläche die jeweils aufgewandte Kraft in einen Druck umrechnet.

Bevorzugt wird von einem oder mehreren Fixierungsbereichen ein Anteil von höchstens 10 %, bevorzugt höchstens 6 %, besonders bevorzugt höchstens 4 % einer Oberfläche einer Bipolarplatte eingenommen. Aufgrund einer solchen lokalen Ausführung bleibt die insgesamt für die Verspannung des Fixierungsbereichs oder der Fixierungsbereiche aufgewandte Kraft relativ klein im Verhältnis zur gesamten Stapelverspannkraft. Dies kann den großen Vorteil bieten, dass bestehende Konzepte für die Stapelverspannung weitgehend beibehalten werden können.

Stapellängsachsstabilisatoren mit Fixierungsbereich und Stützbereich, wie hierin in unterschiedlichsten Ausführungsformen beschrieben, können einem etablierten Brennstoffzellendesign also im Wesentlichen einfach hinzugefügt werden, ohne dass weitergehende Anpassungen notwendig wären.

Weiterhin gestattet die lokale Ausführung eine Anordnung des Elastomerelements in einem Bereich, in dem die zusätzliche Kraft durch das Verspannsystem gut kompensiert werden kann (siehe z.B. Fig. 34), etwa in einem

- 17 -

Bereich, in dem ein Federelement einer existierenden Verspannungslösung nahe am Rand der Druckverteilerplatte zu liegen kommt. Das Federelement kann insbesondere eine Tellerfeder, Druckfeder, Plattfeder oder Spiralfeder sein.

Zur Fixierung des Fixierungsbereichs an den Plattenoberflächen im Plattenzwischenraum kann mindestens ein konvexer Bereich an mindestens einer der miteinander in Kontakt tretenden Oberflächen des Fixierungsbereichs und/oder der Platte ausgebildet sein.

Bevorzugt kann ein Teil des Fixierungsbereichs ein oder beidseitig aufgedickt sein. Dies bedeutet, dass der Teil dicker ist, als ein benachbarter Teil des Fixierungsbereichs. Bei einem Verpressen des Fixierungsbereichs in dem Plattenzwischenraum im verspannten Brennstoffzellenstapel findet eine Kompression des Fixierungsbereichs dann insbesondere in dem aufgedickten Bereich bzw. den aufgedickten Bereichen statt.

Es kann ein Teil der im Fixierungsbereich zu liegen kommenden Oberfläche der Bipolarplatte aufgedickt sein. Bei einem Verpressen des Fixierungsbereichs in dem Plattenzwischenraum im verspannten Brennstoffzellenstapel findet eine Kompression des Fixierungsbereichs dann insbesondere dort statt, wo der Abstand zur nächsten Platte besonders gering ist.

Bevorzugt kann der Stützbereich in Richtung der Stapellängsachse dicker ausgeführt sein, als der Fixierungsbereich. Der Stützbereich kann z.B. eine Schulter umfassen, die sich über eine Randoberfläche einer Bipolarplatte erstrecken kann. Dies kann bewirken, dass die Schulter auf den Rand einer Bipolarplatte drückt, die geringfügig aus einem nicht ideal gestapelten Brennstoffzellenstapel heraussteht.

Dies kann letztlich eine zusätzliche Stabilisierung des Brennstoffzellenstapels entlang der Stapellängsachse bewirken, da lokalen Abweichung von der idealen Stapelgeometrie besonders zielgerichtet entgegengewirkt werden

- 18 -

kann. Außerdem kann ein Aufliegen der Schulter am Rand der Bipolarplatte bewirken, dass der Fixierungsbereich nicht tiefer in der Plattenzwischenraum geschoben wird, wo sonst ggf. die Dichtwirkung einer Dichtung beeinträchtigt werden könnte. Das bedeutet, dass das Risiko von H₂-Austritten weiter verringert und damit die Betriebssicherheit der Brennstoffzellenvorrichtung noch weiter gesteigert werden kann.

Der Stützbereich kann in Richtung der Stapellängsachse z.B. auch vor einem Verspannen des Fixierungsbereichs im Brennstoffzellenstapel (und der damit einhergehenden Kompression des Fixierungsbereichs in Richtung der Stapellängsachse) dicker sein, als der Fixierungsbereich.

Bei dem Vergleich der Dicken des Stützbereichs und des Fixierungsbereichs geht jeweils die größte Dicke beider Bereiche in Richtung der Stapellängsachse ein.

Am Fixierungsbereich können mehrere konvexe Bereiche ausgebildet sein. Es kann z.B. ein zum Stützelement näherer konvexer Bereich und ein vom Stützelement weiter entfernter konvexer Bereich ausgebildet sein. Optional können zwischen diesen beiden konvexen Bereichen ein oder mehrerer weitere konvexe Bereiche ausgebildet sein.

Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn der Fixierungsbereich so ausgeführt ist, dass die zum Verpressen des Fixierungsbereichs zwischen den Platten erforderliche Kraft zu Rändern des Fixierungsbereichs hin abnimmt. Dazu kann sich der Fixierungsbereich zum Rand des Fixierungsbereichs hin verjüngen. Z.B. kann die Dicke des Fixierungsbereichs an einem zum Stützelement näheren konvexen Bereich und an einem vom Stützelement weiter entfernten konvexen Bereich jeweils geringer sein, als die Dicke eines zwischen diesen beiden konvexen Bereichen ausgebildeten konvexen Bereichs.

Im Fixierungsbereich können lokal deutlich erhöhte Verpresskräfte auftreten. Bei einem Versatz der Fixierungsbereiche benachbarter Stapellängsachsstabilisatoren kann dies zur Einleitung von Biegemomenten in die anstehende Bipolarplatten führen. Wenn sich dadurch der Dichtspalt im Bereich der angrenzenden Dichtung verändert, könnte dies zu einer Beeinträchtigung der Dichtfunktion führen. Diese Auswirkung von Assembliertoleranzen kann weitgehend vermieden werden, wenn der Fixierungsbereich so ausgeführt wird, dass die Verpresskraft zu den Rändern des Fixierungsbereichs hin abnimmt, etwa durch eine zum Rand des Bereiches hin erfolgende Verjüngung oder eine entsprechende Strukturierung der Oberfläche. Dies kann auch vorteilhaft sein, wenn es aufgrund eines Assemblierversatzes zu Kollisionen mit Merkmalen auf einer Bipolarplatte kommen kann.

Es kann besonders vorteilhaft sein, wenn mindestens eine Dichtung und der Stapellängsachsstabilisator als eine einstückige Dichtungs-Stabilisator-Einheit ausgebildet sind, z.B. als Dichtungs-Stabilisator-Einheit, die eine Dichtung, einen Fixierungsbereich und einen über den Fixierungsbereich mit der Dichtung verbundenen Stützbereich aufweist. Dies hat den Vorteil, dass die Dichtung und der Stapellängsachsstabilisator nicht separat gefertigt werden müssen. Außerdem müssen bei der Herstellung der Brennstoffzellen-vorrichtung weniger Einzelteile verbaut werden.

Die Aufgabe wird auch durch eine Dichtungs-Stabilisator-Einheit zur Abdichtung von entlang der Stapellängsachse eines Brennstoffzellenstapels aufeinanderfolgenden Reaktionszonen gelöst, wobei die Dichtungs-Stabilisator-Einheit eine Dichtung, einen Fixierungsbereich und einen über den Fixierungsbereich mit der Dichtung verbundenen Stützbereich aufweist.

Selbstverständlich können insbesondere die hierin beschriebenen Merkmale des Stapellängsachsstabilisators, von dessen Fixierungsbereich und von dessen Stützbereich auch Merkmale der Dichtungs-Stabilisator-Einheit darstellen.

- 20 -

Die Aufgabe wird auch durch eine Bipolarplatte für einen Brennstoffzellenstapel gelöst, wobei eine Randoberfläche der Bipolarplatte eine Randstützfläche definiert, deren orthogonal zur Plattenebene gemessene Breite D die Bipolarplattenmaterialdicke übersteigt. Wenn die Bipolarplattenmaterialdicke nicht einheitlich ist, wird für den Vergleich mit der Breite D die durchschnittliche Bipolarplattenmaterialdicke berücksichtigt. Wenn die Breite D nicht einheitlich ist, wird die durchschnittliche Breite der Randstützfläche als Breite D berücksichtigt.

Vorzugsweise beträgt D mindestens 125 % der Bipolarplattenmaterialdicke, besonders bevorzugt mindestens 150 %, insbesondere mindestens 175 %, z.B. mindestens 200 % der Bipolarplattenmaterialdicke.

Die Randstützfläche kann z.B. umgebogen oder umgebördelt sein.

Diese Anpassung der Randoberfläche kann dazu dienen, eine Beschädigung des Stapellängsachsstabilisators bzw. der Dichtungs-Stabilisator-Einheit unter Vibrationsbelastung zu vermeiden. Wenn der Stützbereich eine Schulter umfasst, die sich über die Randoberfläche einer Bipolarplatte erstreckt, kann die vergrößerte Breite D einem Einschneiden der Randoberfläche in die Schulter des Stützbereichs entgegenwirken.

Die Erfindung ist jedoch nicht darauf beschränkt, dass die Randstützfläche, deren orthogonal zur Plattenebene gemessene Breite D die Bipolarplattenmaterialdicke übersteigt, an einem hierin beschriebenen Stützbereich anliegt.

Die Randstützfläche kann auch eine direkte oder nahezu direkte Abstützung am Widerlager, z.B. an der Stapel einhausung, ermöglichen und dadurch eine Stabilisierung der Stapellängsachse des Brennstoffzellenstapels bewirken.

So wird die Aufgabe auch gelöst durch eine Brennstoffzellenvorrichtung, wobei die Brennstoffzellenvorrichtung einen Brennstoffzellenstapel mit mindestens einer Bipolarplatte umfasst, wobei eine Randoberfläche der Bipolarplatte eine

- 21 -

Randstützfläche definiert, deren orthogonal zur Plattenebene gemessene Breite D die Bipolarplattenmaterialdicke übersteigt und wobei die Stapellängsachse des Brennstoffzellenstapels dadurch stabilisiert ist, dass die Randstützfläche an einem Widerlager, z.B. an der Stapeleinhausung, angeordnet ist.

Die oben zur Bipolarplatte insbesondere im Hinblick auf die Breite D und die Form der Randstützfläche angegebenen Merkmale können selbstverständlich auch Merkmale der von der Brennstoffzellenvorrichtung umfassten Bipolarplatte sein.

Die Angabe, dass die Randstützfläche an dem Widerlager, z.B. an der Stapeleinhausung, angeordnet ist, kann bedeuten, dass die Randstützfläche am Widerlager abgestützt ist oder dass ein geringer Abstand der Randstützfläche besteht, der z.B. höchstens 5 % der Länge des Brennstoffzellenstapels entlang der Stapellängsachse beträgt.

Insbesondere wenn das Widerlager selbst kein elektrischer Isolator ist, wird die Randstützfläche gegen das Widerlager elektrisch isoliert. Dazu kann z.B. eine Lage eines elektrisch isolierenden Materials zwischen Randstützfläche und Widerlager angeordnet sein. Alternativ oder zusätzlich kann am Widerlager und/oder an der Randstützfläche eine elektrisch isolierende Beschichtung aufgebracht sein.

Die Randstützfläche kann dann direkt die hierin beschriebene Gleitkontaktfläche bilden, die bei anderen Ausführungsformen der Erfindung vom Stapellängsachsstabilisator umfasst ist. Das Widerlager kann, wie im Zusammenhang mit anderen Ausführungsformen beschrieben, die Widerlagerkontaktfläche umfassen. Die Gleitkontaktfläche kann an der Widerlagerkontaktfläche angeordnet sein. Die Widerlagerkontaktfläche kann zusammen mit der Gleitkontaktfläche einen parallel zur Stapellängsachse verlaufenden Gleitkontaktbereich definieren.

- 22 -

Die Randoberfläche der Bipolarplatte kann z.B. orthogonal zur Plattenebene orientiert sein.

Orthogonal bedeutet hierin, dass die orthogonalen Elemente (z.B. die Plattenebene und die Randoberfläche) zueinander in einem Winkel verlaufen, der von 90° nicht oder höchstens um 20° , bevorzugt höchstens um 10° abweicht.

Es ist erfindungsgemäß ebenfalls möglich, dass ein konvexer Bereich einer Bipolarplatte, z.B. ein Plattenvorsprungbereich, bevorzugt ein Plattenvorsprungbereich in Form einer Lasche, sich in eine Ausnehmung des Stapellängsachsstabilisators erstreckt. Beispielsweise können zwei an einander abgewandt angeordneten Randbereichen oder Kanten oder Ecken einer Bipolarplatte angeordnete konvexe Bereiche einer Bipolarplatte, z.B. Plattenvorsprungbereiche, vorgesehen sein.

Der konvexe Bereich der Bipolarplatte kann auch ein Eckbereich einer Bipolarplatte sein, z.B. ein Eckbereich einer im Wesentlichen rechteckigen Bipolarplatte.

Diese Ausgestaltung des Stapellängsachsstabilisators kehrt die zuvor beschriebene Möglichkeit um, einen Fixierungsbereich des Stapellängsachsstabilisators in einem Plattenzwischenraum anzuordnen. Denn sie ermöglicht es umgekehrt, einen konvexen Bereich der Bipolarplatte bzw. einen Plattenvorsprungbereich in der Ausnehmung des Stapellängsachsstabilisators anzuordnen.

Die Ausnehmung kann ein Schlitz sein.

Die Ausnehmung kann durch Ausnehmungsrandbereiche begrenzt sein. Die Ausnehmungsrandbereiche können z.B. die Tiefe und Länge des Schlitzes begrenzen.

- 23 -

Die Ausnehmungsrandbereiche können z.B. an die Randkontur des konvexen Bereichs der Bipolarplatte angepasst sein. Die Ausnehmungsrandbereiche können dabei abschnittsweise an die Randkontur des konvexen Bereichs der Bipolarplatte angepasst sein oder zusammen einen durchgehend an die Randkontur des konvexen Bereichs angepassten Ausnehmungsrandbereich bilden. Der durchgehend an die Randkontur des konvexen Bereichs angepasste Ausnehmungsrandbereich kann im Wesentlichen über die gesamte Länge der Randkontur an die Randkontur angepasst sein.

Das Stützelement des Stapellängsachsstabilisators kann durch einen Bereich des Stapellängsachsstabilisators gebildet sein, der in der Ebene der Bipolarplatte über den Plattenvorsprungbereich hinaussteht. Mindestens ein Ausnehmungsrandbereich kann im Übergang von der Ausnehmung zum Stützelement liegen.

Der Stapellängsachsstabilisator kann eine Gleitkontaktfläche umfassen. Die vom Stapellängsachsstabilisator umfasste Gleitkontaktfläche kann eine Oberfläche des Stützelements sein, bevorzugt eine am Stützelement gegenüber eines Ausnehmungsrandbereichs liegende Oberfläche des Stützelements.

Die Gleitkontaktfläche kann an einer Widerlagerkontaktfläche anliegen. Die Widerlagerkontaktfläche kann z.B. eine Innenoberfläche einer Stapel einhausung sein. Die Widerlagerkontaktfläche definiert dann zusammen mit der Gleitkontaktfläche einen parallel zur Stapellängsachse verlaufenden Gleitkontaktbereich.

Der konvexe Bereich der Bipolarplatte kann kraftschlüssig und/oder formschlüssig in der Ausnehmung angeordnet sein.

Der die Ausnehmung umfassende Stapellängsachsstabilisator kann ein Kunststoffteil sein. Das Kunststoffteil kann bevorzugt aus einem durch Spritzguss formbaren Kunststoff gebildet sein. Der Stapellängsachsstabilisator

- 24 -

kann z.B. durch Umspritzen des konvexen Bereichs der Bipolarplatte mit einem Kunststoff gebildet sein.

Der Stapellängsachsstabilisator kann mit dem konvexen Bereich der Bipolarplatte über eine Hinterschneidung verbunden sein. In dem konvexen Bereich kann die Bipolarplatte z.B. eine Vertiefung aufweisen. In die Vertiefung kann der Stapellängsachsstabilisator eingreifen. In dem konvexen Bereich kann die Bipolarplatte z.B. eine Erhöhung aufweisen. Der Stapellängsachsstabilisator kann sich um die Erhöhung erstrecken.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß auch durch eine Bipolarplatte für einen Brennstoffzellenstapel gelöst, wobei die Bipolarplatte einen konvexen Bereich und einen Stapellängsachsstabilisator umfasst, z.B. ein Plattenvorsprungbereich, bevorzugt ein Plattenvorsprungbereich in Form einer Lasche, wobei sich der konvexe Bereich der Bipolarplatte in eine Ausnehmung des Stapellängsachsstabilisators erstreckt.

Selbstverständlich kann der von dieser erfindungsgemäßen Bipolarplatte umfasste Stapellängsachsstabilisator und der konvexe Bereich der Bipolarplatte diejenigen Merkmale aufweisen, die hierin dazu beschrieben sind. Insbesondere können die obigen Merkmale der Ausnehmung, von Ausnehmungsrandbereichen, des Stützbereichs, der Gleitkontaktfläche sowie zur Art der Anordnung des konvexen Bereichs in der Ausnehmung, zum Material des die Ausnehmung umfassende Stapellängsachsstabilisators, zur Herstellung des die Ausnehmung umfassende Stapellängsachsstabilisators, zur Verbindung über die Hinterschneidung auch Merkmale der zugehörigen erfindungsgemäßen Bipolarplatte sein.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß ferner durch eine Brennstoffzellenvorrichtung, insbesondere für ein Fortbewegungsmittel, gelöst, wobei die Brennstoffzellenvorrichtung Folgendes umfasst: einen Brennstoffzellenstapel und ein Zellaufhängungselement, das eine Zelle des Brennstoffzellenstapels unmittelbar oder mittelbar mit einem Widerlager verbindet.

Das Zellaufhängungselement kann an einem Bauteil der Zelle angeordnet oder ausgebildet sein. Dann verbindet das Zellaufhängungselement die Zelle unmittelbar mit dem Widerlager. Ein Beispiel für ein solches Bauteil ist ein Zellrahmenelement, das einem Zellrahmen einer einzelnen Zelle angehört. Ein weiteres Beispiel für ein solches Bauteil ist eine Dichtung zur Abdichtung einer Zelle.

Das Zellaufhängungselement kann aber auch an einem anderen Bauteil des Brennstoffzellenstapels angeordnet oder ausgebildet sein, z.B. an einem Bauteil des Brennstoffzellenstapels, das sich über mehrere oder zwischen zwei Zellen erstreckt. Dann verbindet das Zellaufhängungselement die Zelle mittelbar mit dem Widerlager. Ein Beispiel für ein solches Bauteil ist eine Bipolarplatte, da diese sich zwischen zwei Zellen erstreckt. Ein weiteres Beispiel für ein solches Bauteil ist ein Zellrahmenelement, das einem mehrere Zellen erfassenden Rahmen angehört.

Soweit im Zusammenhang mit einem Zellaufhängungselement hierin auf „eine Zelle“ oder „die Zelle“ Bezug genommen wird, ist – wenn das Zellaufhängungselement nicht einer bestimmten Zelle zugerechnet werden kann – die zu dem Zellaufhängungselement nächste Zelle oder eine beliebige von zwei zu dem Zellaufhängungselement nächsten Zellen gemeint.

Bevorzugt ist das Zellaufhängungselement an einem Zellrahmenelement ausgebildet. Das Zellrahmenelement kann einem Zellrahmen einer Zelle oder auch einem mehrere Zellen erfassenden Rahmen angehören.

Erfindungsgemäß verbindet das Zellaufhängungselement die Zelle mit dem Widerlager. Das Wort „verbindet“ bezieht sich in diesem Zusammenhang typischerweise auf ein mechanisches Verbinden.

Im Allgemeinen verbindet das Zellaufhängungselement die Zelle mit dem Widerlager so, dass die Zelle unmittelbar oder mittelbar am Widerlager

- 26 -

gelagert ist, die Zelle unmittelbar oder mittelbar mechanisch mit dem Widerlager gekoppelt und/oder die Bewegungsfreiheit der Zelle bezüglich des Widerlagers mindestens eingeschränkt ist.

Zwischen Zellaufhängungselement und Widerlager kann jede dem Fachmann bekannte Verbindung bestehen. Das Zellaufhängungselement kann die Zelle mit dem Widerlager z.B. kraftschlüssig, formschlüssig und/oder stoffschlüssig, bevorzugt kraftschlüssig und/oder formschlüssig, verbinden. Die Verbindung kann eine Hinterschneidung umfassen.

Vorteilhaft ist das Zellaufhängungselement in dem Widerlager verankert. Alternativ kann das Widerlager in dem Zellaufhängungselement verankert sein.

Das Zellaufhängungselement kann z.B. einen Kopfbereich und einen Halsbereich aufweisen. Der Kopfbereich kann über den Halsbereich an der Zelle angebracht sein.

Zur Verankerung kann am Widerlager ein Kragenbereich ausgebildet sein.

Der Kragenbereich kann z.B. so an die Abmessungen und Form von Kopfbereich und Halsbereich des Zellaufhängungselements angepasst sein, dass der Halsbereich in dem Kragenbereich zu liegen kommen kann, der Kopfbereich jedoch auf einer zellabgewandten Seite des Kragenbereichs aufliegt, so dass der Kopf nicht aus dem Kragenbereich herausrutschen kann.

Der Kopfbereich ist bevorzugt durch den sich zum Halsbereich hin erstreckenden Kragenbereich in das Widerlager aufgenommen.

Die beschriebene Ausführungsform mit Kopfbereich, Halsbereich und Kragenbereich bildet jedoch nur ein Beispiel zur Ausführung der Erfindung.

- 27 -

Es versteht sich, dass das Zellaufhängungselement in dem Widerlager auch in anderer Weise verankert sein kann.

Das Widerlager kann z.B. eine von der Zelle abgewandte Widerlageroberfläche aufweisen. Die von der Zelle abgewandte Widerlageroberfläche kann parallel zur Stapeloberfläche verlaufen oder zur Stapeloberfläche geneigt sein. Dabei wird auf diejenige (parallel zur Stapellängsachse verlaufende) Stapeloberfläche Bezug genommen, die dem Widerlager zugewandt ist.

Das Zellaufhängungselement kann z.B. eine der Zelle zugewandte Aufhängungsoberfläche aufweisen. Die der Zelle zugewandte Aufhängungsoberfläche kann parallel zur Stapeloberfläche verlaufen oder zur Stapeloberfläche geneigt sein. Dabei wird auf diejenige parallel zur Stapellängsachse verlaufende Stapeloberfläche Bezug genommen, die dem Zellaufhängungselement zugewandt ist.

Die von der Zelle abgewandte Widerlageroberfläche kann sich in einen Bereich zwischen der Zelle und der der Zelle zugewandten Aufhängungsoberfläche erstrecken.

Das Widerlager kann eine der Zelle zugewandte Widerlageroberfläche aufweisen. Die der Zelle zugewandte Widerlageroberfläche kann parallel zur Stapeloberfläche verlaufen oder zur Stapeloberfläche geneigt sein. Dabei wird auf diejenige parallel zur Stapellängsachse verlaufende Stapeloberfläche Bezug genommen, die dem Widerlager zugewandt ist.

Außerdem weist die Zelle, z.B. das Zellrahmenelement, vorteilhaft eine von der Zelle abgewandte Aufhängungsoberfläche auf.

Die hier beschriebenen Aufhängungsoberflächen begrenzen in Wechselwirkung mit den Widerlageroberflächen die Bewegung des Zellaufhängungselements in das Widerlager hinein und aus dem Widerlager heraus. Dies wird insbesondere

- 28 -

anhand der konkreten Ausführungsbeispiele deutlich, die in Fig. 16 bis 19 gezeigt und hierin untenstehend näher beschrieben sind.

Das Zellaufhängungselement kann die Zelle z.B. über ein Dämpfungselement mit dem Widerlager verbinden. Dies kann eine Schwingungsentkopplung bewirken. Überdies kann eine Abstützung bzw. Aufhängung des Brennstoffzellenstapels im Wesentlichen ohne zusätzlichen Bauraum effizient realisiert werden.

Das Dämpfungselement kann so ausgebildet und angeordnet sein, dass sich ein Abschnitt des Dämpfungselements in einen Bereich zwischen einer der Widerlageroberflächen und einer der Aufhängungsflächen erstreckt.

Ein Abschnitt kann sich z.B. in einen Bereich zwischen der von der Zelle abgewandten Widerlageroberfläche und der der Zelle zugewandten Aufhängungsfläche erstrecken. Dieser Abschnitt kann als erster Abschnitt und der Bereich als erster Bereich bezeichnet werden.

Ein Abschnitt kann sich z.B. in einen Bereich zwischen der der Zelle zugewandten Widerlageroberfläche und der von der Zelle abgewandten Aufhängungsfläche erstrecken. Dieser Abschnitt kann als zweiter Abschnitt und der Bereich als zweiter Bereich bezeichnet werden.

Ein besonders vorteilhaftes Dämpfungselement kann einen ersten und einen zweiten Abschnitt aufweisen. Der erste Abschnitt kann sich in den ersten Bereich erstrecken. Der zweite Abschnitt kann sich in den zweiten Bereich erstrecken.

Von Stoßbewegungen des Widerlagers wird der Brennstoffzellenstapel dann besonders effizient entkoppelt, sowohl wenn der Stoß zu einer Bewegung des Widerlagers von der Zelle weg, als auch zur Zelle hin führt.

- 29 -

Das Widerlager kann ein Gegenlager umfassen. Ein im Bereich von Widerlager und Zellaufhängungselement verbleibender Hohlraum kann mit einem Füllmaterial ganz oder teilweise ausgefüllt sein. Das Füllmaterial kann z.B. ein Harz und/oder ein Elastomer enthalten. Dies kann vorteilhaft sein, um Toleranzen zu kompensieren und um die Zelle bzw. den Zellrahmen mechanisch an dem Widerlager, z.B. der Stapeleinhausung anzubinden.

Denkbar ist eine Aufhängung eines beliebigen Anteils der Zellen des Brennstoffzellenstapels über erfindungsgemäße Zellaufhängungselemente. Es kann also z.B. nur eine einzelne Zelle des Brennstoffzellenstapels je ein angebrachtes Zellaufhängungselement aufweisen, das die Zelle mit einem Widerlager verbindet.

Dies hat den Vorteil, dass nur einzelne Zellen mit der Zellaufhängung ausgestattet werden müssen und die übrigen Zellen in konventioneller Weise gefertigt werden können. Dies kann insbesondere bei stationären Anwendungen der Brennstoffzellenvorrichtung vorteilhaft sein, wenn das Widerlager eine feste Position einnimmt und im Wesentlichen keinen Erschütterungen oder Stößen ausgesetzt ist. Dann kann eine Aufhängung des Brennstoffzellenstapels über nur wenige Zellaufhängungselemente zur Aufnahme der auftretenden Kräfte ausreichen.

Besonders vorteilhaft kann es sein, wenn mehrere Zellen des Brennstoffzellenstapels je ein angebrachtes Zellaufhängungselement aufweisen.

Es können mindestens 10 % der Zellen oder mindestens jede zehnte Zelle des Brennstoffzellenstapels je ein angebrachtes Zellaufhängungselement aufweisen.

Insbesondere können mindestens 20 % der Zellen oder mindestens jede fünfte Zelle des Brennstoffzellenstapels je ein angebrachtes Zellaufhängungselement aufweisen.

- 30 -

Bevorzugt können mindestens 25 % der Zellen oder mindestens jede vierte Zelle des Brennstoffzellenstapels je ein angebrachtes Zellaufhängungselement aufweisen.

Besonders bevorzugt können mindestens 33 % der Zellen oder mindestens jede dritte Zelle des Brennstoffzellenstapels je ein angebrachtes Zellaufhängungselement aufweisen.

Ganz besonders bevorzugt können mindestens 50 % der Zellen oder mindestens jede zweite Zelle des Brennstoffzellenstapels je ein angebrachtes Zellaufhängungselement aufweisen.

Beispielsweise kann jede Zelle des Brennstoffzellenstapels je ein angebrachtes Zellaufhängungselement aufweisen.

Möglich ist beispielsweise, dass das Verhältnis der Anzahl der Zellaufhängungselemente zur Anzahl der vom Brennstoffzellenstapel umfassten Zellen 0,1 bis 10, insbesondere 0,2 bis 5, beträgt.

Je höher der Anteil der Zellen mit Zellaufhängungselement ist und/oder je größer das genannte Verhältnis ist, desto geringer sind die Kräfte, die auf einzelne Zellaufhängungselemente wirken. Ein höherer Anteil an Zellen mit Zellaufhängungselement kann es ermöglichen, einzelne Zellaufhängungselemente schwächer auszulegen. In Kenntnis der Erfindung ist es dem Fachmann möglich, die Zahl und Auslegung der Zellaufhängungselemente auf die jeweilige Anwendung der Brennstoffzellenvorrichtung abzustimmen. So können für Brennstoffzellenstapel, die aus relativ schweren Zellen aufgebaut sind und die im Betrieb relativ großen Erschütterungen ausgesetzt sind, mehr und stärker ausgelegte Zellaufhängungselemente vorteilhaft sein. Hingegen können für Brennstoffzellenstapel, die aus relativ leichten Zellen aufgebaut sind und die im Betrieb keinen oder relativ geringen Erschütterungen ausgesetzt sind, wenige schwächer ausgelegte Zellaufhängungselemente vorteilhaft sein.

Die oben angegebenen, relativ hohen Anteile an Zellen mit Zellaufhängungselement machen eine mechanische Aufhängung am Widerlager auf Ebene weniger Zellen oder gar auf Einzelzellebene möglich. Gleiches gilt, wenn das oben angegebene Verhältnis 1 oder mehr beträgt.

Es kann dann ausreichen, das Zellaufhängungselement oder die Zellaufhängungselemente aus einem leicht in Form zu bringenden Material eines Zellrahmenelements oder einer Dichtung zu bilden. So ist eine Realisierung eines Zellaufhängungselements als ein am Stück mit einem Zellrahmenelement oder einer Dichtung gebildetes Zellaufhängungselement möglich, z.B. durch Guss, insbesondere durch Kunststoffspritzguss.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß ferner durch ein Zellaufhängungsrahmenelement für einen Brennstoffzellenstapel, insbesondere für eine Zelle oder mehrere Zellen eines Brennstoffzellenstapels, z.B. für eine Zelle eines Brennstoffzellenstapels gelöst, wobei das Zellaufhängungsrahmenelement ein an einem Zellrahmenelement ausgebildetes Zellaufhängungselement umfasst.

Anstelle der konventionell für den Guss, z.B. Kunststoffspritzguss, von Zellrahmenelementen verwendeten Gussform kann zur Herstellung des Zellaufhängungsrahmenelements eine um Bereiche zur Bildung der Zellaufhängungselemente erweiterte Gussform eingesetzt werden.

Das Zellaufhängungsrahmenelement kann ein Kunststoffteil sein, z.B. ein Kunststoffspritzgussteil.

Es versteht sich, dass hierin im Zusammenhang mit der Brennstoffzellenvorrichtung beschriebene Merkmale des Zellaufhängungselements ebenso für das am Zellaufhängungsrahmenelement ausgebildete Zellaufhängungselement gelten können.

- 32 -

Durch eine Erweiterung eines gespritzten Kunststoffrahmens oder einer gespritzten Dichtung, also insbesondere einer durch Kunststoffspritzguss erhältlichen Dichtung, um ein oder mehrere außenliegende Zellaufhängungselemente kann mit minimalem Aufwand eine Aufhängung einzelner oder sämtlicher Zellen des Brennstoffzellenstapels an einem oder mehreren Widerlagern bewirkt werden.

Es ist bevorzugt, wenn die Zelle oder das Zellaufhängungsrahmenelement mehrere Zellaufhängungselemente, insbesondere mindestens zwei, weiterhin bevorzugt mindestens drei, z.B. mindestens vier Zellaufhängungselemente aufweist.

Bevorzugt weist die Zelle oder das Zellaufhängungsrahmenelement höchstens 32, insbesondere höchstens 24, weiterhin bevorzugt höchstens 20, z.B. höchstens 16, Zellaufhängungselemente auf.

Liegt die Zahl der Zellaufhängungselemente innerhalb dieser Grenzen, hält die Zellaufhängung insgesamt den üblichen, z.B. mit Stößen und Erschütterungen im Fahrbetrieb verbundenen mechanischen Belastungen in der Regel problemlos Stand.

Bei einer bevorzugten Brennstoffzellenvorrichtung können mehrere Zellen je mehrere Zellaufhängungselemente aufweisen.

Bevorzugt sind die Zellaufhängungselemente in unterschiedliche Richtungen orientiert. Als eine Richtung wird dabei ein durch eine Stapeloberfläche des Brennstoffzellenstapels vorgegebene Richtung angesehen. Bei einem Brennstoffzellenstapel mit im Wesentlichen rechteckigem Querschnitt, können Zellaufhängungselemente also in bis zu vier Richtungen orientiert sein.

Besonders bevorzugt sind mindestens zwei Zellaufhängungselemente in gegenüberliegende Richtungen orientiert.

- 33 -

Ganz besonders bevorzugt sind mindestens drei Zellaufhängungselemente in drei unterschiedliche Richtungen orientiert. Dies kann die Möglichkeit einer Aufhängung an einem oberhalb eines Brennstoffzellenstapels angeordnetem Widerlager und zugleich an seitlich auf beiden Seiten des Brennstoffzellenstapels angeordneten Widerlagern schaffen.

Es können z.B. vier Zellaufhängungselemente in vier unterschiedliche Richtungen orientiert sein. Dies kann die zusätzliche Möglichkeit einer mechanischen Anbindung des Brennstoffzellenstapels an ein unterhalb des Brennstoffzellenstapels angeordnetes Widerlager bieten, so dass auch kurzzeitig nach oben wirkende Kräfte, die etwa beim Überfahren von Bremsschwellen auftreten können, aufgenommen werden können. Unter einer Bremsschwelle wird insbesondere eine quer zur Fahrtrichtung angeordnete bauliche Erhebung auf der Fahrbahn angesehen, die zu einer Geschwindigkeitsdämpfung führt und damit zur Verkehrsberuhigung beitragen soll.

Das Widerlager kann in beliebiger Form gebildet sein. Es kann sich z.B. um einen Schlitz in einer Stapeleinhausung handeln.

Das Widerlager kann bevorzugt ein Aufhängungsgegenelement umfassen. Das Aufhängungsgegenelement kann z.B. so an das Zellaufhängungselement angepasst sein, dass das Zellaufhängungselement die Zelle mit dem Widerlager über das Aufhängungsgegenelement kraftschlüssig, formschlüssig und/oder stoffschlüssig verbinden kann.

Das Aufhängungsgegenelement kann z.B. an einer Stapeleinhausung angeordnet sein.

So kann das Aufhängungsgegenelement z.B. ein Profilschienelement sein. Das Aufhängungsgegenelement oder das Profilschienelement kann z.B. die von der Zelle abgewandte Widerlageroberfläche aufweisen.

- 34 -

Das Aufhängungsgegenelement oder das Profilschienelement kann einen Schenkel umfassen, der sich orthogonal zur nächstgelegenen Stapeloberfläche erstreckt.

Das Aufhängungsgegenelement oder das Profilschienelement kann einen Schenkel umfassen, der die von der Zelle abgewandte Widerlageroberfläche aufweist. Der Schenkel kann sich parallel zur nächstgelegenen Stapeloberfläche erstrecken.

Der am Widerlager ausgebildete Kragenbereich kann durch zwei sich parallel zur nächstgelegenen Stapeloberfläche erstreckende Schenkel gebildet sein.

Bestimmte Profilschienelemente können einen L-förmigen Profilquerschnitt aufweisen.

Der Bereich zwischen Brennstoffzellenstapel und Stapel einhausung kann in mehrere Kanalabschnitte aufgeteilt sein. Dabei können z.B. die hier beschriebenen Zellaufhängungselemente zwischen benachbarten Kanalabschnitten liegen.

Genauso können jedoch stattdessen oder zusätzlich andere hierin beschriebene Elemente, z.B. ein Zellankerstabilisator oder ein Stapellängsachsstabilisator zwischen benachbarten Kanalabschnitten liegen, z.B. ein Stapellängsachsstabilisator mit Stützbereich und Fixierungsbereich.

Dies bietet neben dem Zellaufhängungs-, Zellankerstabilisations- und/oder Stapellängsachsstabilisationseffekt Synergien insbesondere im Hinblick auf den Explosionsschutz der Brennstoffzellenvorrichtung.

Zur Realisierung eines Explosionsschutzes bei Brennstoffzellenvorrichtungen werden häufig Belüftungen eingesetzt. Hier wird die Stapel einhausung bzw. das Brennstoffzelligegehäuse gezielt mit Luft durchströmt und dadurch

- 35 -

mögliche auftretende H₂-Leckagen in eine unkritischen Gemischzusammensetzung vermischt. Um die Bildung von Totwassergebieten/Gebieten schlechter Vermischung zu vermeiden, können bei konventionellen Brennstoffzellenvorrichtungen Luftleitbleche bzw. Strömungsführungen notwendig sein. Dies bedarf je nach Situation Zusatzelemente, welche kostenintensiv hergestellt und verbaut werden müssen. Denn Luftleitbleche sind teuer und müssen montiert werden. Die Positionen der Ein- und Ausgänge der Belüftung sind nicht frei wählbar, Ein- und Ausgänge müssen dort positioniert werden, wo es strömungstechnisch/belüftungstechnisch sinnvoll ist. Schlechten Vermischungen/Strömungsführungen kann mit höheren Belüftungsvolumenströmen entgegengewirkt werden, jedoch auf Kosten des Systemwirkungsgrads.

Wie erwähnt, können die hierin beschriebenen Zellaufhängungselemente und/oder ein hierin beschriebener Zellankerstabilisator oder ein hierin beschriebener Stapellängsachsstabilisator zwischen den benachbarten Kanalabschnitten liegen. Diese Kanalabschnitte können einen Teil eines Belüftungssystems bilden, das dem Explosionsschutz der Brennstoffzellenvorrichtung dient. Das Belüftungssystem kann z.B. mindestens eine Öffnung der Brennstoffzellenvorrichtung zur Zufuhr von Belüftungsluft mit einem Auslass der Brennstoffzellenvorrichtung zur Abfuhr von Belüftungsluft verbinden.

Ein besonderer Vorteil ergibt sich dabei dadurch, dass ein zwischen den Kanalabschnitten liegendes Zellaufhängungselement und/oder Zellankerstabilisator und/oder Stapellängsachsstabilisator ein für die Belüftung andernfalls erforderliches Luftleitblech mindestens teilweise ersetzen können.

Wenn ein hoher Anteil der Zellen, z.B. mindestens 10%, bevorzugt mindestens 20%, weiterhin bevorzugt mindestens 25%, besonders bevorzugt mindestens 33 %, ganz besonders bevorzugt mindestens 50% der Zellen je mindestens ein angebrachtes Zellaufhängungselement und/oder einen Stapellängsachsstabilisator aufweisen, können Luftleitbleche entbehrlich sein

- 36 -

und trotzdem eine sehr gute Belüftung der Brennstoffzellenvorrichtung erreicht werden.

Die Kanalabschnitte können ganz oder teilweise durch die Zellaufhängungselemente definiert sein.

Die Kanalabschnitte können ganz oder teilweise durch die Zellaufhängungselemente und/oder mindestens einen Zellankerstabilisator definiert sein.

Die Kanalabschnitte können ganz oder teilweise durch die Zellaufhängungselemente und/oder mindestens einen Stapellängsachsstabilisator (z.B. in einer der Ausführungsformen mit Stützbereich und Fixierungsbereich) definiert sein.

Ein Kanalabschnitt kann z.B. längs zur Stapellängsachse durch Zellaufhängungselemente und quer zur Stapellängsachse durch mindestens einen Zellankerstabilisator oder einen Stapellängsachsstabilisator begrenzt sein.

Die Definition von Kanalabschnitten ganz oder teilweise durch Zellaufhängungselemente kann eine wirkungsgradeffiziente Belüftung eines Brennstoffzellengehäuses ohne Zusatzkomponenten ermöglichen und auch eine geometrisch flexiblere Gestaltung und Positionierung des Ein- und Auslasses der Belüftung ermöglichen.

Parallel zueinander und zur Stapellängsachse verlaufende Kanalabschnitte können auf ein oder mehreren Stapeloberflächen verlaufen. Die Enden jeweils zwei benachbarter Kanalabschnitte können je an einem Ende einer Stapeloberfläche ineinander übergehen. Z.B kann dadurch ein mäanderförmig um den Brennstoffzellenstapel geführter Belüftungskanal ausgebildet sein. So ergibt sich die Möglichkeit, den Einlass und den Auslass des Belüftungskanals an der Brennstoffzellenvorrichtung nahe beieinander auszubilden.

- 37 -

Ein weiterer Vorteil der definierten Kanalabschnitte ist die räumliche Einschränkung der Flammenfront im Fehlerfall und dadurch eine Verringerung der schädlichen Auswirkungen einer auftretenden Gemischzündung.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß auch durch eine Brennstoffzellenvorrichtung gelöst, die ein oder mehrere Sensorelemente zur Erfassung einer Kraft und/oder einer auf die Einwirkung der Kraft zurückzuführenden Veränderung der Brennstoffzellenvorrichtung umfasst.

Insbesondere können sämtliche hierin beschriebenen Brennstoffzellenvorrichtungen ein oder mehrere Sensorelement zur Erfassung einer Kraft und/oder einer auf die Einwirkung der Kraft zurückzuführenden Veränderung der Brennstoffzellenvorrichtung umfassen.

Die ein oder mehreren Sensorelemente können zur Dehnungsmessung, zur Spannungsmessung oder zur Wegmessung ausgelegt sein. Solche Sensorelemente sind dem Fachmann bekannt. Es kann sich z.B. je um ein piezoelektrisches oder elektromagnetisches Sensorelement handeln.

Durch das Sensorelement / die Sensorelemente ergeben sich Vorteile, z.B. ein Erkennen kritischer Zustände des Verspannsystems. Etwa eine Unterschreitung der Mindestverspannkraft oder eine Überschreitung der Maximalverspannkraft, die Erkennung einer Verkippung, das Erkennen einer Biegung entlang der Stapellängsachse etc. Ferner ergibt sich eine Möglichkeit zum Ableiten nötiger Maßnahmen, z.B. von Betriebszuständen, Serviceanforderungen, etc.

Mindestens ein Sensorelement kann Daten an ein Datenauswertungssystem übertragen. Das Datenauswertungssystem kann konfiguriert sein, um einen Soll-Wert mit einem gemessenen Ist-Wert abzugleichen. Es kann ferner konfiguriert sein, gegebenenfalls einen Hinweis auszugeben, falls der Ist-Wert vom Soll-Wert abweicht oder falls der Ist-Wert zu weit vom Soll-Wert abweicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß ferner durch eine Brennstoffzellen-
vorrichtung, insbesondere für ein Fortbewegungsmittel, gelöst, wobei die
Brennstoffzellenvorrichtung Folgendes umfasst: ein Zugankerelement; über
das Zugankerelement verbundene Zugverspannelemente, z.B.
Zugankerplatten, und einen Zugankerstabilisator, der zwischen den
Zugverspannelementen mit dem Zugankerelement in Kontakt steht.

Selbstverständlich kann die Brennstoffzellenvorrichtung ein oder mehrere
Zugankerelemente umfassen, z.B. mindestens zwei, bevorzugt mindestens
vier, besonders bevorzugt mindestens sechs Zugankerelemente.

Ebenso selbstverständlich kann die Brennstoffzellenvorrichtung ein oder
mehrere Zugankerstabilisatoren umfassen.

Die Zugankerelemente eines Brennstoffzellen-Stacks können bei Resonanz
große Biegeschwingungs-Amplituden erfahren und gegebenenfalls brechen.
Der Kontakt des Zugankerstabilisators unterdrückt bzw. dämpft
Biegeschwingungen des Zugankerelements mindestens teilweise. Folglich wird
das Risiko eines Bruchs des Zugankerelements verringert.

Im Vergleich zu anderen technischen Lösungen, etwa Zuganker mit größerem
Durchmesser, oder Spannbänder an Stelle von Zugankerelementen, lässt sich
die Erfindung auf besonders einfache Weise in übliche, mit Zugankerelementen
verspannten Brennstoffzellenvorrichtungen, integrieren.

Eine Vergrößerung des Durchmessers der Zugankerelemente oder die
Verwendung von Spannbändern an Stelle von Zugankerelementen würden
einen beträchtlichen Anpassungsaufwand auch an anderen Bauteilen der
Brennstoffzellenvorrichtung mit sich bringen. Dieser lässt sich durch die
Erfindung vermeiden.

- 39 -

Als Zugankerelement kommt jedes Bauteil in Betracht, mit dem sich ein Brennstoffzellenstapel mit Hilfe von Zugverspannelementen, z.B. Zugankerplatten, einspannen lässt. Es kann sich z.B. um einen zu diesem Zweck allgemein üblichen Zuganker handeln.

Das Zugankerelement kann z.B. auch ein hierin an anderer Stelle beschriebenes Zugankerschienenelement sein.

Erfindungsgemäß steht der Zugankerstabilisator zwischen den Zugverspannelementen, z.B. Zugankerplatten, mit dem Zugankerelement in Kontakt. Der Kontakt kann auf beliebige Weise hergestellt sein.

Mit dem Begriff Zugverspannelement ist insbesondere eine Zugankerplatte gemeint. Der Begriff Zugverspannelement ist hierauf jedoch nicht begrenzt, da die Zugverspannfunktion einer Zugankerplatte z.B. auch durch die Wand einer Stapelinhäusung erfüllt werden kann.

Der Begriff Zugankerplatte ist funktionell zu verstehen. Jedes an ein Zugankerelement angebundenes Bauteil einer Brennstoffzellenvorrichtung über das eine Zugspannung des Zugankerelements auf einen Brennstoffzellenstapel direkt oder indirekt übertragen werden kann, ist eine Zugankerplatte. Denkbar wäre z.B. auch eine hinreichend verwindungssteife, im Wesentlichen gitterförmige Platte. Indirekt kann die Zugspannung z.B. mit Hilfe eines Federelements übertragen werden, wie in Fig. 15 beispielhaft dargestellt. Auch können zwischen Zugankerplatte und Brennstoffzellenstapel z.B. Druckverteilerplatten oder Krafteinleitungsplatten angeordnet sein.

Entscheidend ist im Hinblick auf die dämpfende Wirkung auf eine Biegeschwingung, dass der Kontakt zum Zugankerelement überhaupt besteht. Eine mit der Biegeschwingung einhergehende Auslenkung des Zugankerelements an der Stelle, an der der Zugankerstabilisator mit dem Zugankerelement in Kontakt steht, wird allein durch den Kontakt zum Zugankerstabilisator erschwert.

- 40 -

Der Kontakt zwischen Zugankerstabilisator und Zugankerelement kann formschlüssig, kraftschlüssig, und/oder stoffschlüssig sein. Bevorzugt ist er formschlüssig und/oder kraftschlüssig.

Bevorzugt weist der Zugankerstabilisator ein Zugankeranbindungselement auf.

Ein besonders bevorzugtes Zugankeranbindungselement ist an die Form des Zugankers angepasst.

Das Zugankeranbindungselement kann z.B. ein Schnappverbindungselement sein. Das Zugankerelement kann dann in das Schnappverbindungselement aufgenommen sein.

Das Schnappverbindungselement kann zwei Greifelemente aufweisen. Die Greifelemente können einen Aufnahmebereich bilden, der an die Form des Zugankerelements angepasst ist. Bei einem stabförmigen Zugankerelement mit rundem Querschnitt ist der Aufnahmebereich bevorzugt rund. Der Innendurchmesser des runden Aufnahmebereichs kann dann an den Außendurchmesser des stabförmigen Zugankerelements angepasst sein.

Die Greifelemente können eine sich verjüngende Aufnahme für das Zugankerelement definieren. Dabei kann sich mindestens ein Greifelement beim Anbringen des Zugankerstabilisators am Zugankerelement elastisch verformen und kann sich lösbar oder unlösbar, bevorzugt lösbar, am Zugankerelement verhaken. Ein derartiges elastisches Verformen eines Fügeteils ist bei Schnappverbindungen üblich.

Der Zugankerstabilisator kann ein Anbindungssicherungselement aufweisen. Hierbei kann es sich um ein beliebig ausgestaltetes Element handeln, mit dem sich ein im Zugankeranbindungselement angebundener Zugankerstabilisator im Zugankeranbindungselement sichern lässt. Das Anbindungssicherungselement kann z.B. eine Vertiefung oder eine Öffnung sein, über die/das sich

- 41 -

der Zugankerstabilisator (z.B. mit einem Band oder einem Kabelbinder) am Zugankerelement befestigen lässt.

Typischerweise steht der Zugankerstabilisator auch mit mindestens einem weiteren Bauteil der Brennstoffzellenvorrichtung in Kontakt. Der Kontakt zu dem weiteren Bauteil kann auf beliebige Weise hergestellt sein. Eine Biegeschwingungsamplitude des Zugankerelements im Kontaktbereich zum Zugankerstabilisator kann dann stärker gedämpft werden. Zusätzlich kann die Biegeschwingungsamplitude auch durch das ebenfalls in Kontakt zum Zugankerstabilisator stehende, andere Bauteil gedämpft werden.

Das mindestens eine weitere Bauteil kann z.B. unter einem weiteren Zugankerelement (oder mehreren weiteren Zugankerelementen), einer in den Brennstoffzellenstapel der Brennstoffzellenvorrichtung eingefügten Zwischenplatte (oder mehreren in den Brennstoffzellenstapel der Brennstoffzellenvorrichtung eingefügten Zwischenplatten) und einer Stapelinhäusung ausgewählt sein.

Es ragt bevorzugt ein mit dem Zugankerelement in Kontakt stehender Teil der Zwischenplatte aus der Stapeloberfläche heraus.

Der Zugankerstabilisator kann insbesondere ein weiteres Anbindungselement aufweisen. Das weitere Anbindungselement kann z.B. ein weiteres Zugankeranbindungselement oder ein Zwischenplattenanbindungselement sein.

Dies kann auf besonders einfache Weise ein Verbrücken des Zugankerelements über den Zugankerstabilisator mit dem anderen Bauteil ermöglichen. Eine Minderung der Biegeschwingungsamplitude auch durch das ebenfalls in Kontakt zum Zugankerstabilisator stehende, andere Bauteil, wird mit minimalem Aufwand erreicht.

- 42 -

Die Brennstoffzellenvorrichtung kann z.B. umfassen: mehrere Zugankerelemente, über die Zugankerelemente verbundene Zugverspannelemente, z.B. Zugankerplatten, wobei der Zugankerstabilisator zwischen den Zugverspannelementen mit mehreren Zugankerelementen in Kontakt steht. Der Zugankerstabilisator kann vorteilhaft über Zugankeranbindungselemente, insbesondere über Schnappverbindungselemente mit den Zugankerelementen in Kontakt stehen. Dies hat den Vorteil, dass der Zugankerstabilisator dann ganz einfach an die Zugankerelemente geclipst werden kann.

Vorteilhafte Zugankerstabilisatoren weisen mehrere Zugankeranbindungselemente und einen Stabilisatorstrebenbereich auf, wobei der Stabilisatorstrebenbereich sich von Zugankeranbindungselement zu Zugankeranbindungselement erstreckt.

Zwei Zugankeranbindungselemente können so ausgerichtet sein, dass der Zugankerstabilisator in Stapellängsrichtung zueinander versetzte Bereiche zweier Zuganker miteinander verbindet. Die beiden miteinander verbundenen Bereiche schwingen aufgrund des Versatzes nicht gleichphasig und mit derselben Amplitude. Es ergibt sich also der besondere Vorteil, dass eine wirksame Dämpfung von Biegeschwingungen auch dann erreicht wird, wenn beide Zuganker gleichphasig angeregt werden oder schwingen.

Eine Verbindung von derartig zueinander versetzten Bereichen zweier Zuganker wird z.B. dann erreicht, wenn mehrere Zugankeranbindungselemente mit den Ecken eines Dreiecks oder eines Vierecks zusammenfallen.

Der Zugankerstabilisator kann z.B. mindestens drei Zugankeranbindungselemente aufweisen, wobei mindestens drei der Zugankeranbindungselemente mit den Ecken eines Dreiecks, bevorzugt eines rechtwinkligen Dreiecks, zusammenfallen. Es ist dann vorteilhaft, wenn der Zugankerstabilisator mehrere Stabilisatorstrebenbereiche aufweist, die sich entlang von mindestens zwei, bevorzugt von drei Seiten des Dreiecks von Zugankeranbindungselement zu Zugankeranbindungselement erstrecken.

Der Zugankerstabilisator kann z.B. mindestens vier Zugankeranbindungselemente aufweisen, wobei mindestens vier der Zugankeranbindungselemente mit den Ecken eines Vierecks, bevorzugt eines Rechtecks, zusammenfallen. Es ist dann vorteilhaft, wenn der Zugankerstabilisator mehrere Stabilisatorstrebenbereiche aufweist, die sich entlang von mindestens drei, bevorzugt von vier Seiten des Vierecks von Zugankeranbindungselement zu Zugankeranbindungselement erstrecken.

Der Zugankerstabilisator kann vorteilhaft einen zur Stapellängsachse geneigt verlaufende Stabilisatorstrebenbereich aufweisen. Besonders vorteilhaft weist er mehrere gegensinnig zur Stapellängsachse geneigte Stabilisatorstrebenbereiche auf.

Er kann z.B. einen Gitterbereich umfassen. Der Gitterbereich kann Stabilisatorstrebenbereiche umfassen, die in mindestens zwei unterschiedliche Richtungen verlaufen und sich kreuzen.

Der Gitterbereich kann z.B. mehrere parallel zueinander und zur Stapellängsachse geneigt verlaufende Stabilisatorstrebenbereiche aufweisen. Besonders vorteilhaft weist er zusätzlich mehrere parallel zueinander und gegensinnig zur Stapellängsachse geneigt verlaufende Stabilisatorstrebenbereiche auf.

Der Zugankerstabilisator kann zusätzlich in Kontakt zu einem Zugverspannelement, z.B. einer Zugankerplatte, stehen. Er kann auch in Kontakt zu einem weiteren Zugverspannelement, z.B. einer weiteren Zugankerplatte, stehen. Dies schafft eine einfache Möglichkeit, den Zugankerstabilisator an einem Verrutschen entlang der Zugankerelemente zu hindern.

Der Zugankerstabilisator kann ein Zwischenplattenanbindungselement aufweisen.

Der Zugankerstabilisator kann z.B. ein Zugankeranbindungselement und ein Zwischenplattenanbindungselement aufweisen. Es kann ein Zugankerelement in das Zugankeranbindungselement aufgenommen sein. Ferner kann ein mit dem Zugankerstabilisator in Kontakt stehender Teil einer Zwischenplatte in das Zwischenplattenanbindungselement aufgenommen sein.

Die Zwischenplatte kann in den Brennstoffzellenstapel aufgenommen sein.

So ergibt sich zwischen den Zugverspannelementen, z.B. Zugankerplatten, eine weitere Lagerung des Zugankerelements. Dadurch kann eine (weitere) Minderung von Biegungsschwingungen des Zugankerelements bewirkt werden.

Das Zwischenplattenanbindungselement kann jeder Form haben, die sich zur Anbindung an eine Zwischenplatte eignet. Bevorzugt ist das Zwischenplattenanbindungselement ein Schnappverbindungselement.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß auch gelöst durch die Verwendung eines Verbindungselements aufweisend

- zwei Zugankeranbindungselemente oder
- ein Zugankeranbindungselement und ein Zwischenplattenanbindungselement

als Zugankerstabilisator einer Brennstoffzellenvorrichtung.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß auch gelöst durch einen Zugankerstabilisator für eine Brennstoffzelle, aufweisend:

- zwei Zugankeranbindungselemente oder
- ein Zugankeranbindungselement und ein Zwischenplattenanbindungselement.

Selbstverständlich kann das Verbindungselement und der Zugankerstabilisator mehr Zugankeranbindungselemente und/oder Zwischenplattenanbindungselemente aufweisen, als dazu hier im Zusammenhang mit der

- 45 -

erfindungsgemäßen Verwendung und dem erfindungsgemäßen Zugankerstabilisator explizit genannt sind.

Das Zwischenplattenanbindungselement kann zur Achse des Zugankeranbindungselements orthogonal ausgerichtet sein. Die Achse des Zugankeranbindungselements fällt mit der Achse des Zugankerelements zusammen, das über das Zugankeranbindungselement angebunden werden kann. Die orthogonale Ausrichtung ist bevorzugt, wenn die Zwischenplatte eben ist.

Konkrete Ausgestaltungsmöglichkeiten des Zugankerstabilisators wurden im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Brennstoffzellenvorrichtung beschrieben. Sie gelten selbstverständlich auch für den hier angesprochenen, erfindungsgemäßen Zugankerstabilisator und die hier angesprochene erfindungsgemäße Verwendung des Verbindungselements, dessen Aufbau dem Zugankerstabilisator entsprechen kann.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch eine Zwischenplatte für einen Brennstoffzellenstapel, wobei ein Rand der Zwischenplatte einen durch zwei konvexe Randbereiche flankierten konkaven Randbereich zur Aufnahme eines Zugankerelements aufweist und an mindestens einem konvexen Randbereich ein Rastelement, z.B. einen Rastkopf, zur Anbindung eines Zwischenplattenanbindungselement eines Zugankerstabilisators ausgebildet ist.

Die Zwischenplatte kann mit einem Zugankerstabilisator für eine Brennstoffzelle verbunden sein, der ein Zugankeranbindungselement und ein Zwischenplattenanbindungselement aufweist. Das Zwischenplattenanbindungselement kann zur Achse des Zugankeranbindungselements orthogonal ausgerichtet sein.

- 46 -

Die Zwischenplatte kann mit dem Zugankerstabilisator über eine Schnappverbindung verbunden sein, wobei z.B. das Zwischenplattenanbindungselement am Restelement, z.B. an einem an den Rastkopf angrenzenden, konvexen Randbereich der Zwischenplatte, angeordnet ist.

Merkmale der Erfindung, die in Verbindung mit einem Gegenstand der Erfindung beschrieben sind, also z.B. in Verbindung mit einer bestimmten erfindungsgemäße Brennstoffzellenvorrichtung können auch für eine andere hierin beschriebene erfindungsgemäße Brennstoffzellenvorrichtung gelten.

So betrifft die Erfindung auch eine Brennstoffzellenvorrichtung die einen Stapellängsachsstabilisator und ein Zellaufhängungselement umfasst.

So betrifft die Erfindung auch eine Brennstoffzellenvorrichtung die einen Stapellängsachsstabilisator und einen Zugankerstabilisator umfasst.

Ferner betrifft die Erfindung auch eine Brennstoffzellenvorrichtung die ein Zellaufhängungselement und einen Zugankerstabilisator umfasst.

Außerdem betrifft die Erfindung auch eine Brennstoffzellenvorrichtung die einen Stapellängsachsstabilisator, ein Zellaufhängungselement und einen Zugankerstabilisator umfasst.

Weitere bevorzugte Merkmale und/oder Vorteile der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung und der zeichnerischen Darstellung von Ausführungsbeispielen.

In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 und 2 schematisch das Problem einer Biegung eines Brennstoffzellenstapels;

Fig. 3 eine Zwischenplatte zur Stapellängsachsstabilisation;

- Fig. 4 Verbindungselemente;
- Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Brennstoffzellenvorrichtung mit Zwischenplatte;
- Fig. 6 eine Detailansicht des Aufbaus eines Brennstoffzellenstapels mit Zwischenplatte;
- Fig. 7 einen Träger mit Gleitstützelement;
- Fig. 8 einen Träger mit Gleitstützelementen;
- Fig. 9 eine andere Ansicht des Trägers aus Fig. 8;
- Fig. 10 eine Stabilisierung entlang der Stapellängsachse über einen konkaven Bereich einer Stapeloberfläche;
- Fig. 11 eine Brennstoffzellenvorrichtung mit Stützkissenelementen;
- Fig. 12 eine weitere Brennstoffzellenvorrichtung mit Stützkissenelementen;
- Fig. 13 eine Brennstoffzellenvorrichtung mit Schüttmaterial;
- Fig. 14 eine Brennstoffzellenvorrichtung mit Formkörpern;
- Fig. 15 einen Brennstoffzellenstapel mit Stellen zur Anbringung von Sensorelementen;
- Fig. 16 eine Brennstoffzellenstapel bei dem die Zelle über zwei Zellaufhängungselemente mit Widerlagern verbunden sind;

- Fig. 17 eine Brennstoffzellenstapel bei dem die Zelle über acht Zellaufhängungselemente mit Widerlagern verbunden sind;
- Fig. 18 ein Ausführungsform eines Zellaufhängungselements mit Widerlager und Dämpfungselement;
- Fig. 19 ein weitere Ausführungsform eines Zellaufhängungselements mit Widerlager, Dämpfungselement und Gegenlager;
- Fig. 20 einen Brennstoffzellenstapel mit Zugankerstabilisatoren;
- Fig. 21 eine andere Ansicht des Brennstoffzellenstapels aus Fig. 20;
- Fig. 22 einen Brennstoffzellenstapel mit Zugankerstabilisatoren;
- Fig. 23 eine andere Ansicht des Brennstoffzellenstapels aus Fig. 22;
- Fig. 24 einen Zugankerstabilisator;
- Fig. 25 eine andere Ansicht des Zugankerstabilisators aus Fig. 24;
- Fig. 26 einen weiteren Zugankerstabilisator;
- Fig. 27 einen Brennstoffzellenstapel mit Zugankerstabilisatoren;
- Fig. 28 eine andere Ansicht des Brennstoffzellenstapels aus Fig. 27;
- Fig. 29 eine andere Ansicht des Brennstoffzellenstapels aus Fig. 27 und 28 mit Blick auf eine Bipolarplatte;
- Fig. 30 eine Zwischenplatte mit Zugankerstabilisatoren;
- Fig. 31 einen vergrößerten Ausschnitt XXXI der Fig. 30;

- Fig. 32-35 Brennstoffzellenstapel mit Stapellängsachsstabilisation über Stützelemente und Gegenelemente;
- Fig. 36 einen Querschnitt zweier Bipolarplatten mit einstückiger Dichtungs-Stabilisator-Einheit;
- Fig. 37 einen Querschnitt zweier Bipolarplatten mit Dichtung und Stapellängsachsstabilisator;
- Fig. 38-40 Querschnitte zweier Metall-Bipolarplatten mit einstückiger Dichtungs-Stabilisator-Einheit;
- Fig. 41 einen Querschnitt einer Bipolarplatte bei der eine Gleitkontaktfläche durch eine Randstützfläche gebildet ist; und
- Fig. 42 eine schematische Darstellung eines in eine Ausnehmung eines Stapellängsachsstabilisators aufgenommenen Plattenvorsprungbereichs.

Gleiche oder funktional äquivalente Elemente sind in sämtlichen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 und 2 zeigen eine stark vereinfacht dargestellte Brennstoffzellen-vorrichtung 300, die einen Brennstoffzellenstapel 100 umfasst. Die gestrichelte Linie zeigt eine Stapellängsachse des Brennstoffzellenstapels.

Insbesondere wenn die Brennstoffzellenvorrichtung 300 in einem Fortbewegungsmittel, z.B. in einem Kraftfahrzeug verbaut ist, kann sie Stößen und Erschütterungen ausgesetzt sein.

Die Stöße und Erschütterungen können dazu führen, dass der Brennstoffzellenstapel dazu neigt, sich entlang der Stapellängsachse zu

- 50 -

biegen. Eine Biegung der Stapellängsachse ist in Fig. 1 schematisch dargestellt.

Je nachdem, ob die Zellen im Brennstoffzellenstapel in dem Fortbewegungsmittel in horizontal liegender oder in vertikal stehender Richtung verbaut sind, kann sich die Biegung des Brennstoffzellenstapels 100 entlang der Stapellängsachse insbesondere in Folge von horizontalen Beschleunigungen, etwa beim Bremsen, Beschleunigen und/oder Kurvenfahrt ergeben, oder in Folge von vertikalen Beschleunigungen, etwa beim Überfahren von Schlaglöchern.

Die ungewünschte Biegung des Brennstoffzellenstapels 100 entlang der Stapellängsachse kann auch dadurch begünstigt sein, dass im Brennstoffzellenstapel 100 aufeinanderfolgende Reaktionszonen jeweils durch Dichtungen 108 (vgl. Fig. 6) abgedichtet sind. Die Dichtungsmaterialien haben auch im eingespannten Zustand eine restliche Komprimierbarkeit, so dass die Biegesteifigkeit des Brennstoffzellenstapels 100 entlang der Stapellängsachse relativ gering ist. Dies wird z.B. aus Fig. 6 verständlich, die zeigt, dass Dichtungen 108 im Allgemeinen am Rand zwischen den Bipolarplatten 104 liegen.

Fig. 3-6 illustrieren Ausführungsformen zur Stabilisierung der Stapellängsachse mittels Zwischenplatte 110. Ein grundlegender Aufbau ist in Fig. 5 gezeigt. Die Brennstoffzellenvorrichtung 300 umfasst einen Stapellängsachsstabilisator. Der Stapellängsachsstabilisator umfasst bei der hier gezeigten Ausführungsform eine in den Brennstoffzellenstapel 100 eingefügte Zwischenplatte 110. Die Zwischenplatte 110 unterteilt den Brennstoffzellenstapel 100 in zwei Brennstoffzellenstapel-Abschnitte 102.

In Fig. 5 ist gut zu erkennen, dass ein Teil der Zwischenplatte 110 aus der Stapeloberfläche herausragt und damit zwischen einer parallel zur Stapellängsachse verlaufenden Stapeloberfläche des Brennstoffzellenstapels 100 und einem Widerlager angeordnet ist. Fig. 5 zeigt außerdem ein

- 51 -

Anbindung bzw. Abstützung des aus der Stapeloberfläche herausragenden Teils der Zwischenplatte über ein Verbindungselement 111 am Gehäuse oder am Systemrahmen.

Die Anbindung umfasst eine gleitende Lagerung. Verbindungselement 111 ist an dem Widerlager über das justierbares Widerlagerelement 119 gleitend gelagert.

Eine Montage des Brennstoffzellenstapels wird durch eine Überführung des justierbaren Widerlagerelements 119 von einer ersten Position in eine zweite Position erleichtert.

Eine Oberfläche des Widerlagerelements 119 bildet eine Widerlagerkontaktfläche 123 sein. Eine Oberfläche eines an der Zwischenplatte angeordneten Verbindungselements bildet eine Gleitkontaktfläche 121. Durch Justieren des Widerlagerelements kann sichergestellt werden, dass es zu einem gewünschten Gleiten der Gleitkontaktfläche 121 an der Widerlagerkontaktfläche 123 des justierbares Widerlagerelement 119 im Gleitkontaktbereich kommen kann.

Verbindungselement 111 kann z.B. ein Keramik-Verbindungselement oder ein Kunststoff-Verbindungselement sein.

Das Verbindungselement 111 kann z.B. über ein hier nicht dargestellte elastisches Zwischenelement an der Zwischenplatte angebracht sein.

Die in Fig. 5 gezeigte Art der Anbindung des Brennstoffzellenstapels am Widerlager bietet weitere Vorteile, z.B. eine hohe elektrische Isolation, den Ausgleich von Fertigungstoleranzen und einer Wärmedehnung der Zwischenplatte (unter anderem durch das elastische Zwischenelement).

Als Widerlager kann auch ein Zugankerelement 138 fungieren (vgl. Fig. 3).

Jeder aus der Stapeloberfläche herausragende Teil der Zwischenplatte 110 kann über in Fig. 3-5 schematisch gezeigte Verbindungselemente 111 an je ein Zugankerelement 138 oder anderweitig an ein Widerlager angebunden sein.

Möglichkeiten zum Aufbau der Zwischenplatte 110 werden insbesondere aus Fig. 3 und 6 deutlich, wobei aus der Stapeloberfläche herausragende Teile der Zwischenplatte in Fig. 6 nicht gezeigt sind. Wie in Fig. 3 links gezeigt, weisen zwei Ränder der Zwischenplatte je einen durch zwei konvexe Randbereiche flankierten konkaven Randbereich zur Aufnahme eines Zugankerelements auf. Denkbar ist die Ausgestaltung der konvexen Randbereiche z.B. mit Rastkopf 284, wie im Zusammenhang mit Fig. 30 und 31 unten näher beschrieben. Verbindungselemente 111 können in Zusammenwirkung mit Zwischenplatte 110 also zugleich eine stabilisierende Wirkung auf das Zugankerelement haben.

Fig. 6 zeigt, dass die Zwischenplatte 110 dicker sein kann als die Bipolarplatten 104 in den beiden Brennstoffzellenstapel-Abschnitten 102. In Fig. 6 ist außerdem die Lage von Membran-Elektroden-Einheiten 106 zwischen der Zwischenplatte 110 und benachbarten Bipolarplatten 104 sowie zwischen je zwei Bipolarplatten 104 und 104 in den beiden Brennstoffzellen-Abschnitten 102 beiderseits der Zwischenplatte 110 gezeigt. Bei den Membran-Elektroden-Einheiten 106 zwischen der Zwischenplatte 110 und benachbarten Bipolarplatten 104 kann es sich z.B. um Membran-Elektroden-Einheiten 106 mit 5-Schicht-Aufbau handeln. Bei den Membran-Elektroden-Einheiten 106 zwischen Bipolarplatten 104, 104 kann es sich z.B. um Membran-Elektroden-Einheiten 106 mit 7-Schicht-Aufbau handeln. Dichtungen 108 liegen jeweils am Rand zwischen den im Stapelaufbau aufeinanderfolgenden Platten 104 und 110. Für die Erzeugung der Dichtgeometrie ist ein Anodenbereich 112 und ein Kathodenbereich 114 auf die Zwischenplatte aufgeschweißt, so dass die Oberflächen der Zwischenplatte 110 in Bereichen, in denen die Dichtung 108 anliegt, die Form entsprechender Oberflächenbereiche der Bipolarplatten 104 aufweist.

Fig. 7-9 zeigen eine weitere mögliche Ausgestaltung einer Stapellängsachsstabilisierung für eine Brennstoffzellenvorrichtung. Hier umfasst ein Stapellängsachsstabilisator ein Gleitstützelement 120, das die Stapeloberfläche gegen ein als Widerlager 118 fungierenden Träger 122 abstützt.

Die Gleitstützelemente 120 können z.B. direkt auf der Zellaußenkontur anliegen. Bevorzugt ist mindestens ein Teil mindestens eines Gleitstützelements 120 in einem Bereich einer Stapeloberfläche angeordnet, in dem keine Fluidleitstrukturen (z.B. Leitungen, Schläuche und/oder Verteiler) verlaufen.

Fig. 7 zeigt nur einen sehr kleinen Ausschnitt der an Gleitstützelement 120 anliegenden Zellaußenkontur. So ist aus Fig. 7 nicht zu erkennen, dass der Brennstoffzellenstapel ein oder mehrere Kontaktbereiche aufweisen kann, an dem oder an denen die Gleitstützelemente anliegen und den Brennstoffzellenstapel abstützen. Die Kontaktbereiche können durch ein oder mehrere Bestandteile des Brennstoffzellenstapels gebildet sein. Auch ein oder mehrere Bipolarplatten können die Form eines oder mehrerer Kontaktbereiche definieren.

Die in Fig. 7 angedeutete Feder und die gestrichelte Linie symbolisieren die Elastizität des Materials, aus dem das Gleitstützelement 120 gefertigt ist. Durch Verwendung eines weichen elastischen Materials kann die aufliegende Zelle geschont werden. Bei Erschütterungen und Stößen kommt es zu einer über die Oberfläche des Gleitstützelements verteilten und gedämpften Kraftübertragung auf die Stapeloberfläche bzw. den Rand einer oder mehrerer anliegenden Zellen.

Fig. 8 zeigt, dass Gleitstützelemente 120 sowie ein Loslagerelement 126 an dem Träger 122 verschiebbar geführt sind. Führungselemente 124, z.B.

- 54 -

Führungsstäbe, erstrecken sich parallel zum Träger 122 durch die Gleitstützelemente 120 und durch das Loslagerelement 126 hindurch.

Zwischen den Gleitstützelementen können um die Führungsstäbe Federn 128, z.B. Spiralfedern, angeordnet sein. Diese sind in Fig. 9 gezeigt. Die von den Gleitstützelementen 120 abgewandten Enden der Federn 128 können durch in Fig. 9 gezeigte Federpositionierungselemente an den Führungsstäben positioniert sein.

Die Widerlagerkontaktfläche 123 ist hier also eine Oberfläche des Trägers 122. Die vom Stapellängsachsstabilisator umfasste Gleitkontaktfläche 121 ist eine der Widerlagerkontaktfläche 123 zugewandte Oberfläche des Gleitstützelements 120 sein.

Bei der Ausführungsform der Fig. 7-9 ergibt sich also eine Stabilisierung der Stapellängsachse, indem die Stapeloberfläche über das Gleitstützelement 120 gegen einen als Widerlager fungierenden Träger 122 abgestützt wird. Zugleich Dämpfen die Federn 128 Bewegungen der an den Gleitstützelementen 120 anliegenden Zellränder in Richtung der Stapellängsachse. Dies kann zu einer weiteren Stabilisierung des Brennstoffzellenstapels beitragen.

Fig. 10 zeigt eine Ausführungsform, bei der eine Stabilisierung entlang der Stapellängsachse in einem konkaven Bereich der Stapeloberfläche des Brennstoffzellenstapels durch ein als Widerlager fungierendes Schienenelement 132 erfolgt.

In Figur 10 ist eine Zellkontur angedeutet. Zwischen Brennstoffzellenstapel und Schienenelement ist ein elastisches Pufferelement 130 angeordnet, es ist ein Elastomer-Pufferelement. Zusätzlich kann zwischen Pufferelement 130 und Schienenelement 132 ein weiteres Element 134 angeordnet sein. Das weitere Element 134 kann z.B. ein Gleitelement sein, das ein Gleiten des Pufferelements 130 entlang der Längsachse des Schienenelements 132 begünstigt.

Die Widerlagerkontaktfläche 123 ist hier also eine Oberfläche des Schienenelements 132. Die vom Stapellängsachsstabilisator umfasste Gleitkontaktfläche ist eine der Widerlagerkontaktfläche 123 zugewandte Oberfläche des Pufferelements 130 sein. In Fig. 10 sind nicht sämtliche Widerlagerkontaktflächen und Gleitkontaktflächen mit den entsprechenden Bezugszeichen versehen.

Das Pufferelement 130 ist zwischen einem parallel zur Längsachse des Brennstoffzellenstapels 100 verlaufenden konkaven Bereich der Stapeloberfläche des Brennstoffzellenstapels 100 und dem als Widerlager fungierenden Schienenelement 132 angeordnet. Es dient zur Zellabstützung. Das Schienenelement kann einen Zuganker bzw. ein Zugankerelement 138 einer konventionellen Brennstoffzellenvorrichtung ersetzen.

Fig. 11 zeigt eine Ausführungsform, bei der eine Stabilisierung entlang der Stapellängsachse durch Stützkissenelemente 140 erfolgt. Die Stützkissenelemente 140 fungieren als Stapellängsachsstabilisatoren.

Fig. 12 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei der eine Stabilisierung entlang der Stapellängsachse durch Stützkissenelemente 140 erfolgt. Die Stützkissenelemente 140 fungieren als Stapellängsachsstabilisatoren. Abweichend von der in Fig. 11 gezeigten Ausführungsform liegen die hier gezeigten Stützkissen nur in einem mittleren Bereich des Brennstoffzellenstapels 100 an demselben an.

Fig. 13 zeigt eine Ausführungsform, bei der eine Stabilisierung entlang der Stapellängsachse durch Schüttmaterial 150 erfolgt. Das Schüttmaterial 150 fungiert als Stapellängsachsstabilisator.

Fig. 14 zeigt eine Ausführungsform, bei der eine Stabilisierung entlang der Stapellängsachse durch Formteile 160 erfolgt. Die Formteile 160 fungieren als Stapellängsachsstabilisatoren.

Bei den in Fig. 11 bis 14 gezeigten Ausführungsformen liegen die beiden Enden des Brennstoffzellenstapels 100 je an einer Krafteinleitungsplatte 146 an. Der Aufbau aus Brennstoffzellenstapel 100 und den beiden Krafteinleitungsplatten 146 ist je zwischen einer Zugankerplatte 142 und einer Druckverteilerplatte 144 angeordnet.

Fig. 15 zeigt Stellen einer Brennstoffzellenvorrichtung 300. An diesen können ein oder mehrere Sensorelement(e) zur Erfassung einer Kraft und/oder einer auf die Einwirkung der Kraft zurückzuführenden Veränderung der Brennstoffzellenvorrichtung 300 angeordnet werden. Auf diese Stellen deuten die gezeigten Pfeile mit Bezugszeichen 260 hin, wobei die Sensorelemente selbst nicht dargestellt sind. Wie dargestellt, können sich die Stellen z.B. an einer Zugankerplatte, an einem Zuganker bzw. an einem Zugankerelement, an einer Befestigungsmutter eines Zugankers bzw. eines Zugankerelements, an einer Feder (insbesondere an einer zwischen Zugankerplatte und Druckverteilerplatte angeordneten Tellerfeder), an einer Druckverteilerplatte und/oder einer Festlagerplatte befinden.

Fig. 16 zeigt schematisch das Innere einer Brennstoffzellenvorrichtung 300, die Folgendes umfasst: einen Brennstoffzellenstapel 100 und ein an einer Zelle 200 des Brennstoffzellenstapels 100 angebrachtes Zellaufhängungselement 202. Das Zellaufhängungselement 202 verbindet die Zelle 200 mit einem Widerlager 118. Zur Zelle 200 gehört die ebenfalls gezeigte Membran-Elektroden-Einheit 106.

In dem hier gezeigten Beispiel umfasst die Zelle 200 ein Zellaufhängungsrahmenelement 222. Das Zellaufhängungsrahmenelement 222 umfasst das Zellrahmenelement 220 und das daran ausgebildete Zellaufhängungselement 202.

Wie in Fig. 16 gut zu erkennen ist, ist das Zellaufhängungselement 202 in dem Widerlager 118 verankert.

Fig. 16 zeigt eine Zelle 200, die zwei Zellaufhängungselemente 202 aufweist. Die Zellaufhängungselemente 202 stehen über einander gegenüberliegenden Stapeloberflächen des hier nicht näher gezeigten Brennstoffzellenstapels 100 heraus.

Fig. 17 zeigt schematisch das Innere einer anderen Brennstoffzellenvorrichtung 300. Zellen 200 dieser Brennstoffzellenvorrichtung unterscheiden sich von Zellen 200 der in Fig. 16 gezeigten Brennstoffzellenvorrichtung im Wesentlichen durch eine höhere Zahl an Zellaufhängungselementen 202 und korrespondierenden Widerlagern 118. So zeigt Fig. 17 eine Zelle 200, die acht Zellaufhängungselemente 202 aufweist. Die Zelle 200 hat einen im Wesentlichen rechteckigen Querschnitt. An den beiden langen Seiten der Zelle 200 sind jeweils drei Zellaufhängungselemente angebracht. An den beiden kurzen Seiten der Zelle ist jeweils ein Zellaufhängungselement angebracht. Die Zellaufhängungselemente 202 stehen über einander gegenüberliegende Stapeloberflächen des hier nicht näher gezeigten Brennstoffzellenstapels 100 heraus.

Fig. 18 zeigt einen Ausschnitt einer weiteren Brennstoffzellenvorrichtung 300 in vergrößerter Darstellung, wobei ein Zellaufhängungselement 202 die Zelle 200 über ein Dämpfungselement 230 mit einem Widerlager 118 verbindet.

Einige Details der Verbindung von Zellaufhängungselement 202 und Widerlager 118 sind in der vergrößerten Ansicht der Fig. 18 besonders gut zu erkennen. Sie werden daher im Folgenden an Fig. 18 erläutert. Die Erläuterungen gelten jedoch ebenso auch für Ausführungsformen ohne Dämpfungselement, wie z.B. in Fig. 16 und 17 gezeigt. So weist das Zellaufhängungselement 202 einen Kopfbereich 204 und einen Halsbereich 206 aufweist. Der Kopfbereich 204 ist über den Halsbereich 206 an der Zelle

- 58 -

200 angebracht. Außerdem zeigt Fig. 18, dass am Widerlager 118 ein Kragenbereich 208 ausgebildet ist und dass der Kopfbereich 204 durch den sich zum Halsbereich 206 hin erstreckenden Kragenbereich 208 in das Widerlager 118 aufgenommen ist.

Fig. 18 zeigt auch, dass das Widerlager 118 eine von der Zelle 200 abgewandte Widerlageroberfläche 210 und dass das Zellaufhängungselement 202 eine der Zelle 200 zugewandte Aufhängungsoberfläche 212 aufweist. Die Widerlageroberfläche 210 erstreckt sich in einen Bereich zwischen der Zelle 200 und der Aufhängungsoberfläche 212. Zwischen Zellaufhängungselement 202 und Widerlager 108 besteht also eine Verbindung, die eine Hinterschneidung umfasst.

Dies begrenzt ein Herausgleiten des Zellaufhängungselements 202 aus dem Widerlager 118.

Das Widerlager 118 weist auch eine der Zelle 200 zugewandte Widerlageroberfläche 214 auf. Ferner weist das Zellrahmenelement 220 eine von der Zelle abgewandte Aufhängungsoberfläche 216 auf. Die Aufhängungsoberfläche 216 erstreckt sich in einen Bereich zwischen der Zelle 200 und der Widerlageroberfläche 214. Dies begrenzt ein Hineingleiten des Zellaufhängungselements 202 in das Widerlager 118.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 16 und 17 steht die von der Zelle 200 abgewandte Widerlageroberfläche 210 in sämtlichen Widerlagern 118 mit der Aufhängungsoberfläche 212 in Kontakt. Dort sind Widerlageroberflächen 210, 214 und Aufhängungsoberflächen 212, 216 jeweils nicht mit Bezugszeichen versehen.

Betrachtet man in Fig. 16 und 17 nur ein Widerlager 118, wäre ein Hineingleiten des Zellaufhängungselements 202 denkbar, bis Aufhängungsoberfläche 216 in Kontakt zu Widerlageroberfläche 214 tritt. Dem wirkt bei

- 59 -

den Ausführungsformen der Fig. 16 und 17 jedoch das jeweils gegenüberliegende Zellaufhängungselement 202 entgegen, indem ein Herausgleiten des Zellaufhängungselements 202 aus dem Widerlager dadurch verhindert wird, dass auch dort die Widerlageroberfläche 210 mit der Aufhängungsoberfläche 212 in Kontakt steht.

In der Ausführungsform der Fig. 18 erstreckt sich ein erster Abschnitt des Dämpfungselements 230 in einen Bereich zwischen Widerlageroberfläche 210 und Aufhängungsoberfläche 212. Ein zweiter Abschnitt des Dämpfungselements 230 erstreckt sich in einen Bereich zwischen Widerlageroberfläche 214 und Aufhängungsoberfläche 216. Bei dieser Ausführungsform wird ein Herausgleiten des Zellaufhängungselements 202 aus dem Widerlager 118 also durch eine Kompression des ersten Abschnitts des Dämpfungselements 230 gebremst und letztlich gestoppt. Ein Hineingleiten des Zellaufhängungselements 202 in das Widerlager 118 wird durch eine Kompression des zweiten Abschnitts des Dämpfungselements 230 gebremst und letztlich gestoppt.

Das Dämpfungselement 230 kann ein Elastomer enthalten. Es kann sich um ein Elastomerlager bzw. einen Elastomerdämpfer handeln. Dieser kann z.B. aus einem Material gefertigt sein, das für hierin beschriebene Dichtungen 108 verwendet werden kann.

Fig. 19 zeigt eine Ausführungsform, mit auf einer zellabgewandten Seite des Zellaufhängungselements 202 angeordnetem Gegenlager 240. Auch dieses Gegenlager 240 kann einem Hineingleiten des Zellaufhängungselements 202 in das Widerlager 118 entgegenwirken. Das Gegenlager kann z.B. aus einem Harz und/oder Elastomer gebildet sein und/oder das Zellaufhängungsrahmenelement 222 über das Zellaufhängungselement 202 mechanisch an die Stapeleinhausung 174 anbinden.

Bei den in Fig. 16 und 17 gezeigten Ausführungsformen können je mehrere Zellen 200 des Brennstoffzellenstapels 100 (bevorzugt mindestens 10 % der Zellen 200 oder mindestens jede zehnte Zelle 200 des Brennstoffzellenstapels

- 60 -

100, besonders bevorzugt mindestens 50 % der Zellen 200 oder mindestens jede zweite Zelle 200 des Brennstoffzellenstapels 100, z.B. jede Zelle 200 des Brennstoffzellenstapels 100) Zellaufhängungselemente 202 aufweisen, die so angebracht sind, wie in der jeweiligen Fig. für die dort dargestellte Zelle 200 gezeigt.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 16 bis 19 umfassen das bzw. die Widerlager 118 Aufhängungselemente 218. Diese sind an der Stapel-einhausung 174 angeordnet.

Wenn viele Zellen 200 des Brennstoffzellenstapels 100 Zellaufhängungselemente 202 aufweisen, die so angebracht sind, wie in Fig. 17 für die dort dargestellte Zelle 200 gezeigt, wird ein Bereich zwischen Brennstoffzellenstapel 100 und Stapel-einhausung 174 in acht Kanalabschnitte 250 aufgeteilt. Die Zellaufhängungselemente 202 liegen zwischen benachbarten Kanalabschnitten 250 und können die Kanalabschnitte 250 gegeneinander abgrenzen.

Die Kanalabschnitte 250 können den besonderen Vorteil einer besseren Belüftung des Bereichs zwischen Brennstoffzellenstapel 100 und Stapel-einhausung 174 bieten. Durch die Kanalabschnitte 250 kann ein Gasstrom, z.B. Luftstrom geführt werden. Er kann mäandrierend um die Stapeloberfläche geführt werden, wie in Fig. 17 mit Symbolen angedeutet, die ein Zuströmen auf den Betrachter und ein Abströmen vom Betrachter anzeigen. Eine Bildung zündfähiger Gasgemische kann dadurch in dem gesamten Bereich vermieden und somit die Betriebssicherheit der Brennstoffzellenvorrichtung weiter gesteigert werden.

Fig. 20 und 21 zeigen einen Brennstoffzellenstapel 100 für ein Brennstoffzellenvorrichtung von unterschiedlichen Seiten. Dieser umfasst: mehrere Zugankerelemente 138, über die Zugankerelemente 138 verbundene Zugankerplatten 142 und Zugankerstabilisatoren 270. Die Zugankerstabilisatoren 270 stehen zwischen den Zugankerplatten 142 mit je drei

- 61 -

Zugankerelementen 138 in Kontakt. Zellen 200 sind in den Brennstoffzellenstapeln 100 nur als parallel verlaufenden Linien angedeutet.

Bei dem in Figuren 22 und 23 gezeigten Brennstoffzellenstapel stehen an zwei einander gegenüberliegenden Stapeloberflächen zwischen den Zugankerplatten 142 jeweils drei zueinander beabstandete Zugankerstabilisatoren 270 mit drei Zugankerelementen 138 in Kontakt.

Details des in Fig. 20 bis 23 gezeigten Zugankerstabilisators 270 sind aus Figuren 24 und 25 gut zu erkennen. Der Zugankerstabilisator 270 weist drei Zugankeranbindungselemente 272 auf. Ein Stabilisatorstrebenbereich 276 erstreckt sich von Zugankeranbindungselement 272 zu Zugankeranbindungselement 272. Die Zugankeranbindungselemente 272 sind an die Zugankerform angepasst. Sie weisen jeweils zwei Greifelemente auf, die einen runden Aufnahmebereich für das runde, stabförmige Zugankerelement 138 bilden, wobei der Innendurchmesser des runden Aufnahmebereichs an den Außendurchmesser des runden, stabförmigen Zugankerelements 138 angepasst ist. In dem hier gezeigten Beispiel sind die Zugankeranbindungselemente 272 Schnappverbindungselemente.

Der in Figuren 24 und 25 gezeigte Zugankerstabilisator weist vorzugsweise Anbindungssicherungselemente 274 in Form von Öffnungen auf. Über diese Öffnungen kann der Zugankerstabilisator z.B. mit einem Kabelbinder im Zugankeranbindungselement 272 gesichert werden.

Der Kabelbinder wird durch die Öffnung und um das im Zugankeranbindungselement 272 angebundene Zugankerelement geführt (hier nicht gezeigt).

Figur 26 zeigt eine andere Ausführungsform eines Zugankerstabilisators 270, bei dem sich ebenfalls ein Stabilisatorstrebenbereich 276 von Zugankeranbindungselement 272 zu Zugankeranbindungselement 272 erstreckt. Dort

- 62 -

sind die Zugankeranbindungselemente 272 ebenfalls Schnappverbindungselemente.

Auch Figuren 27 und 28 zeigen einen Brennstoffzellenstapel 100 für eine Brennstoffzellenvorrichtung von unterschiedlichen Seiten. Auch dieser umfasst: mehrere Zugankerelemente 138, über die Zugankerelemente 138 verbundene Zugankerplatten 142 und Zugankerstabilisatoren 270. Die Zugankerstabilisatoren 270 stehen zwischen den Zugankerplatten 142 mit dem Zugankerelement 138 in Kontakt. Figur 29 zeigt denselben Brennstoffzellenstapel 100 in schematischer Ansicht mit Blick auf eine Bipolarplatte 104 im Inneren des Brennstoffzellenstapels 100.

Die beiden in Figuren 27 bis 29 gezeigten Zugankerstabilisatoren 270 weisen je zwölf Zugankeranbindungselemente 272 auf, die in den Figuren nicht alle mit Bezugszeichen versehen und teilweise von anderen Zugankerstabilisatorbereichen überdeckt sind. Je vier Zugankeranbindungselemente 272 jedes Zugankerstabilisators 270 stehen mit einem Zugankerelement 138 in Kontakt. Die Zugankeranbindungselemente 272 sind jeweils so ausgeführt, wie in Figuren 24 bis 26 gezeigt.

Aus Figuren 27 und 28 ist auch gut zu erkennen, dass mindestens drei der Zugankeranbindungselemente 272 mit den Ecken eines rechtwinkligen Dreiecks zusammenfallen. Unter den Zugankeranbindungselementen 272 lassen sich viele Gruppen von jeweils drei Zugankeranbindungselementen 272 identifizieren, die mit den Ecken eines rechtwinkligen Dreiecks zusammenfallen. Bei einigen dieser rechtwinkligen Dreiecke erstrecken sich Stabilisatorstrebenbereiche 276, 278, 280, 282 entlang mindestens zwei der Seiten des Dreiecks von Zugankeranbindungselement 272 zu Zugankeranbindungselement 272. So verlaufen in Figur 27 z.B. die Stabilisatorstrebenbereiche 276, 280 und 282 entlang drei Seiten eines Dreiecks.

Aus Figuren 27 und 28 ist auch gut zu erkennen, dass mindestens vier der Zugankeranbindungselemente 272 mit den Ecken eines Rechtecks zusammenfallen. Unter den Zugankeranbindungselementen 272 lassen sich viele Gruppen von jeweils vier Zugankeranbindungselementen 272 identifizieren, die mit den Ecken eines Rechtecks zusammenfallen. So liegen z.B. vier Zugankeranbindungselemente 272 an den vier Ecken des Zugankerstabilisators 270. Bei dem korrespondierenden Rechteck erstrecken sich vier Stabilisatorstrebenbereiche entlang der vier Seiten des Zugankerstabilisators 270 von Zugankeranbindungselement 272 zu Zugankeranbindungselement 272.

Der in Figuren 27 und 28 gezeigten Zugankerstabilisator 270 weist neben zur Stapellängsachse rechtwinklig verlaufenden Stabilisatorstrebenbereichen 276 auch zur Stapellängsachse geneigt verlaufende Stabilisatorstrebenbereiche 278 und 280 auf.

Fig. 30 zeigt an einer Zwischenplatte 110 angebundene Zugankerstabilisatoren 270. Fig. 31 zeigt eine Detailansicht eines Zugankerstabilisators 270 aus Fig. 30. Der in diesen Figuren gezeigte Zugankerstabilisator 270 weist ein Zugankeranbindungselement 272 und zwei Zwischenplattenanbindungselemente 286 auf, wobei nur das auf den Betrachter zugewandte Zwischenplattenanbindungselement mit Bezugszeichen 286 versehen ist. Ein Zugankerelement 138 kann in das Zugankeranbindungselement 272 aufgenommen werden. Ein mit dem Zugankerstabilisator 270 in Kontakt stehender Teil einer Zwischenplatte 110 ist in das Zwischenplattenanbindungselement 286 aufgenommen. Die beiden Zwischenplattenanbindungselemente 286 sind Schnappverbindungselemente.

Der in Figur 31 gut sichtbare Zugankerstabilisator 270 weist ein Zugankeranbindungselement 272 und ein zur Achse des Zugankeranbindungselements 272 orthogonal ausgerichtetes Zwischenplattenanbindungselement 286 auf. Die Achse des Zugankeranbindungselements 272 fällt mit der Achse des Zugankerelements 138 zusammen, das über das Zugankeranbindungselement

- 64 -

272 angebunden werden kann. Die zur Achse des Zugankeranbindungselements 272 orthogonale Ausrichtung des Zwischenplattenanbindungselements 286 bedeutet, dass diese Achse orthogonal zu der Plattenebene einer über das Zwischenplattenanbindungselement 286 anbindbaren Zwischenplatte 110 ausgerichtet ist.

Figuren 30 und 31 zeigen den Zugankerstabilisator 270 an einer Zwischenplatte 110. Es handelt sich um eine Zwischenplatte 110 für einen Brennstoffzellenstapel 100. Ein Rand der Zwischenplatte 110 weist einen durch zwei konvexe Randbereiche flankierten konkaven Randbereich zur Aufnahme eines Zugankerelements 138 auf. An den beiden konvexen Randbereich ist jeweils ein Rastkopf 284 ausgebildet. Die Rastköpfe 284 dienen je zur Anbindung eines Zwischenplattenanbindungselements 286 des Zugankerstabilisators 270.

Aus den Figuren 30 und 31 ist nicht direkt zu erkennen, dass in einem Brennstoffzellenstapel 100 mit der Zwischenplatte 110 ein mit dem Zugankerstabilisators 270 in Kontakt stehender Teil der Zwischenplatte 110 aus der Stapeloberfläche herausragt. Die vom Stapellängsachsstabilisator umfasste Gleitkontaktfläche 121 kann eine innere Oberfläche des Zugankeranbindungselements 272 sein. Die hier nicht gezeigte Widerlagerkontaktfläche ist dann also eine Oberfläche des Zugankerelements.

Die in Fig. 32-40 gezeigten Ausführungsformen zeichnen sich dadurch aus, dass ein Fixierungsbereich 170 (vgl. Fig. 36-40) eines aus einem Elastomer und/oder einem Kunststoff gefertigten Stapellängsachsstabilisators 116 (vgl. Fig. 37), der auch Teil einer Dichtungs-Stabilisator-Einheit 180 sein kann (vgl. Fig. 36, 38, 39 und 40), sich in einen Plattenzwischenraum 176 erstreckt und in dem Plattenzwischenraum 176 durch die beiden angrenzenden Bipolarplatten 104, 104 eingespannt ist (vgl. Fig. 36-40).

Da Fig. 32 einen Brennstoffzellenstapel 100 mit Blick entlang der Stapellängsachse auf eine Oberfläche einer Bipolarplatte 104 zeigt, sind die sich in

Plattenzwischenräume erstreckenden Fixierungsbereiche 170 durch die Bipolarplatte 104 verdeckt.

Fig. 32 verdeutlicht, dass Stützbereiche 178 von Stapellängsachsstabilisatoren Bereiche bilden, die zwischen den vier Stapeloberflächen und hier nicht vollständig gezeigten Widerlagern angeordnet sind. Das Widerlager kann z.B ein Teil der hier nicht dargestellten Stapeleinhausung umfassen. Das Widerlager umfasst Gegenelemente 172 umfassen, die mit einer definierten Vorspannkraft auf die Stützbereiche 178 drücken können, so dass eine Auslenkung des Brennstoffzellenstapels 100 gegenüber der Stapellängsachse erschwert und dadurch eine Stapellängsachsstabilisation erreicht wird.

Fig. 32 zeigt außerdem, dass Gegenelemente 172 ganz unterschiedlich geformt sein können. So kann eine ebene Oberfläche eines Gegenelementes 172 flach auf eine ebene Oberfläche eines Stützbereichs 178 drücken. Dabei kann ein großflächiger Kontakt bestehen oder ein kleinflächiger Kontakt. Gegenelemente 172 können auch gekrümmt sein und über eine oder mehrere Krümmungen auf eine Oberfläche eines Stützbereichs 178 drücken.

Auch Fig. 33 und 34 zeigen Brennstoffzellenstapel 100 mit Blick entlang der Stapellängsachse auf eine Oberfläche einer Bipolarplatte. Deshalb sind auch dort die sich in Plattenzwischenräume erstreckenden Fixierungsbereiche 170 von Stapellängsachsstabilisatoren durch Bipolarplatte 104 verdeckt. Von den Stapellängsachsstabilisatoren sind nur die Stützbereiche zu sehen und mit Bezugszeichen versehen.

Die in Fig. 33 gezeigte Bipolarplatte 104 ist an zwei einander gegenüberliegenden Kanten verbreitert. Ihre Kontur ähnelt der eines Knochens. Dadurch entstehen zusätzliche, nach innen angeordnete Ecken, die für die Stapellängsachsstabilisation genutzt werden können. Die nach innen angeordneten Ecken bieten eine gute mechanische Anbindungsmöglichkeit für Stapellängsachsstabilisatoren mit Fixierungsbereich 170 und Stützbereich 178. Denn die Bipolarplatten und Dichtungen weisen dort keine Unterbrechung

- 66 -

durch Verteiler auf. Prinzipiell sind auch die außen angeordneten Ecken zur mechanischen Anbindung geeignet. Je nach Belastungscharakteristik können für einen Plattenzwischenraum auch weniger als vier Stapellängsachsstabilisatoren ausreichen.

Die in Fig. 34 gezeigte Bipolarplatte 104 weist an zwei einander gegenüberliegenden Kanten Erweiterungsbereiche auf, die über die ansonsten rechteckige Grundform der Bipolarplatte 104 hinausstehen. Kraftspitzen, die zu einer Biegung entlang der Stapellängsachse führen könnten (vgl. Fig. 1 und 2), können in diesen Erweiterungsbereichen besonders gut aufgenommen werden. So können diese Erweiterungsbereiche (mit) zwischen Krafteinleitungsplatten oder Endplatten des Stapels verspannt werden, ohne dass dadurch zugleich eine übermäßige punktuelle Komprimierung einer Dichtung des Brennstoffzellenstapels erfolgen würde.

Abweichend von den in Fig. 33 und 34 gezeigten Bipolarplatten 104 weisen diejenigen des in Fig. 35 gezeigten Brennstoffzellenstapels 100 eine rechteckige Form auf. Es kann sich insbesondere bei solchen Ausführungsformen anbieten, die hier nicht zu sehende Dichtung 108 und den Stapellängsachsstabilisator 116 als eine einstückige Dichtungs-Stabilisator-Einheit 180 auszubilden. Eine solche Dichtungs-Stabilisator-Einheit 180 ist z.B. in Fig. 36, 38, 39 und 40 im Schnitt gezeigt. Die dort gezeigten Dichtungs-Stabilisator-Einheiten 180 weisen einen über den Fixierungsbereich 170 mit der Dichtung 108 verbundenen Stützbereich 178 auf. Wie Fig. 35 zeigt, können die Widerlager 118 je ein Teil der Stapeleinhausung 174 und daran angeordnete Gegenelemente 172 umfassen, die mit einer definierten Vorspannkraft auf die Stützbereiche 178 drücken.

Gegenelemente 172 können an der Stapeleinhausung 174 verschiebbar angeordnet sein, um die definierte Vorspannkraft auf die Stützbereiche der Stapellängsachsstabilisatoren 116 bzw. Dichtungs-Stabilisator-Einheiten 180 einstellen zu können.

- 67 -

Bei Brennstoffzellenstapeln 100 der Fig. 32-35 sind Widerlagerkontaktflächen 123 jeweils dem Stützbereich 178 zugewandte Oberflächen der Gegenelemente 172. Gleitkontaktflächen 121 sind jeweils den Widerlagerkontaktflächen 123 zugewandte Oberflächen der Stützbereiche 178.

Die Schnitte der Fig. 36-40 zeigen Randbereiche von Bipolarplatten 104 mit zwischen den Bipolarplatten 104 angeordneter Membran-Elektroden-Einheit 106 und Dichtung 108, mit einem Fixierungsbereich 170, der sich in einen Plattenzwischenraum 176 erstreckt und mit einem Stützbereich 178. Die Bipolarplatten 104 definieren an deren Rand jeweils einen Dichtungsaufnahmebereich 190 und einen Stabilisatoraufnahmebereich 192. Der Stabilisatoraufnahmebereich 192 liegt zwischen dem Rand der Bipolarplatten 106 und dem Dichtungsaufnahmebereich 190.

Bei der Ausführungsform der Fig. 37 gehören der Fixierungsbereich 170 und der Stützbereich 178 einem Stapellängsachsstabilisator 116 an, der von der Dichtung 108 abgesetzt ist. Bei den Ausführungsformen der Fig. 36, 38, 39 und 40 gehören sowohl die beiden für den Stapellängsachsstabilisator 116 charakteristischen Bereiche 170 und 178 als auch die Dichtung 108 einer einstückigen Dichtungs-Stabilisator-Einheit 180 an.

Aus Fig. 32 und 35 wird deutlich, dass Stützbereiche sich typischerweise nur über Abschnitte der Kanten von Bipolarplatten 104 erstrecken, nicht über die gesamte Länge der Kanten um Bipolarplatten herum. Bei der Dichtungs-Stabilisator-Einheit 180 der Fig. 36, 38, 39 und 40 ist die längste Ausdehnung der Dichtung 108 größer als die längste Ausdehnung des Stützbereichs 178.

In Fig. 36-40 ist der Stützbereich in Richtung der Stapellängsachse dicker ausgeführt als der Fixierungsbereich. Der Stützbereich hat jeweils zwei Schultern. Die Schultern erstrecken sich über die Randoberflächen der beiden Bipolarplatten, zwischen denen der Fixierungsbereich fixiert ist.

Fig. 38 und 39 zeigen Ausführungsformen mit Bipolarplatten 104 aus Metall, mit einer optionalen Anpassung des Randes der Bipolarplatten 104. Die Anpassung des Randes zielt darauf ab, eine Beschädigung des Stapellängsachsstabilisators bzw. der Dichtungs-Stabilisator-Einheit 180 unter Vibrationsbelastung zu vermeiden. Durch ein Umbiegen (Fig. 38) oder Umbördeln (Fig. 39), kann die Schnittwirkung der Metallkante auf den Stützbereich 178 bzw. dessen Schulter auf ein zulässiges Maß reduziert werden. In beiden Ausführungsformen der Fig. 38 und 39 wird so an einer orthogonal zur Plattenebene orientierte Randoberfläche der Bipolarplatte eine Randstützfläche 194 definiert, deren orthogonal zur Plattenebene gemessene Breite D die Bipolarplattenmaterialdicke übersteigt.

Fig. 36-40 stellen die Dichtung 108, den Fixierungsbereich 170 und die Membran-Elektroden-Einheit 106 jeweils in ihrer unverpressten Dicke dar. Im Brennstoffzellenstapel wird Dichtung 108 auf Dichtspalt verpresst, ebenso der Fixierungsbereich 170 und die Membran-Elektroden Einheit 106 entsprechend der anliegenden Verspannkraft. Die Verformung unter der Verpressung, die sich durch die einwirkende Verspannkraft ergibt, wird in den Fig. 36-40 nicht gezeigt.

In Fig. 36-40 sind jeweils Teile des Fixierungsbereichs 170 aufgedickt. Im Fixierungsbereich der Fig. 37 sind einseitig vier Aufdickungen ausgebildet. In Fixierungsbereichen der Figuren 36, 38 und 39 sind je beidseitig drei Aufdickungen ausgebildet.

Die Gleitkontaktfläche 121 ist jeweils eine Oberfläche des Stützelements 178.

Fig. 40 zeigt eine Ausführungsform, bei der der Fixierungsbereich 170 so ausgeführt ist, dass die zum Verpressen des Fixierungsbereichs 170 zwischen den Bipolarplatten 104 erforderliche Kraft zu Rändern des Fixierungsbereichs 170 hin abnimmt. Die Dicke des Fixierungsbereichs 170 ist an einer zum Stützelement 178 nächsten Aufdickung und an einer vom Stützelement am

weitesten entfernten Aufdickung jeweils geringer, als die Dicke einer zwischen diesen beiden Aufdickungen ausgebildeten Aufdickung.

Der Schnitt der Fig. 41 zeigt ebenfalls einen Randbereich von Bipolarplatten 104 mit zwischen den Bipolarplatten 104 angeordneter Membran-Elektroden-Einheit 106 und Dichtung 108. Bei der hier gezeigten Ausführungsform definiert eine Randoberfläche der Bipolarplatte eine Randstützfläche 194, deren orthogonal zur Plattenebene gemessene Breite D die Bipolarplattenmaterialdicke übersteigt. Die Stapellängsachse des Brennstoffzellenstapels kann dann dadurch stabilisiert werden, dass diese Randstützfläche 194 an einem Widerlager, z.B. an der Stapeleinhausung, angeordnet wird.

Eine weitere Möglichkeit zur Stabilisation eines Brennstoffzellenstapels entlang der Stapellängsachse ist in Fig. 42 gezeigt. Dort ist ein Randbereich einer erfindungsgemäßen Bipolarplatte 104 dargestellt. Ein Plattenvorsprungbereich 105 in Form einer Lasche erstreckt sich in eine Ausnehmung 117 des Stapellängsachsstabilisators 116. Die Ausnehmung 117 ist ein Schlitz.

Die Ausnehmung 117 ist durch einen Ausnehmungsrandbereich begrenzt. Dieser ist durchgehend an die punktiert dargestellte Randkontur der Lasche angepasst. Der Ausnehmungsrandbereich begrenzt also die Tiefe und Länge der Ausnehmung 117.

Das Stützelement 178 des Stapellängsachsstabilisators 116 ist durch einen Bereich des Stapellängsachsstabilisators 116 gebildet, der in der Ebene der Bipolarplatte über die Lasche hinaussteht. Der Ausnehmungsrandbereich liegt also im Übergang von der Ausnehmung 117 zum Stützelement 178.

Die vom Stapellängsachsstabilisator umfasste Gleitkontaktfläche 121 ist eine Oberfläche des Stützelements 178, nämlich die am Stützelement 178 gegenüber des Ausnehmungsrandbereichs liegende Oberfläche des Stützelements 178.

- 70 -

Die Gleitkontaktfläche 121 kann z.B. an einer in Fig. 42 nicht dargestellten Innenoberfläche einer Stapeleinhausung anliegen. Die als Widerlagerkontaktfläche fungierende Innenoberfläche der Stapeleinhausung definiert dann zusammen mit der Gleitkontaktfläche 121 den parallel zur Stapellängsachse verlaufenden Gleitkontaktbereich.

Die Lasche ist im hier gezeigten Beispiel kraft- und formschlüssig in der Ausnehmung 117 angeordnet. Der Stapellängsachsstabilisator 116 ist hier ein Kunststoffteil, das durch Umspritzen der Lasche der Bipolarplatte 104 mit einem Kunststoff gebildet ist.

Der Stapellängsachsstabilisator 116 ist mit der Lasche über eine Hinterschneidung verbunden. Die Lasche weist zwei Laschenvertiefungen 125 auf. Die Laschenvertiefungen 125 können Öffnungen sein, die im Bereich der Lasche durch die Bipolarplatte 104 hindurchführen. In die Laschenvertiefungen 125 erstreckt sich der Kunststoff des durch Umspritzen der Lasche gebildeten Stapellängsachsstabilisator 116 hinein. Der Stapellängsachsstabilisator 116 greift also in die Laschenvertiefungen 125 ein.

Bezugszeichenliste

Brennstoffzellenstapel	100
Brennstoffzellenstapel-Abschnitt	102
Bipolarplatte	104
Plattenvorsprungbereich	105
Membran-Elektroden-Einheit	106
Dichtung	108
Zwischenplatte	110
Verbindungselement	111
Anodenbereich	112
Kathodenbereich	114
Stapellängsachsstabilisator	116
Ausnehmung	117
Widerlager	118
justierbares Widerlagerelement	119
Gleitstützelement	120
Gleitkontaktfläche	121
Träger	122
Widerlagerkontaktfläche	123
Führungselement	124
Laschenvertiefung	125
Loslagerelement	126
Feder	128
Pufferelement	130
Schienenenelement	132
weiteres Element	134
Stapelkontur	136
Zugankerelement	138
Stützkissenelement	140
Zugankerplatte	142
Druckverteilerplatte	144
Krafteinleitungsplatte	146

- 72 -

Schüttmaterial	150
Formteil	160
Fixierungsbereich	170
Gegenelement	172
Stapeleinhausung	174
Plattenzwischenraum	176
Stützbereich	178
Dichtungs-Stabilisator-Einheit	180
Dichtungsaufnahmebereich	190
Stabilisatoraufnahmebereich	192
Randstützfläche	194
Zelle	200
Zellaufhängungselement	202
Kopfbereich	204
Halsbereich	206
Kragenbereich	208
Widerlageroberfläche	210
Aufhängungsoberfläche	212
Widerlageroberfläche	214
Aufhängungsoberfläche	216
Aufhängungsgegenelement	218
Zellrahmenelement	220
Zellaufhängungsrahmenelement	222
Dämpfungselement	230
Gegenlager	240
Kanalabschnitt	250
Sensorelement	260
Zugankerstabilisator	270
Zugankeranbindungselement	272
Anbindungssicherungselement	274
Stabilisatorstrebenbereich	276
Stabilisatorstrebenbereich	278
Stabilisatorstrebenbereich	280

- 73 -

Stabilisatorstrebenbereich	282
Rastkopf	284
Zwischenplattenanbindungselement	286
Brennstoffzellenvorrichtung	300

Patentansprüche

1. Brennstoffzellenvorrichtung (300), wobei die Brennstoffzellenvorrichtung (300) Folgendes umfasst:
ein Zugankerelement (138);
über das Zugankerelement (138) verbundene Zugverspannelemente, z.B. Zugankerplatten (142), und ein Zugankerstabilisator (270), der zwischen den Zugverspannelementen mit dem Zugankerelement (138) in Kontakt steht.
2. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugankerstabilisator (270) ein Zugankeranbindungselement (272) aufweist.
3. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugankerstabilisator ein Anbindungssicherungselement (274) aufweist.
4. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Zugankeranbindungselement (272) ein Schnappverbindungselement ist.
5. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugankerstabilisator (270) auch mit mindestens einem weiteren Bauteil der Brennstoffzellenvorrichtung (300) in Kontakt steht.
6. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine weitere Bauteil unter
- einem weiteren Zugankerelement (138);

- 75 -

- einer in den Brennstoffzellenstapel (100) der Brennstoffzellenvorrichtung (300) eingefügten Zwischenplatte (110); und
 - einer Stapeleinhausung (174) ausgewählt ist.
7. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugankerstabilisator (270) ein weiteres Anbindungselement aufweist.
8. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Brennstoffzellenvorrichtung (300) Folgendes umfasst:
mehrere Zugankerelemente (138);
über die Zugankerelemente (138) verbundene Zugverspannelemente, z.B. Zugankerplatten (142), dadurch gekennzeichnet, dass der Zugankerstabilisator (270) zwischen den Zugverspannelementen mit mehreren Zugankerelementen (138) in Kontakt steht.
9. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugankerstabilisator (270) mehrere Zugankeranbindungselemente (272) und einen Stabilisatorstrebenbereich (276, 278, 280, 282) aufweist, der sich von Zugankeranbindungselement (272) zu Zugankeranbindungselement (272) erstreckt.
10. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugankerstabilisator (270) mindestens drei Zugankeranbindungselemente (272) aufweist, wobei mindestens drei der Zugankeranbindungselemente (272) mit den Ecken eines Dreiecks zusammenfallen.

- 76 -

11. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugankerstabilisator (270) mindestens vier Zugankeranbindungselemente (272) aufweist, wobei mindestens vier der Zugankeranbindungselemente (272) mit den Ecken eines Vierecks zusammenfallen.
12. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Zugankerstabilisator (270) ein Zugankeranbindungselement (272) und ein Zwischenplattenanbindungselement (286) aufweist, wobei ein Zugankerelement (138) in das Zugankeranbindungselement (272) aufgenommen ist und ein mit dem Zugankerstabilisator (270) in Kontakt stehender Teil einer Zwischenplatte (110) in das Zwischenplattenanbindungselement (286) aufgenommen ist.
13. Brennstoffzellenvorrichtung (300) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenplattenanbindungselement (286) ein Schnappverbindungselement ist.
14. Verwendung eines Verbindungselements (111) aufweisend
 - zwei Zugankeranbindungselemente (272) oder
 - ein Zugankeranbindungselement (272) und ein Zwischenplattenanbindungselement (286)als Zugankerstabilisator (270) einer Brennstoffzellenvorrichtung (300).
15. Zugankerstabilisator (270) für eine Brennstoffzelle, aufweisend
 - zwei Zugankeranbindungselemente (272) oder
 - ein Zugankeranbindungselement (272) und ein zur Achse des Zugankeranbindungselements (272) orthogonal ausgerichtetes Zwischenplattenanbindungselement (286).

- 77 -

16. Zwischenplatte (110) für einen Brennstoffzellenstapel (100), wobei ein Rand der Zwischenplatte (110) einen durch zwei konvexe Randbereiche flankierten konkaven Randbereich zur Aufnahme eines Zugankerelements (138) aufweist und an mindestens einem konvexen Randbereich ein Rastelement zur Anbindung eines Zwischenplattenanbindungselements (286) eines Zugankerstabilisators (270) ausgebildet ist.

1/36

FIG.1

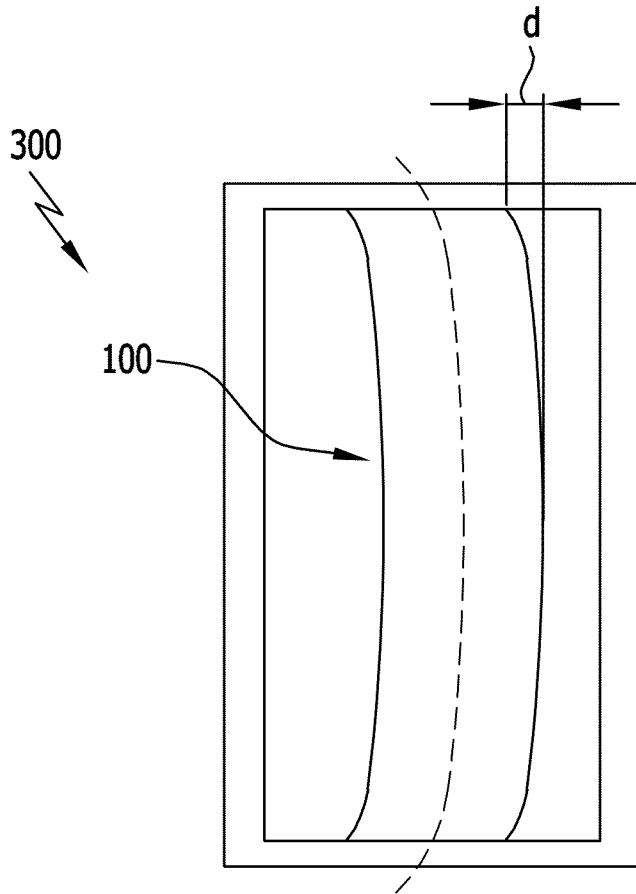


FIG.2

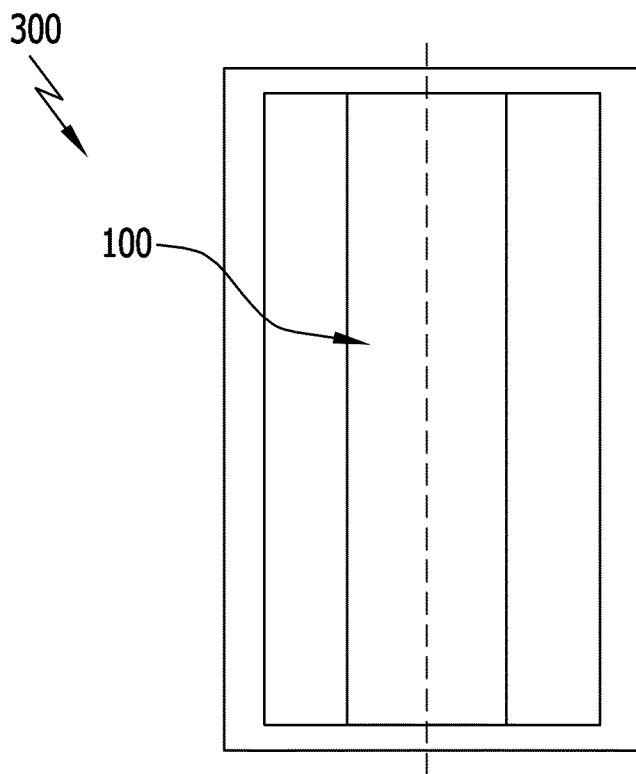


FIG.3

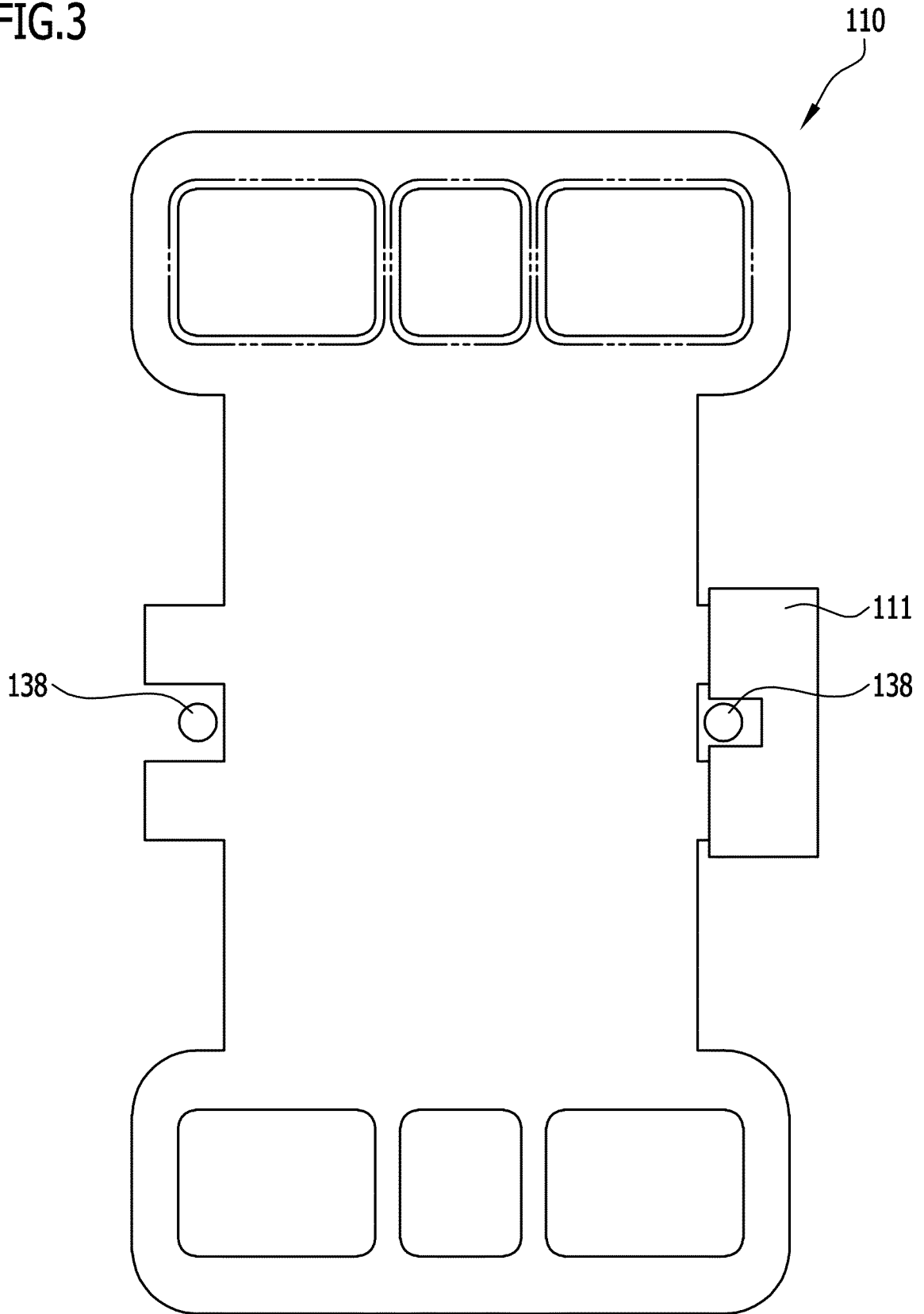


FIG.4

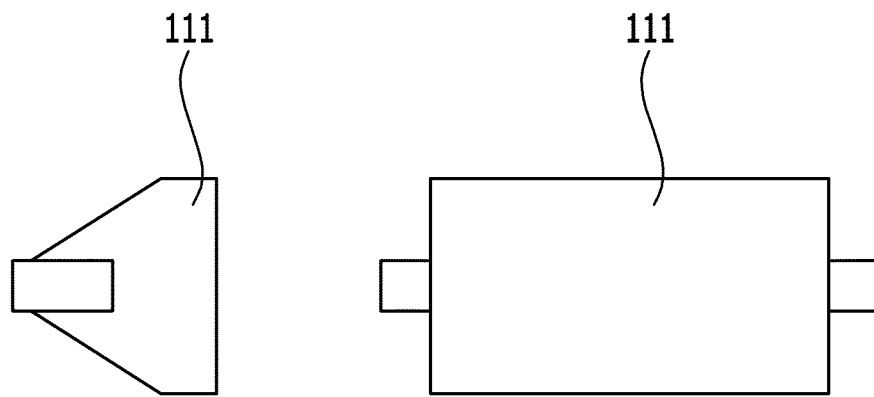


FIG.5

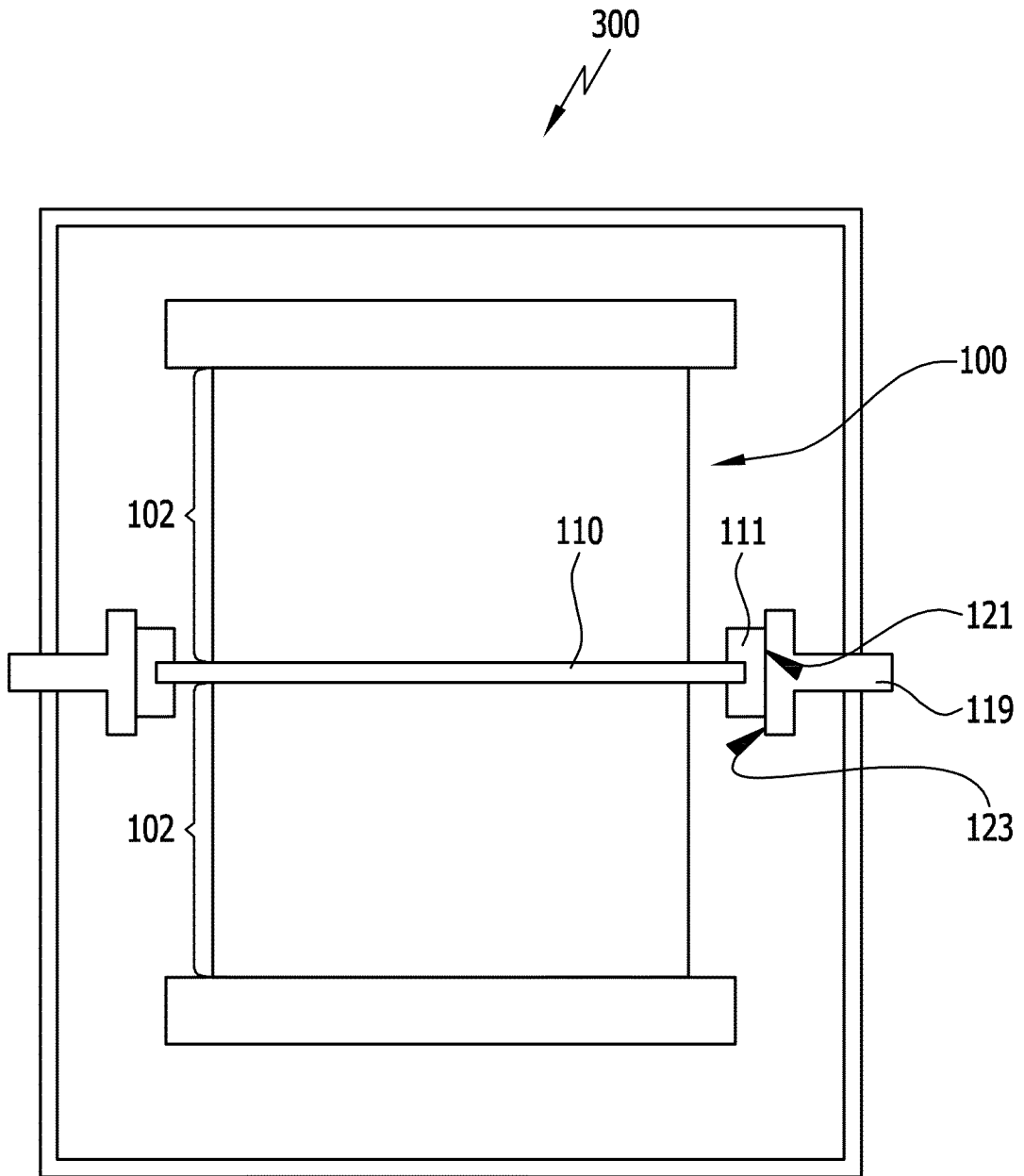


FIG.6

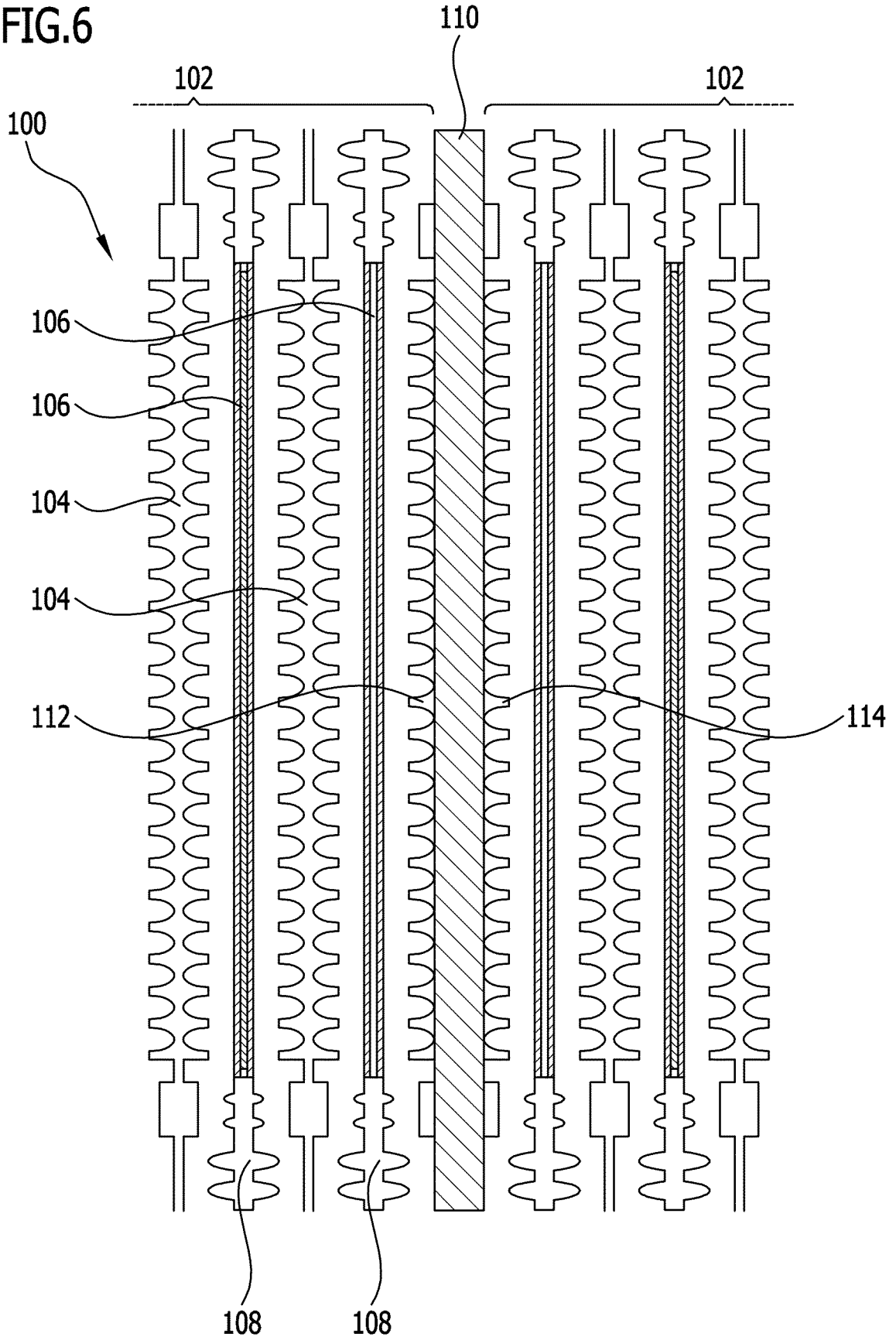


FIG.7

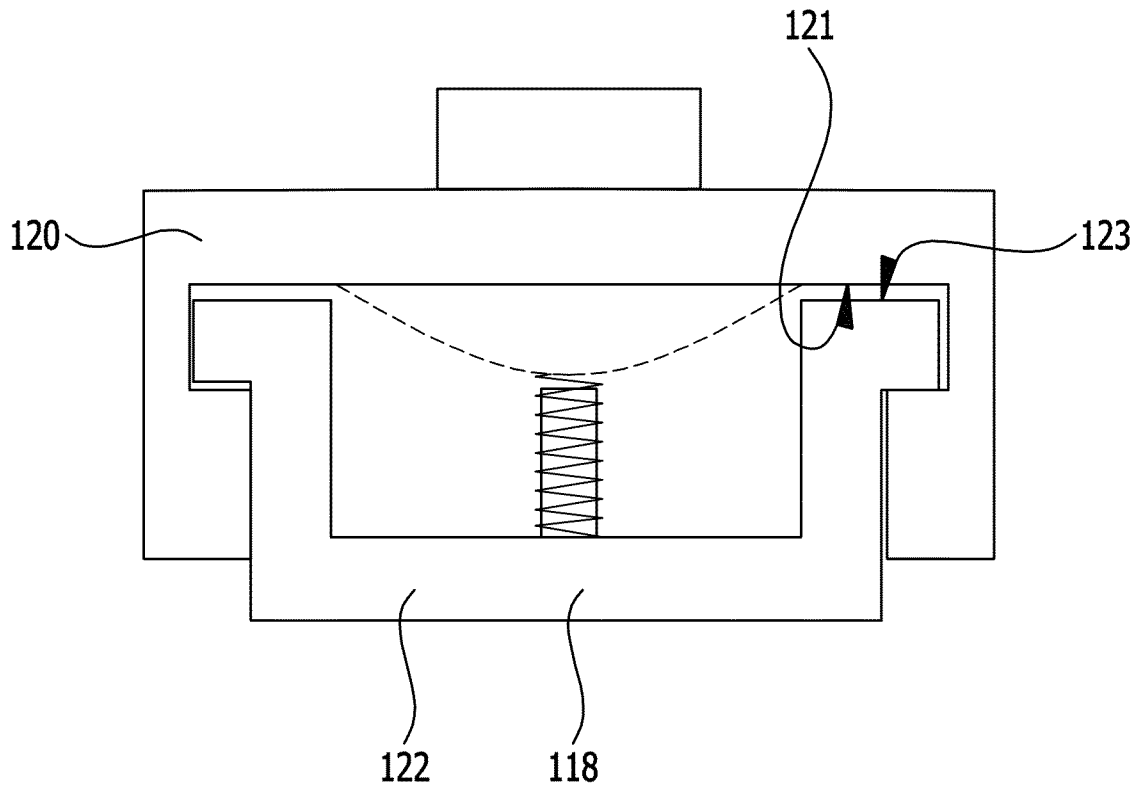
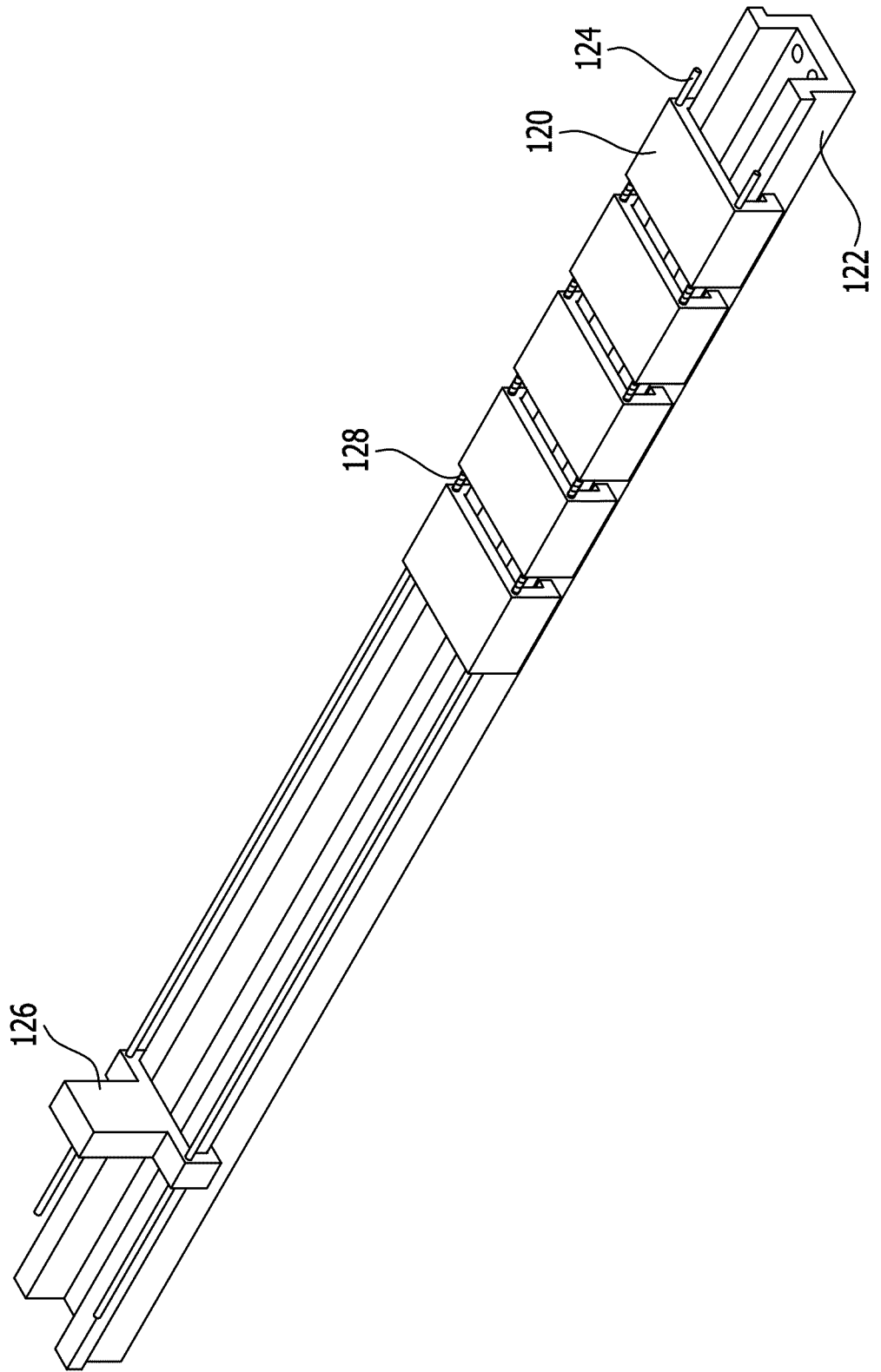


FIG.8



8/36

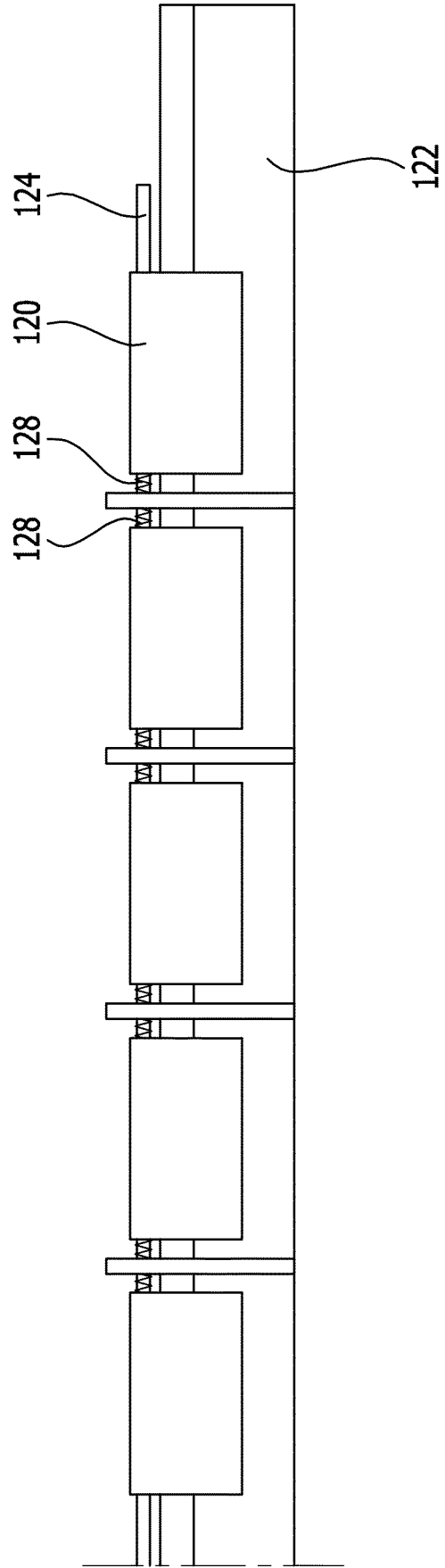


FIG.9

FIG.10

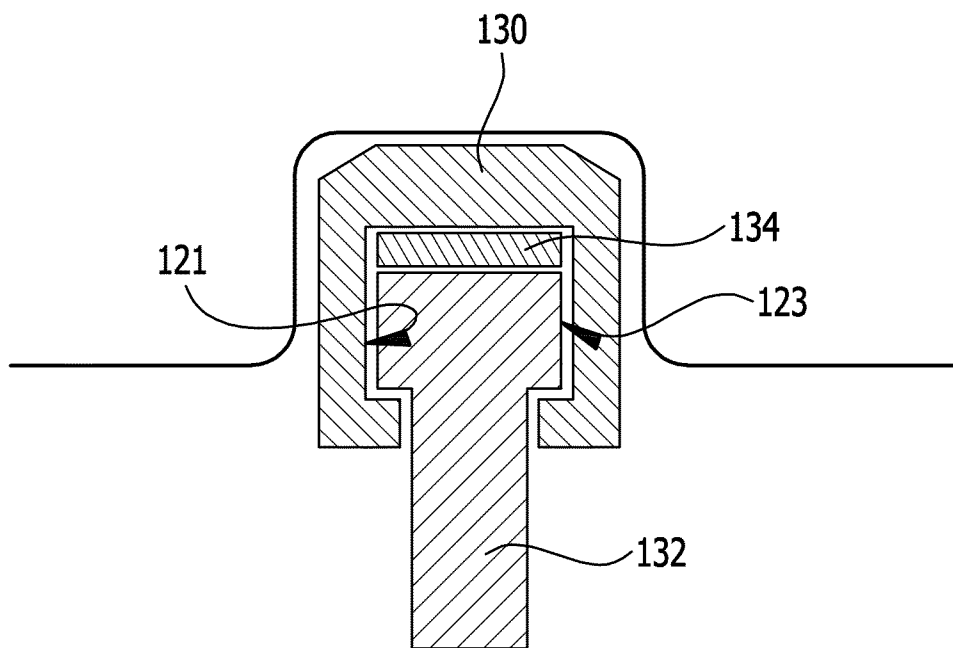


FIG.11

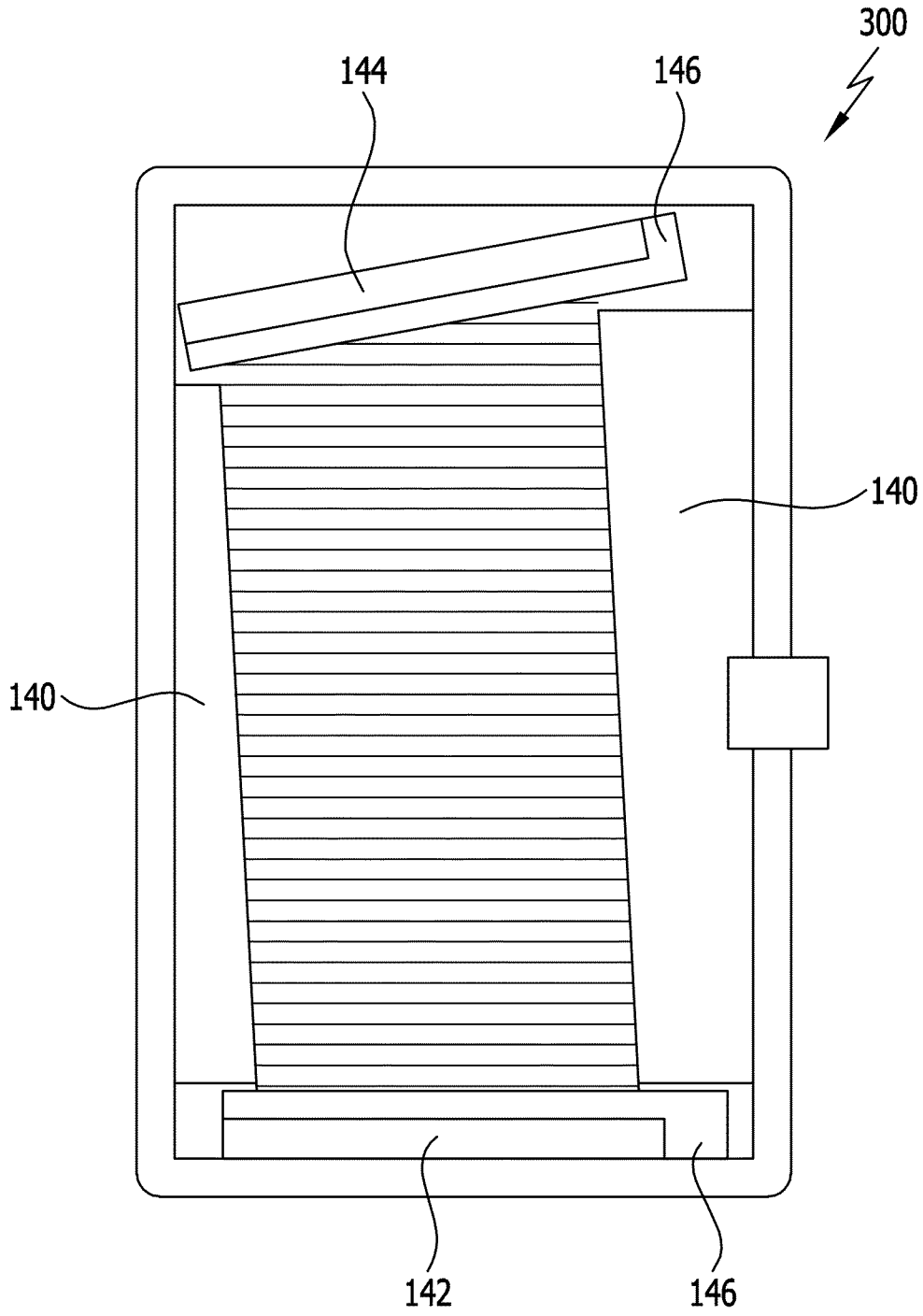


FIG.12

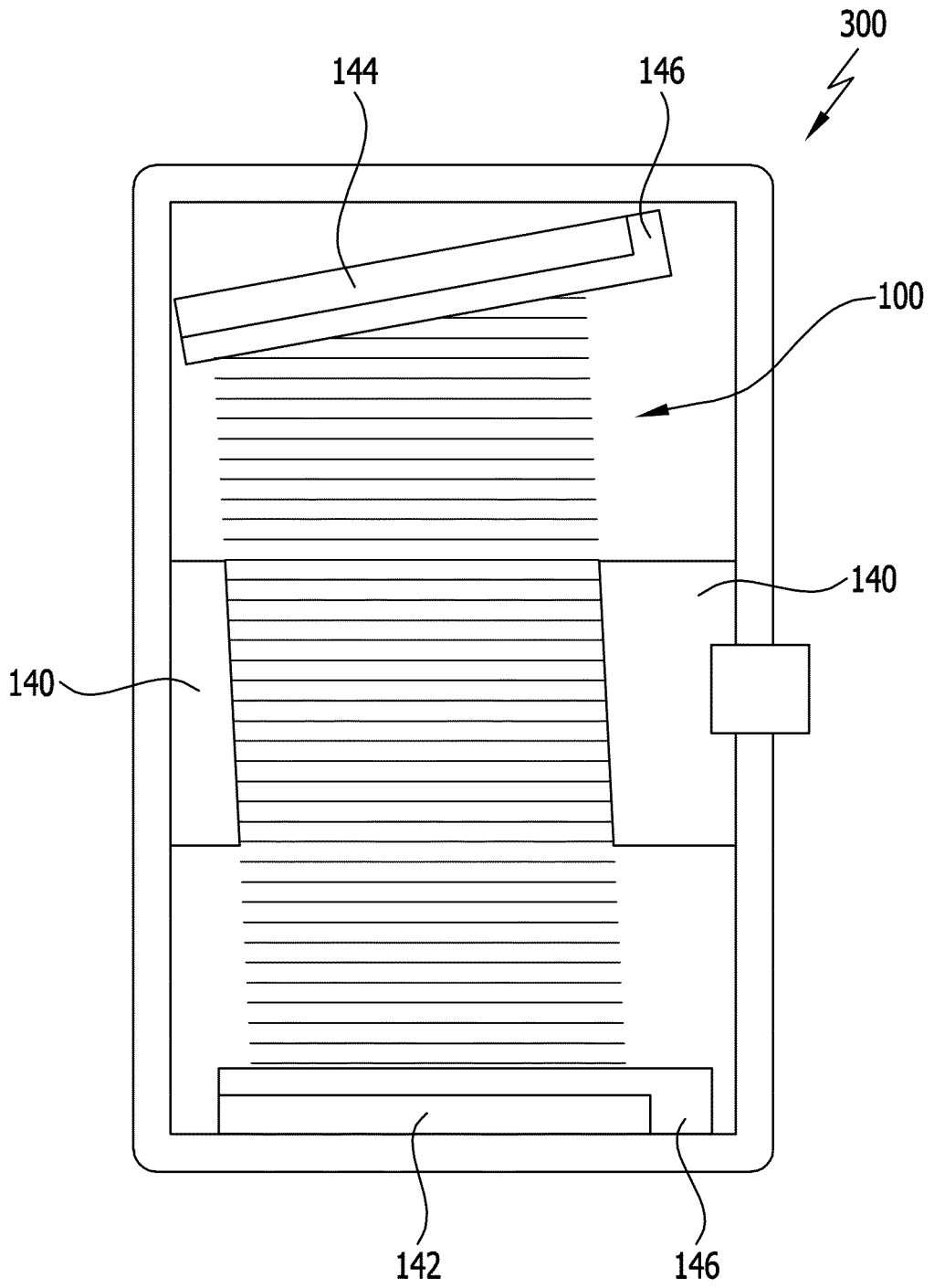


FIG.13

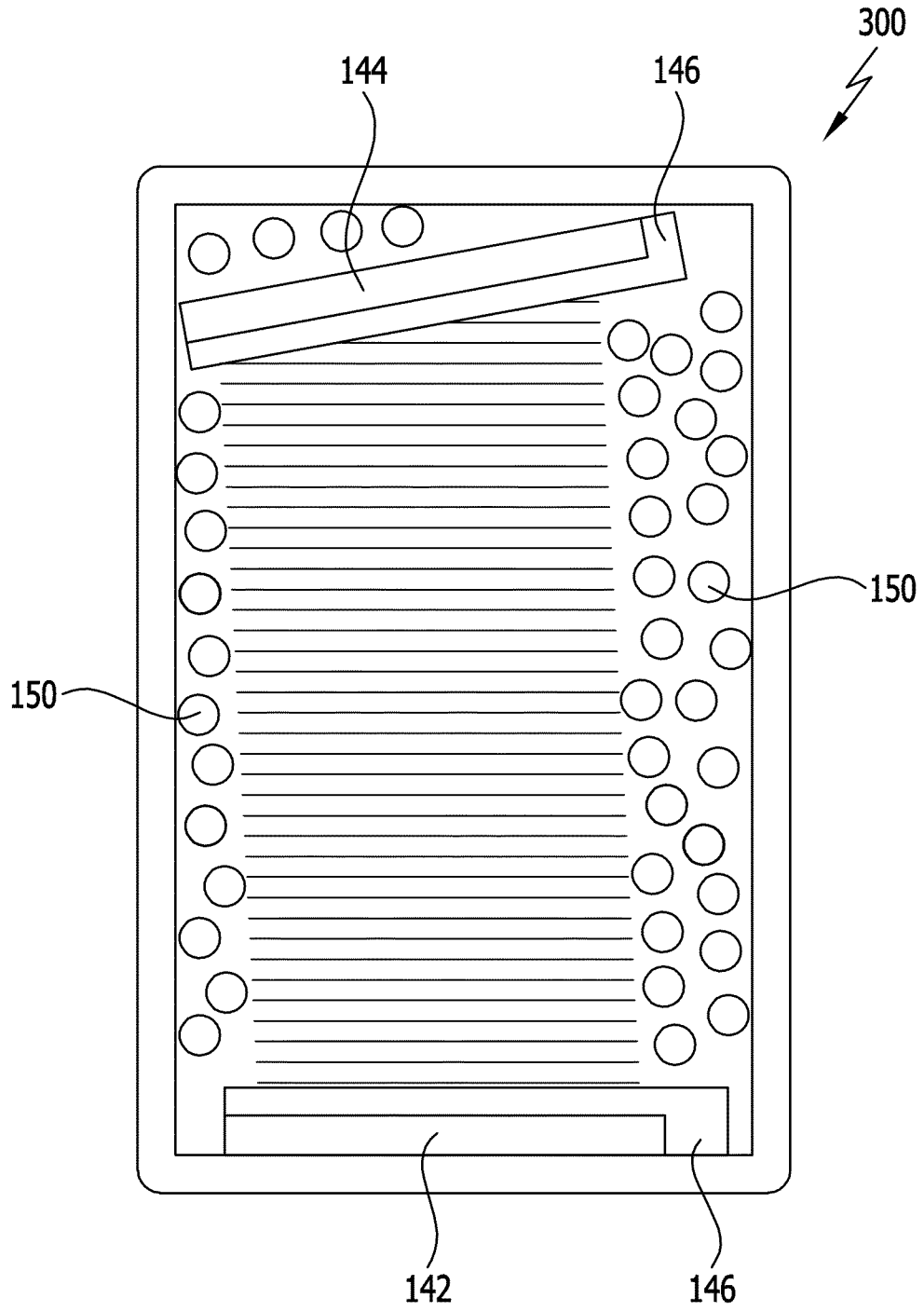


FIG.14

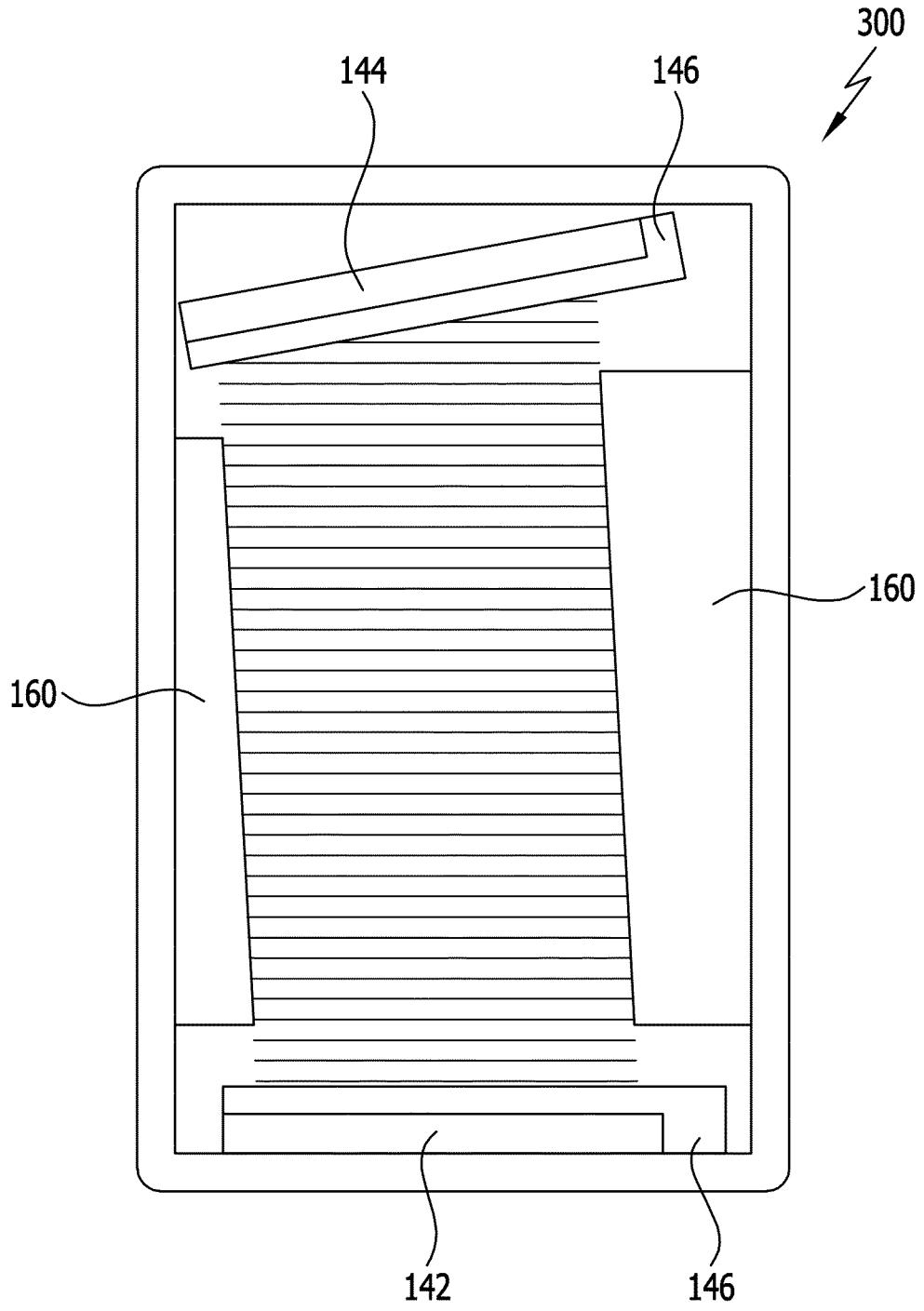
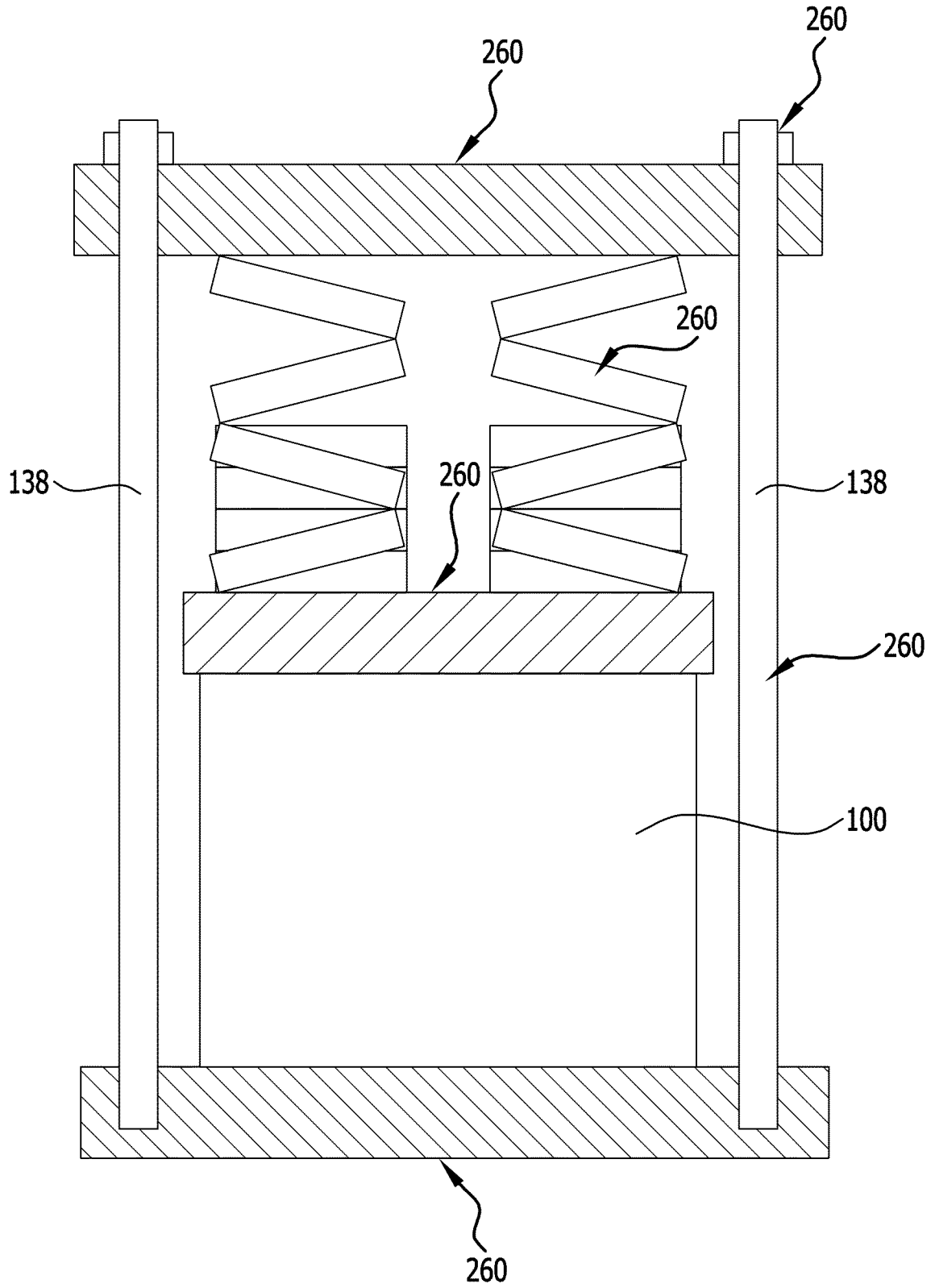


FIG.15



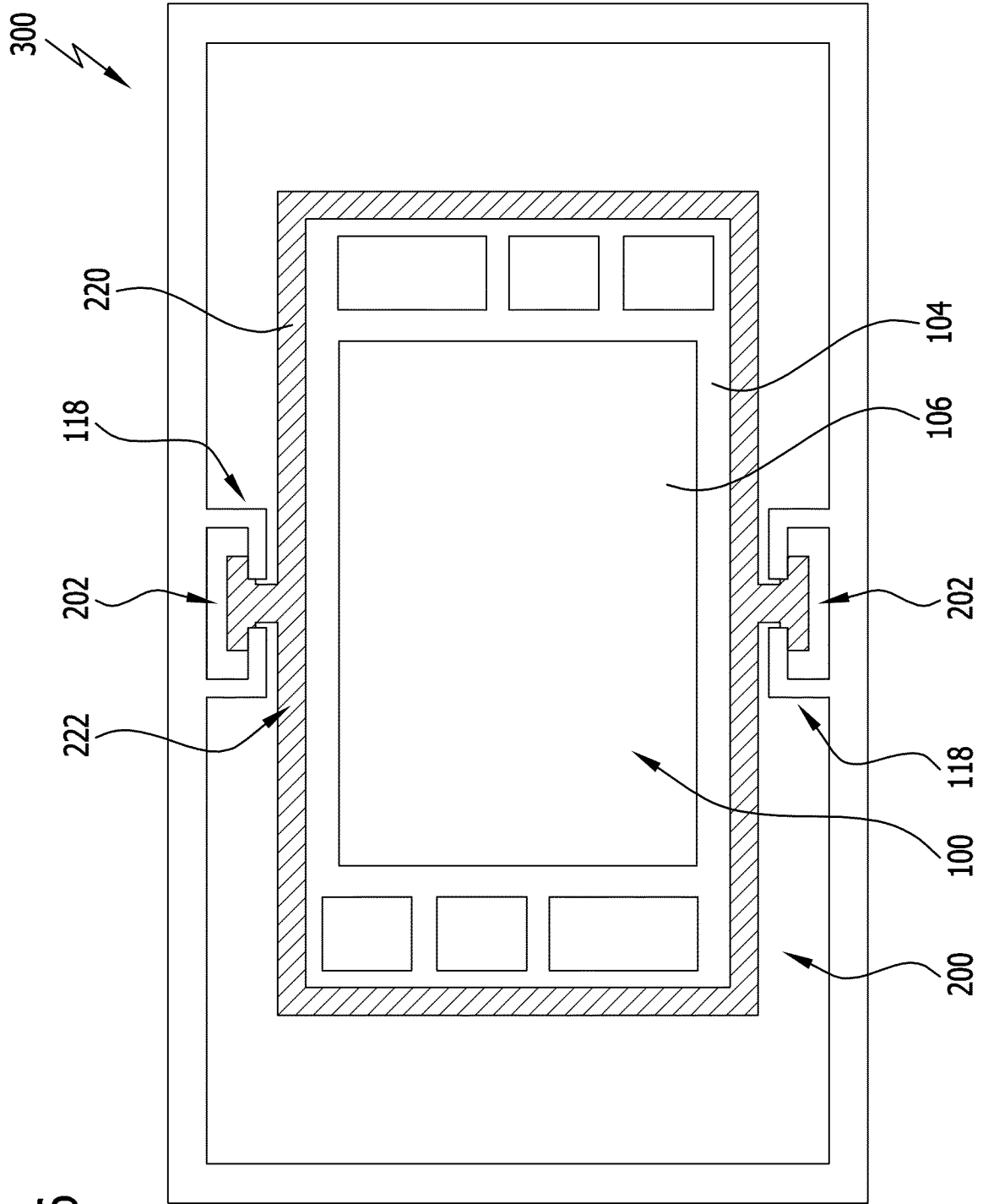


FIG.16

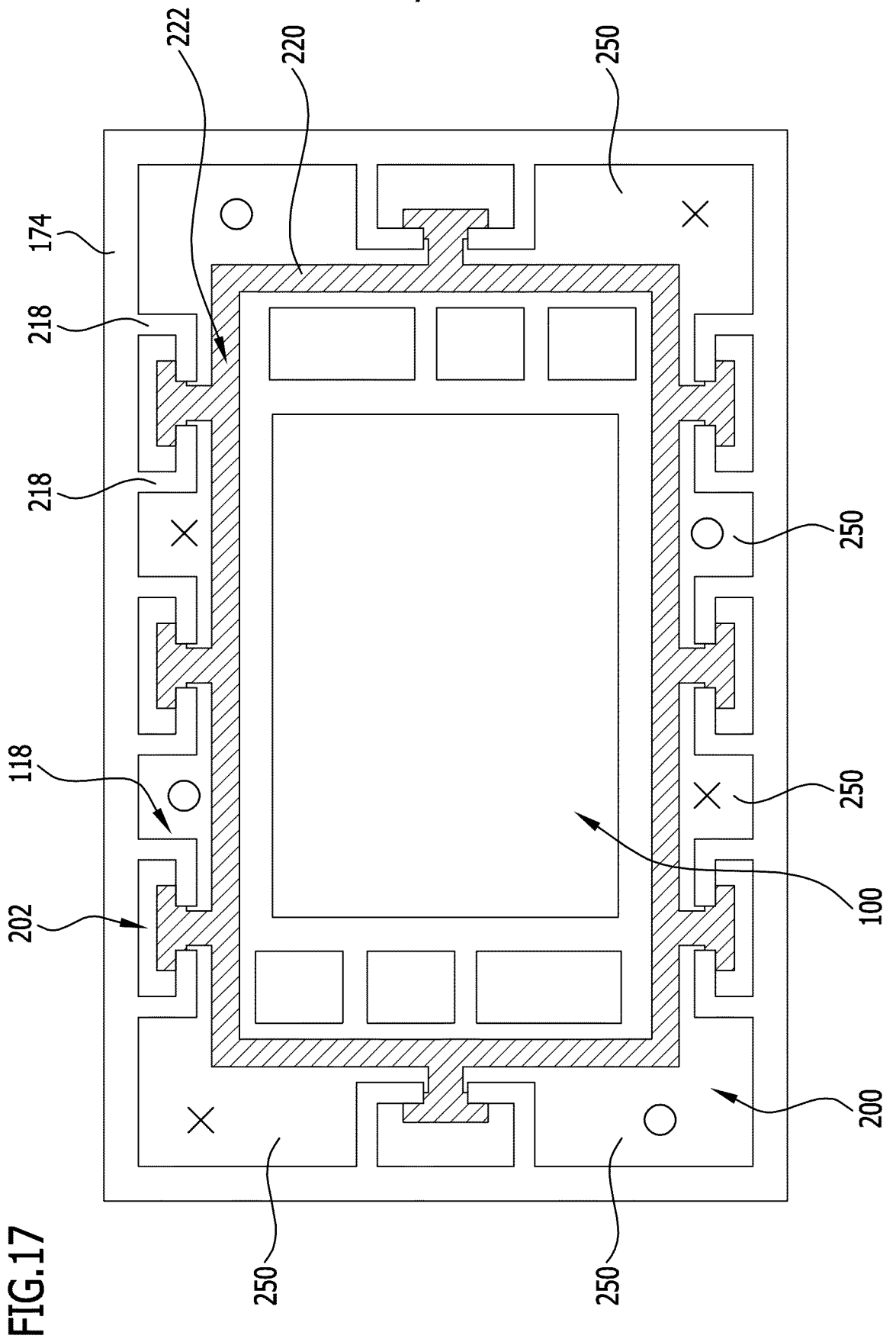


FIG.18

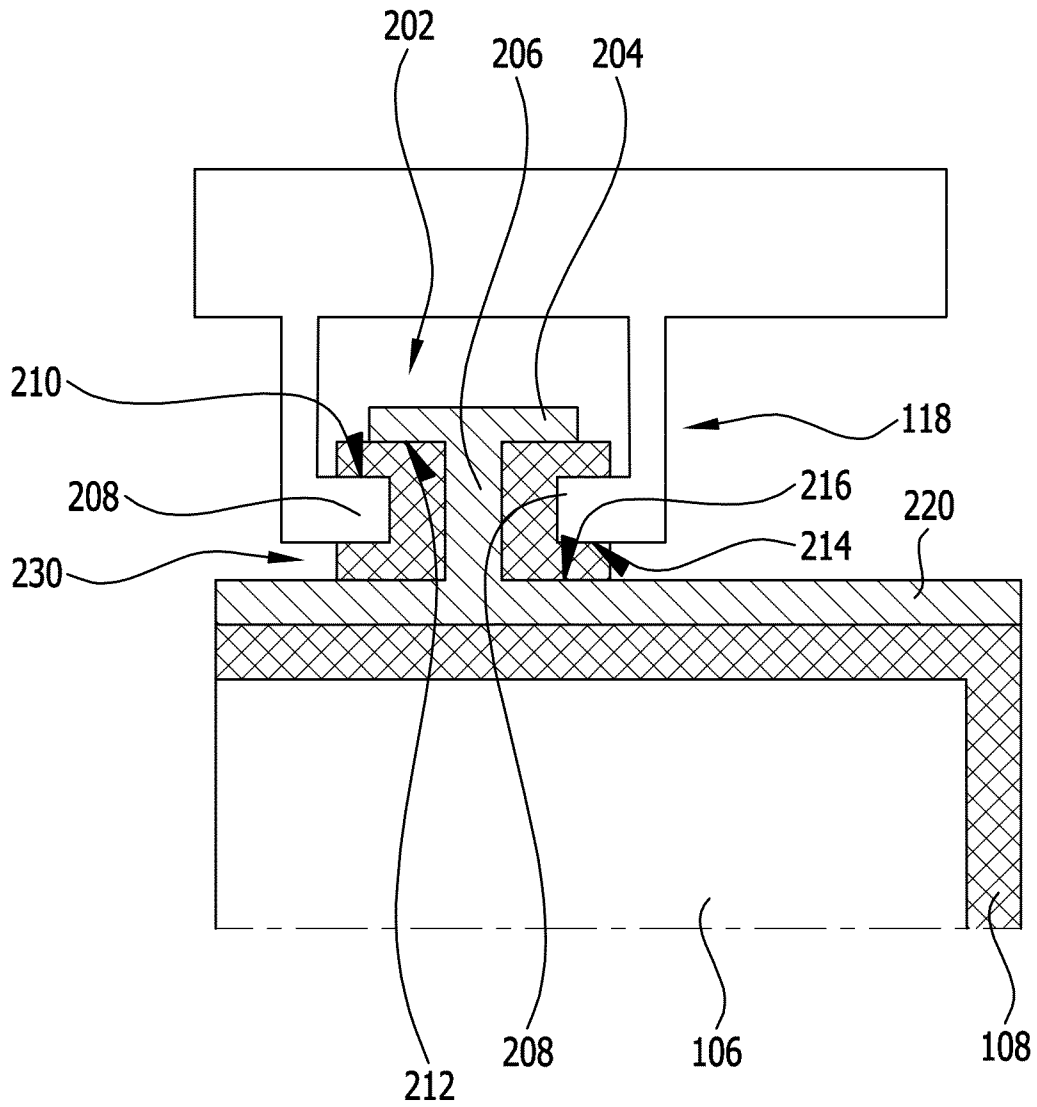


FIG.19

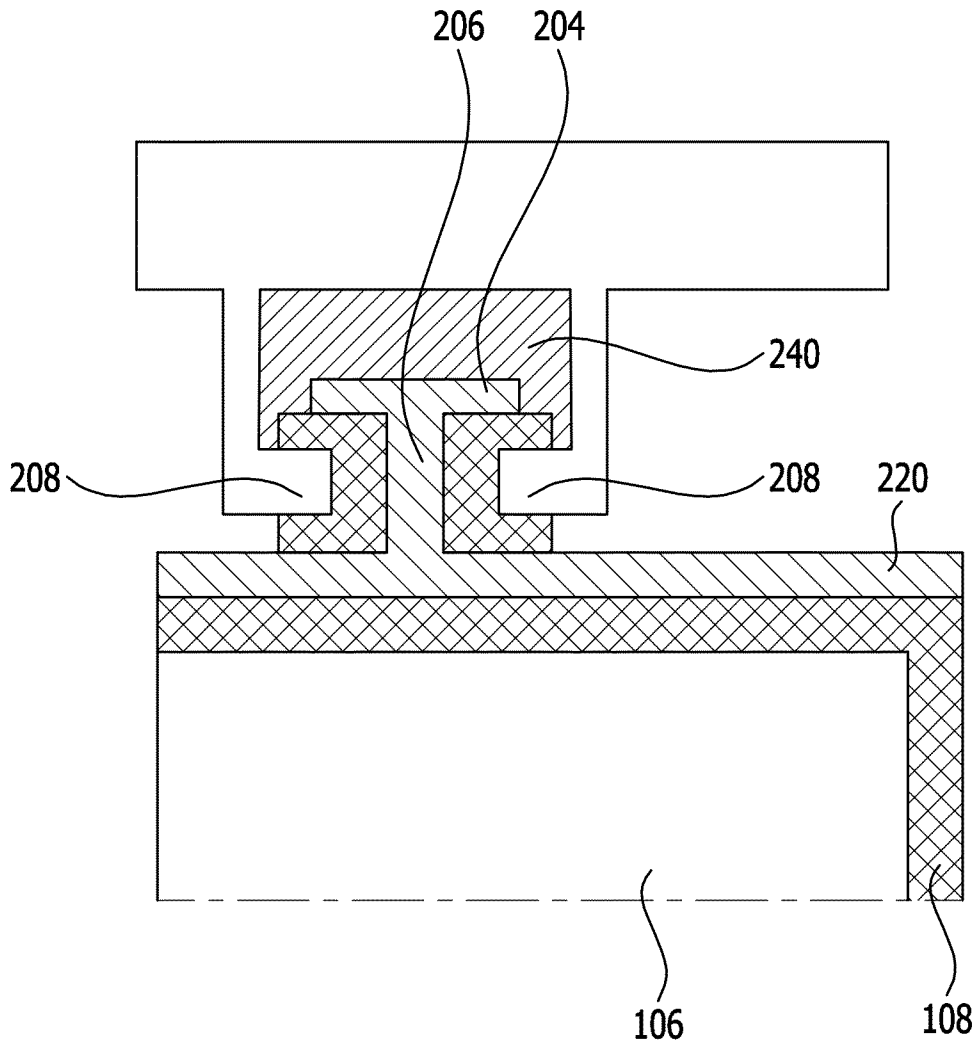


FIG.20

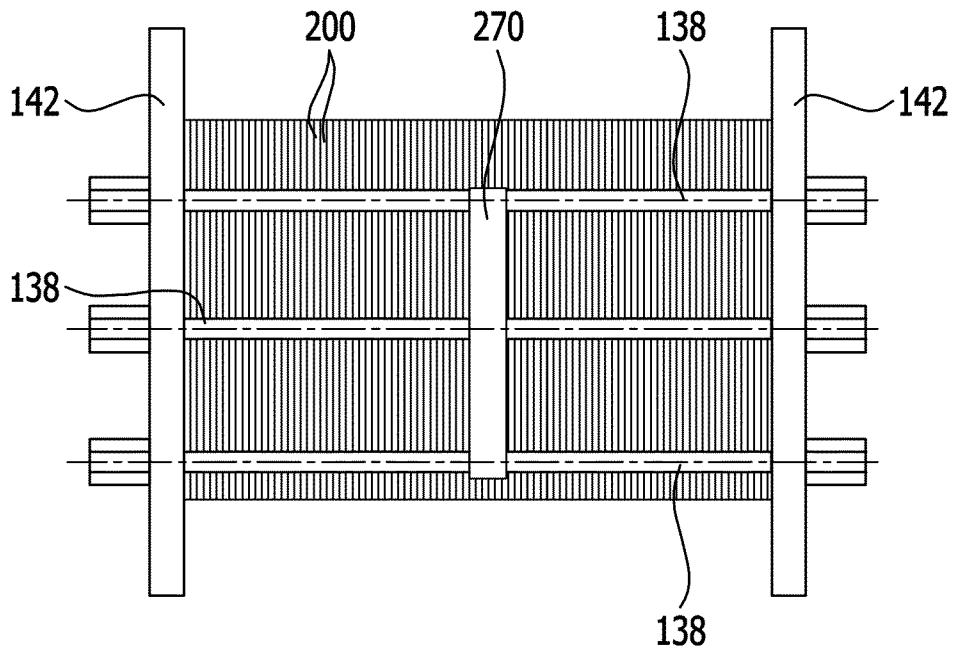


FIG.21

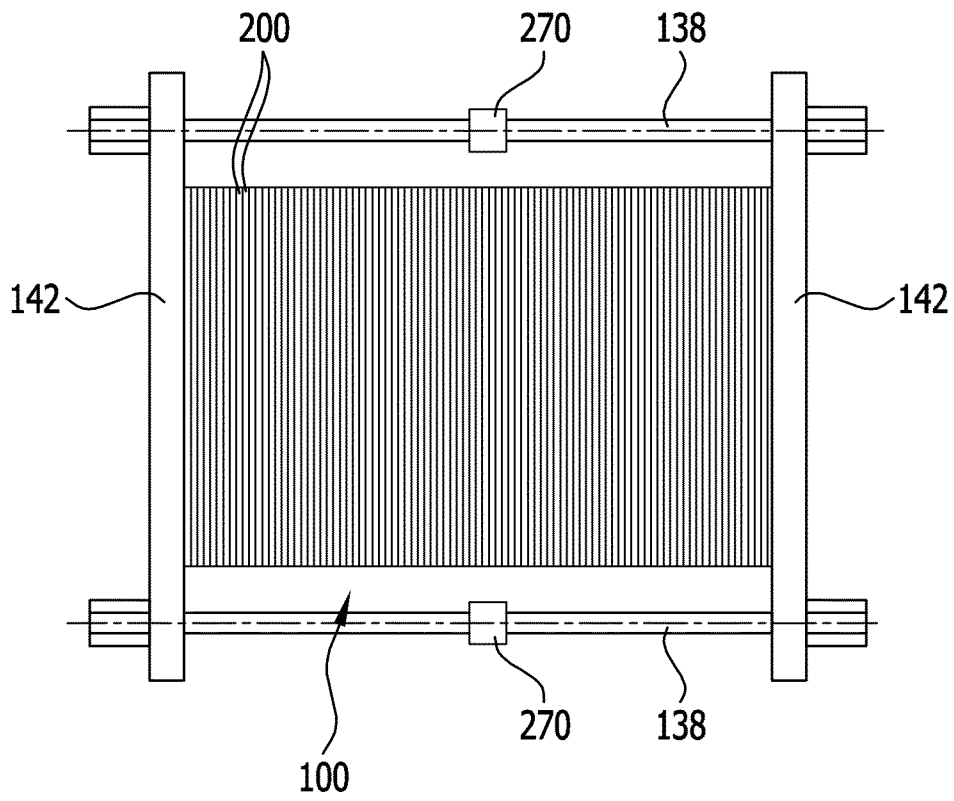


FIG.22

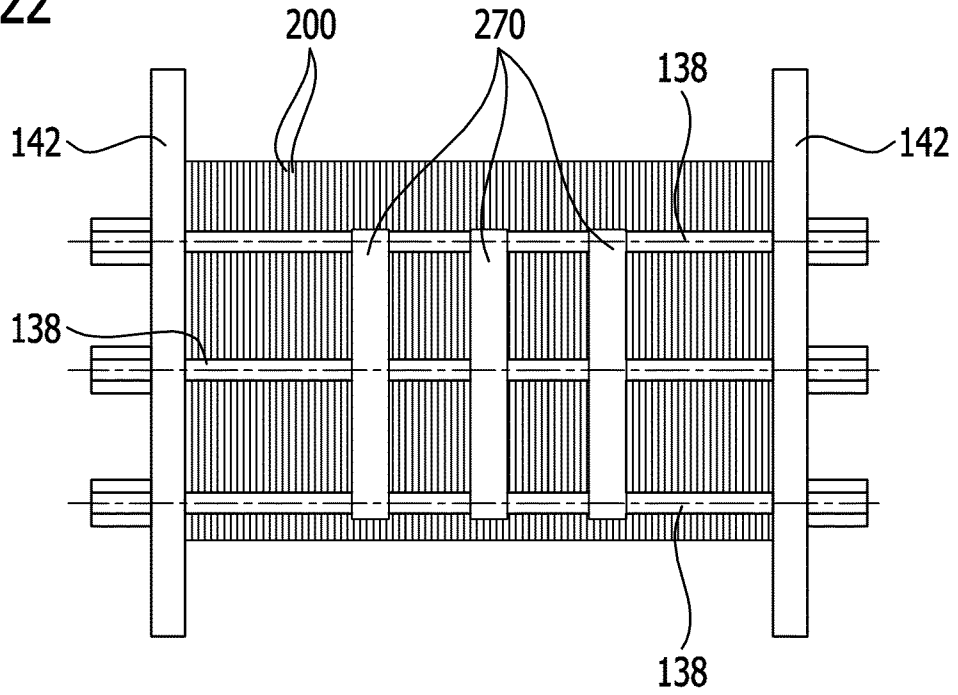


FIG.23

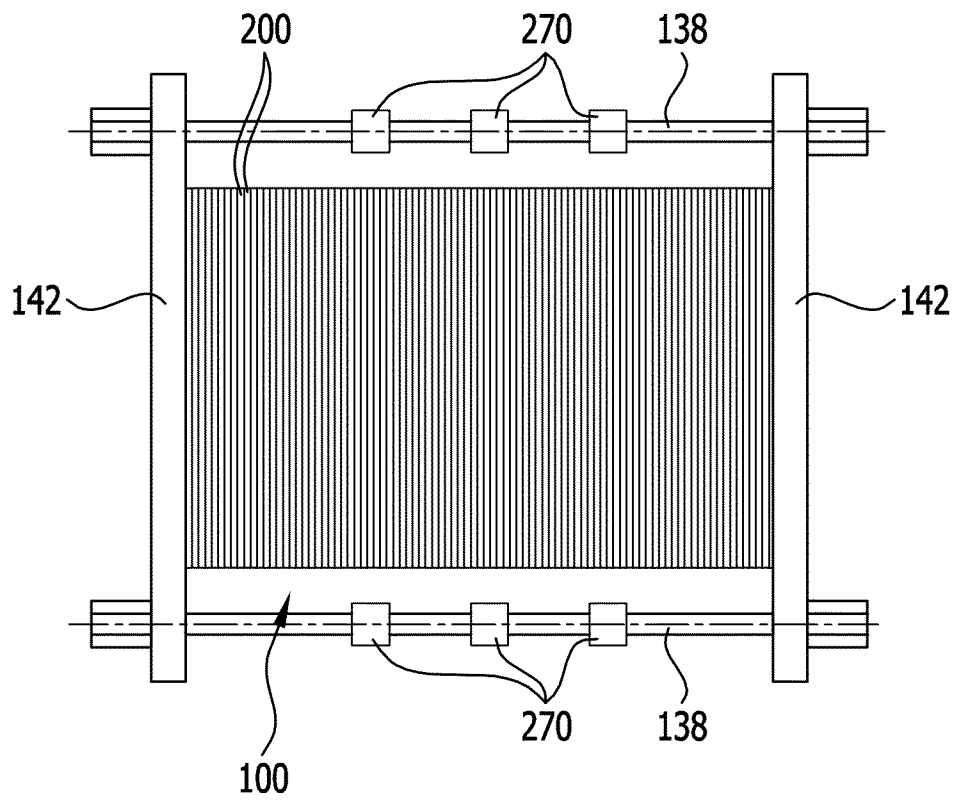


FIG.24

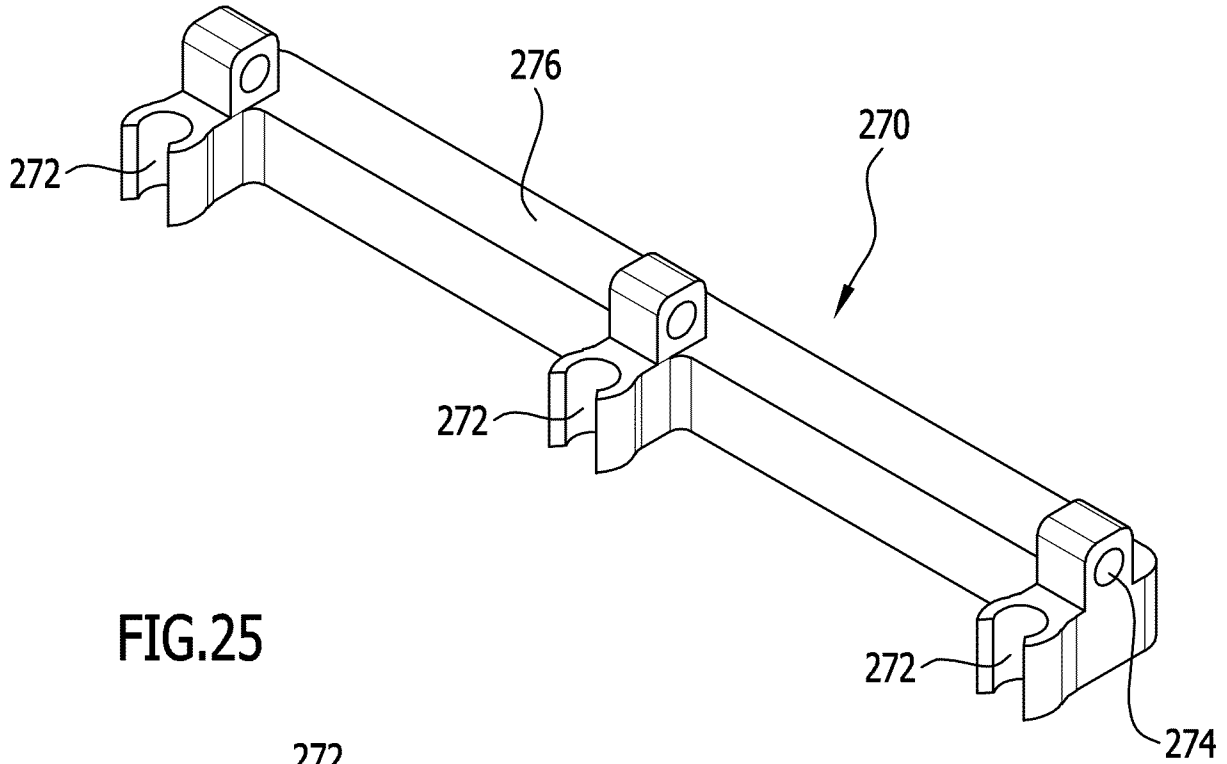


FIG.25

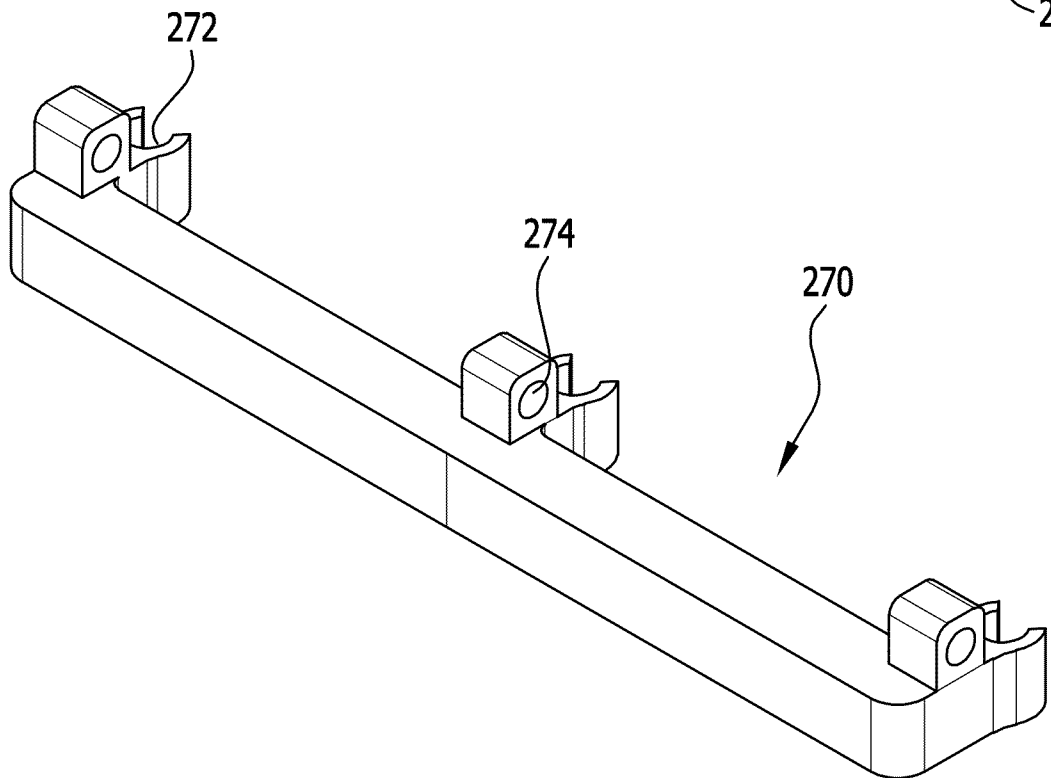


FIG.26

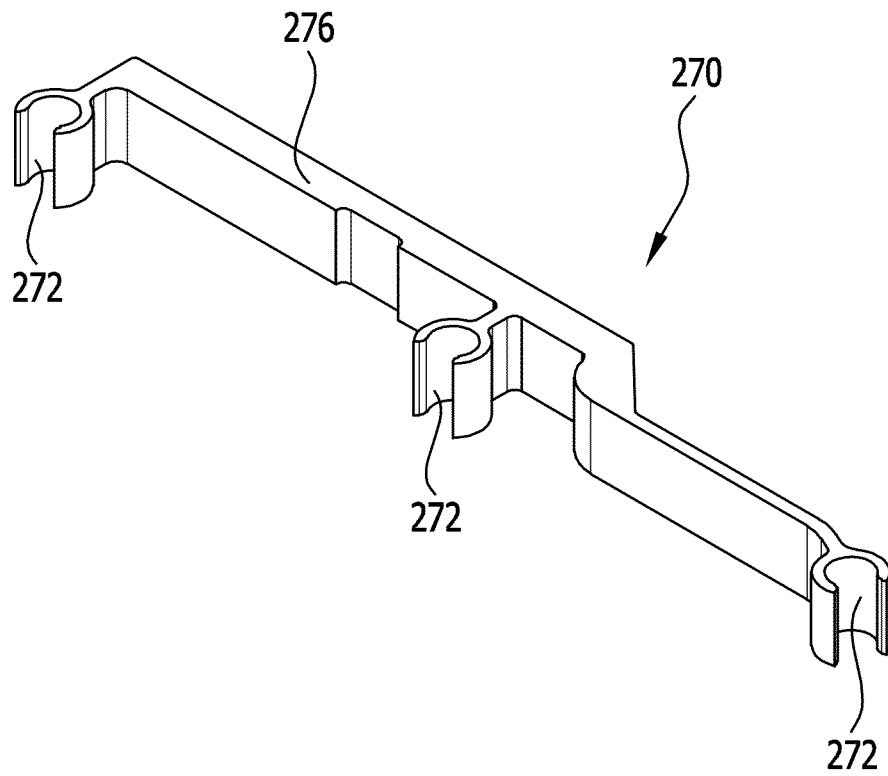


FIG.27

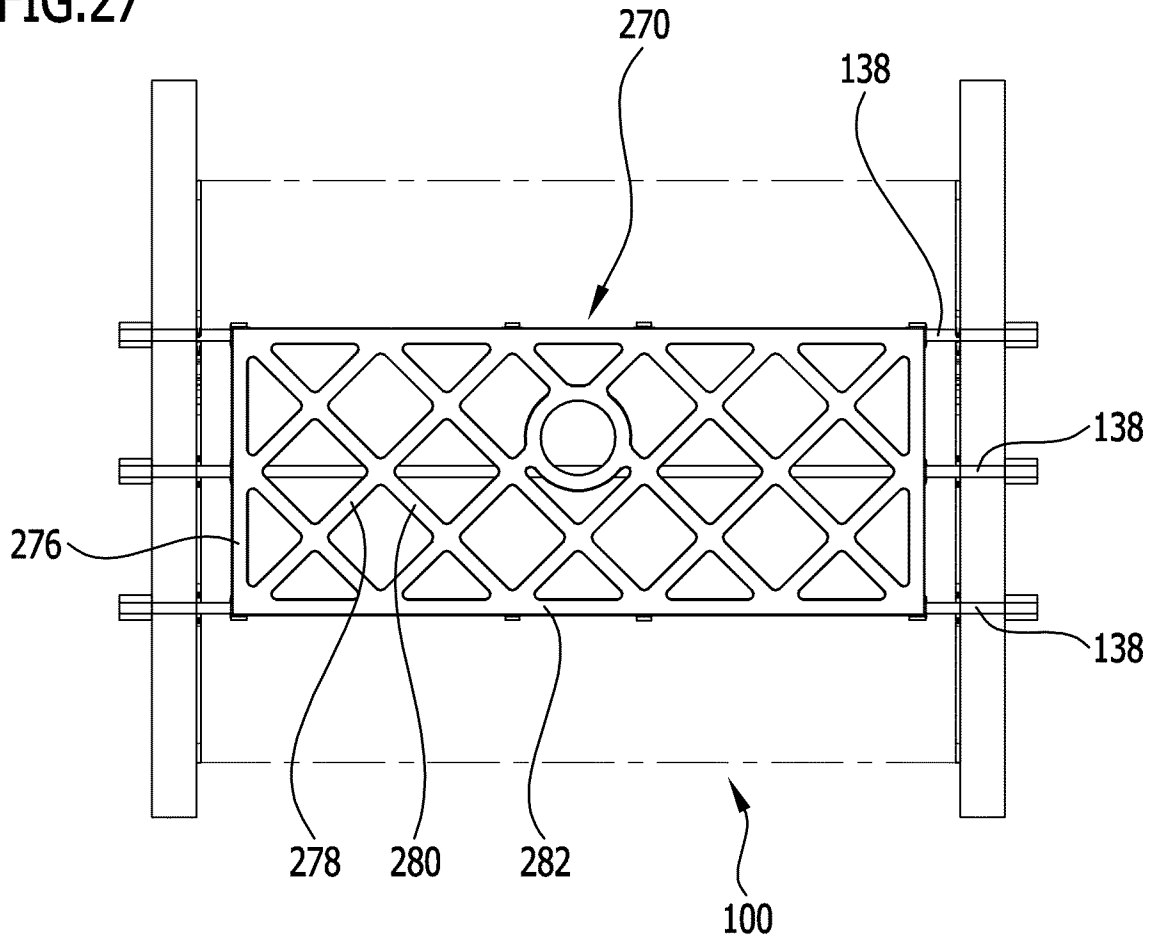
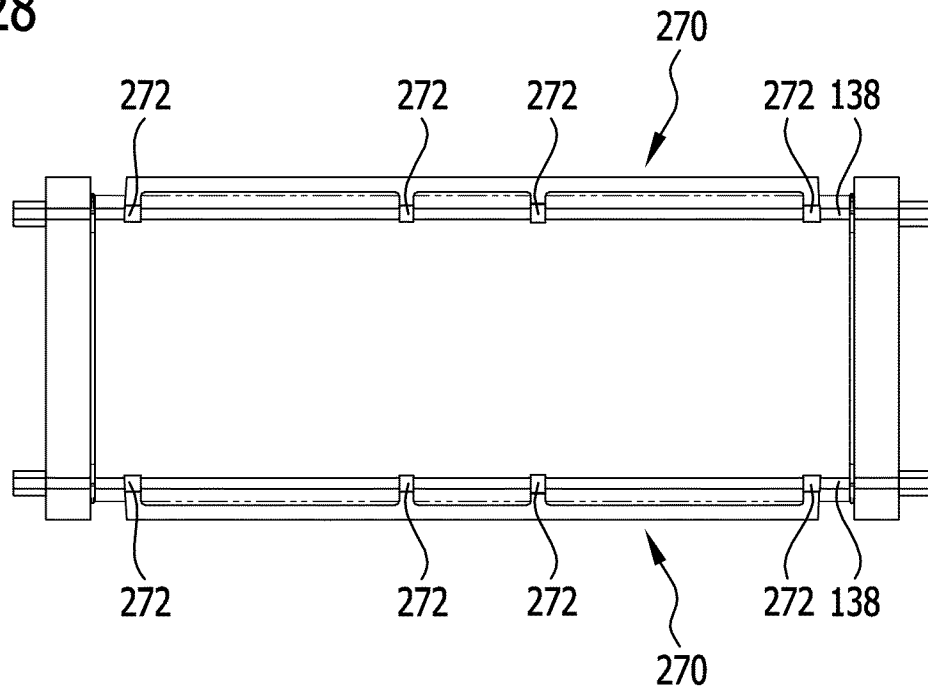


FIG.28



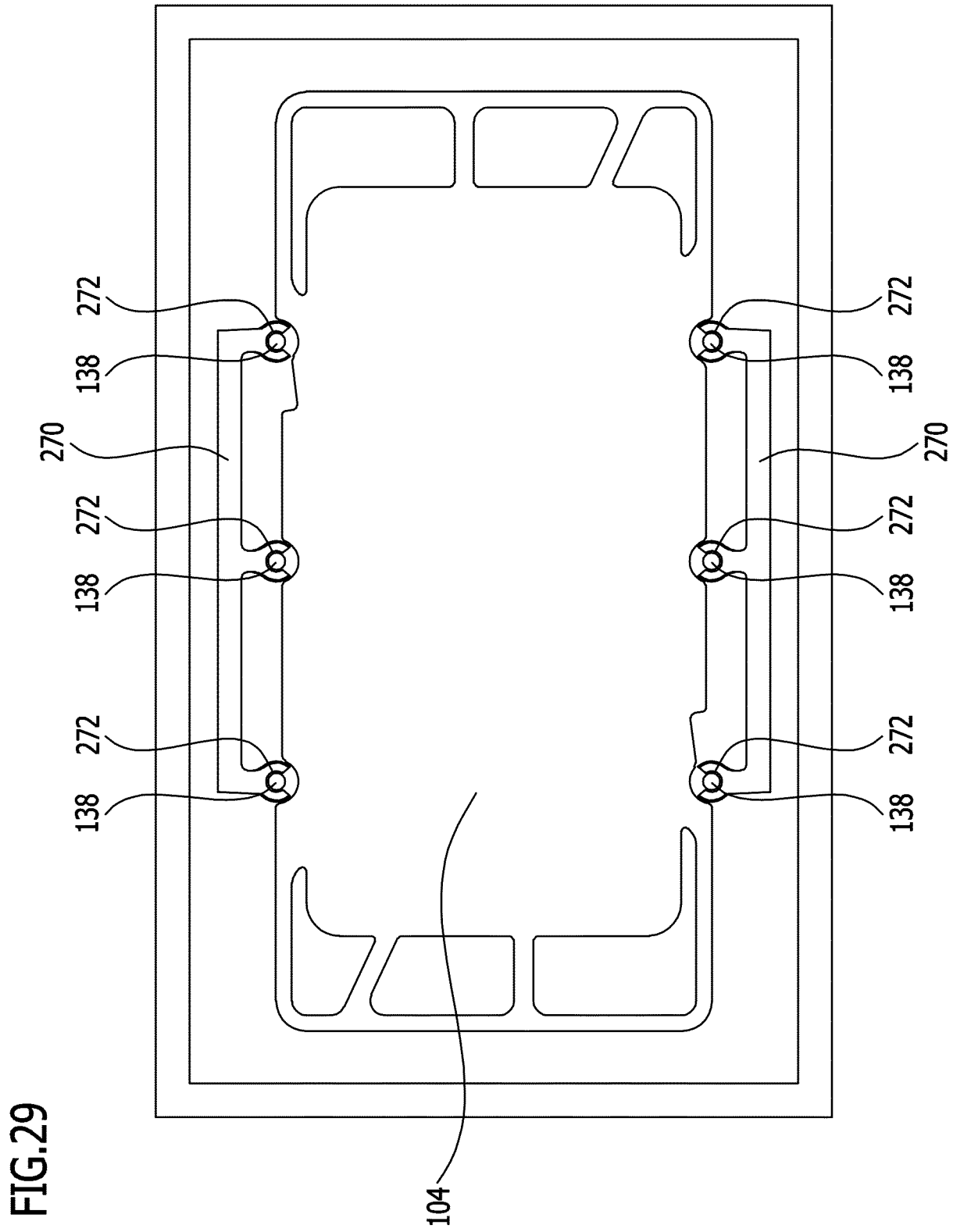
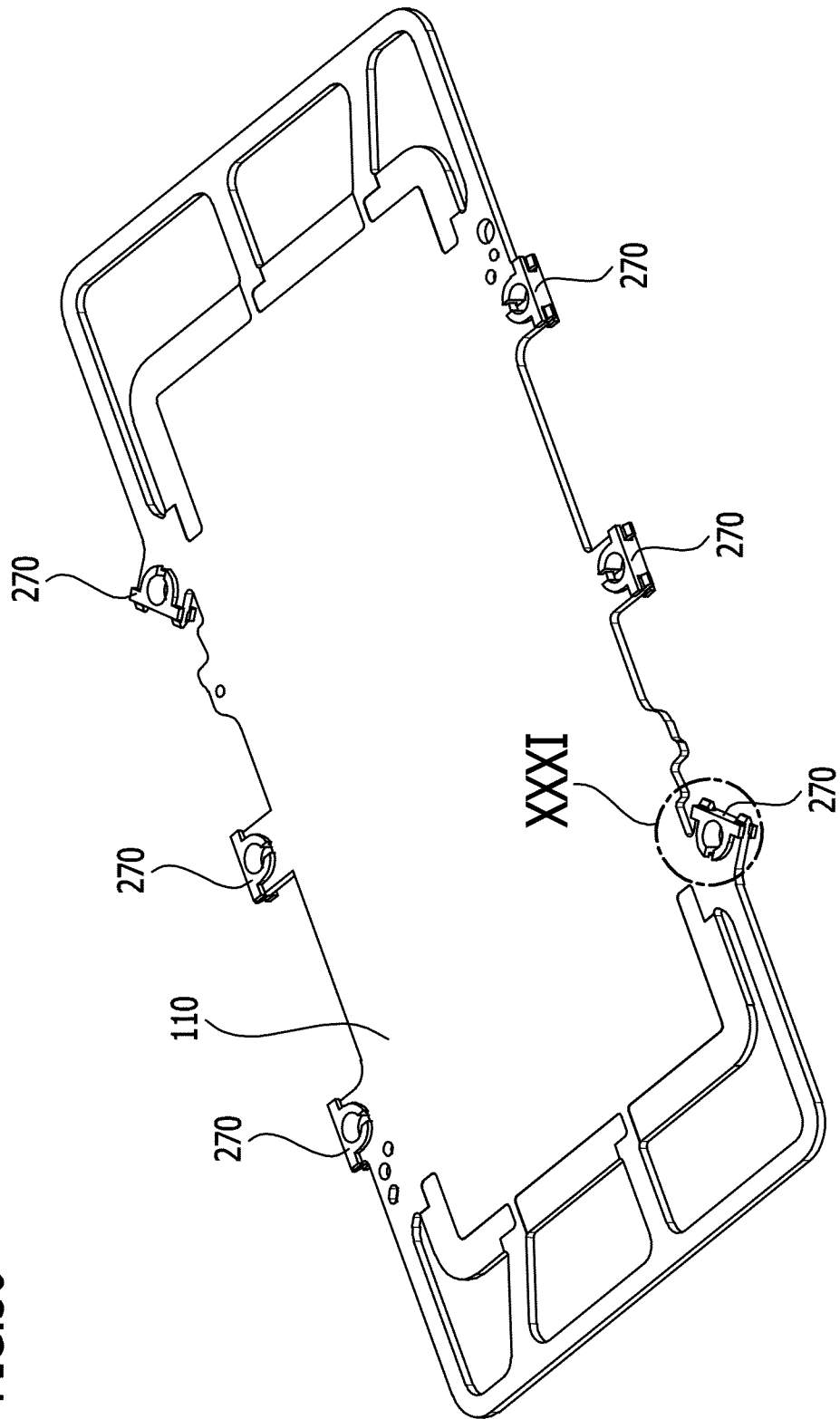


FIG.30



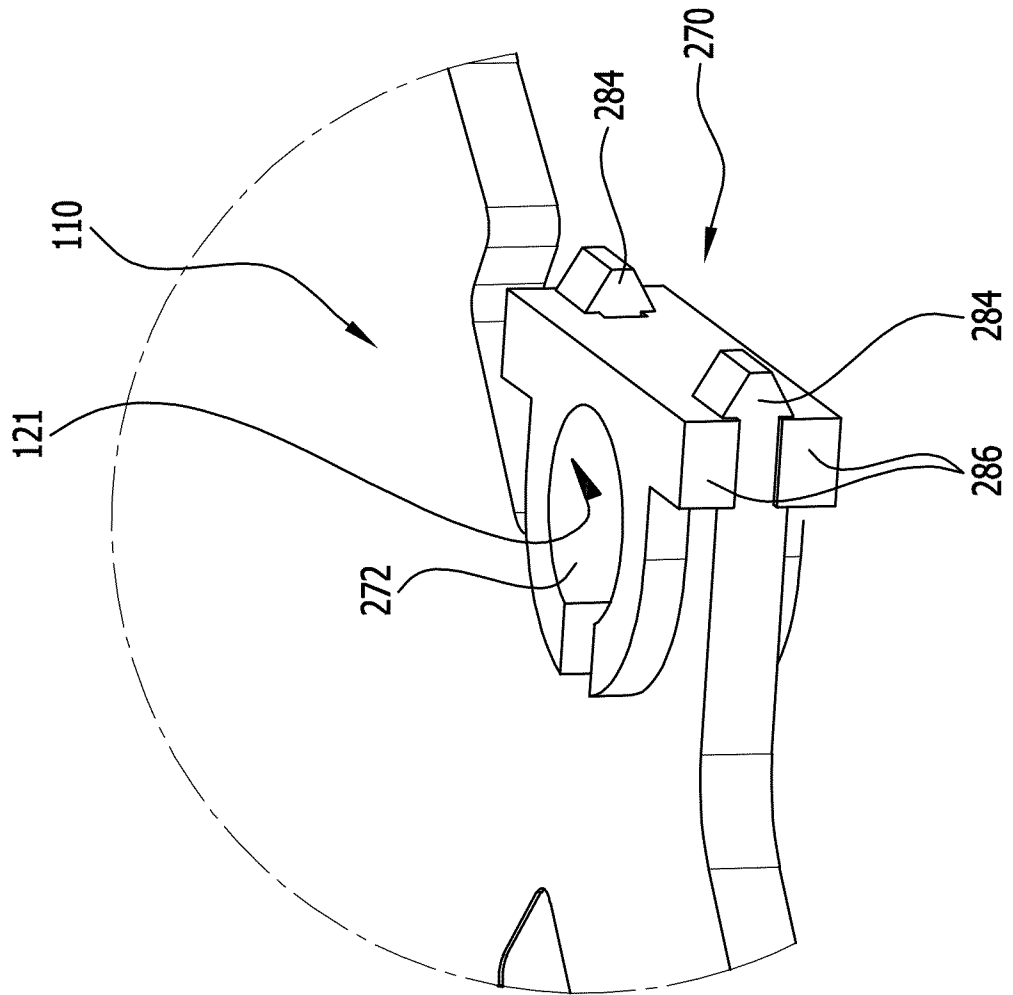
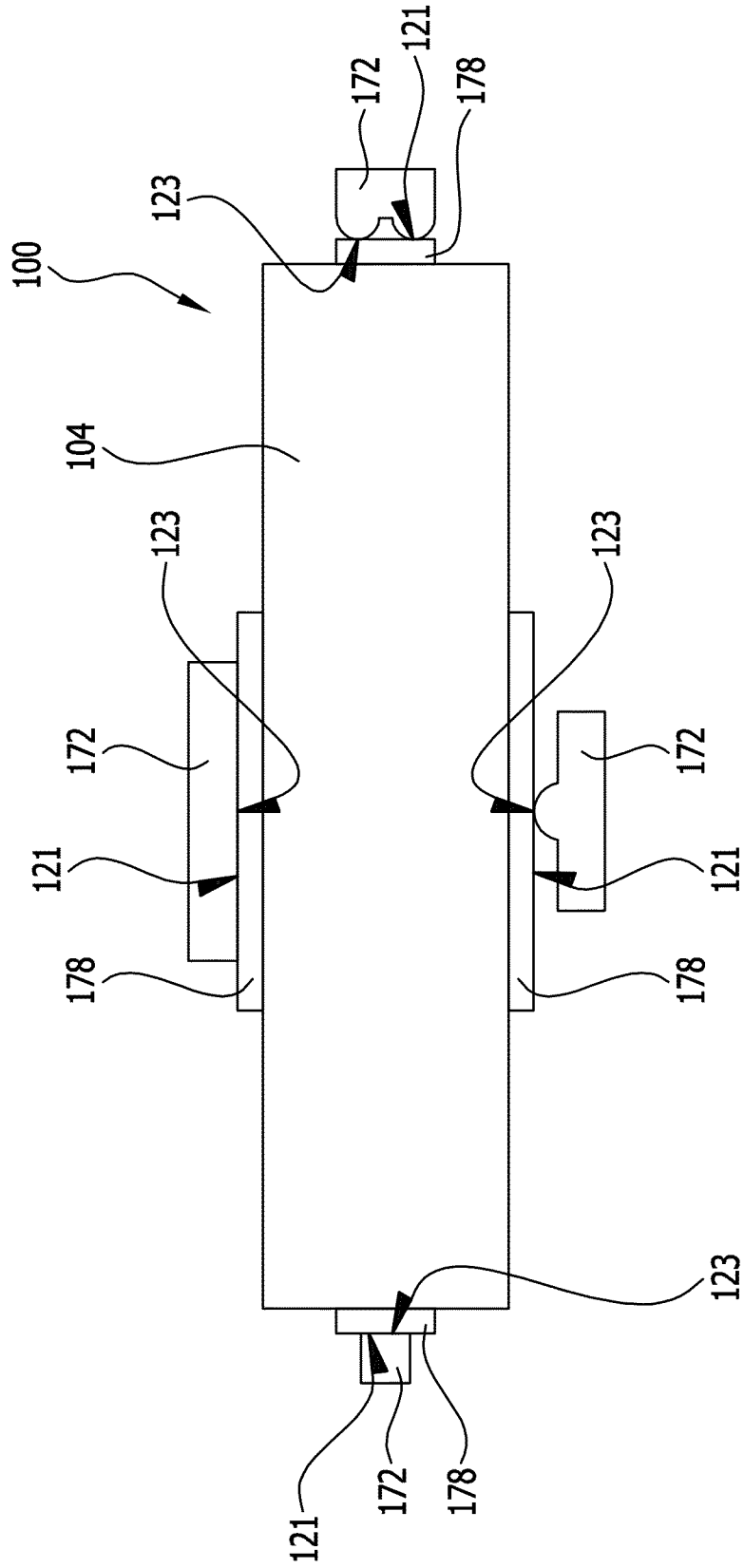


FIG.31

FIG.32



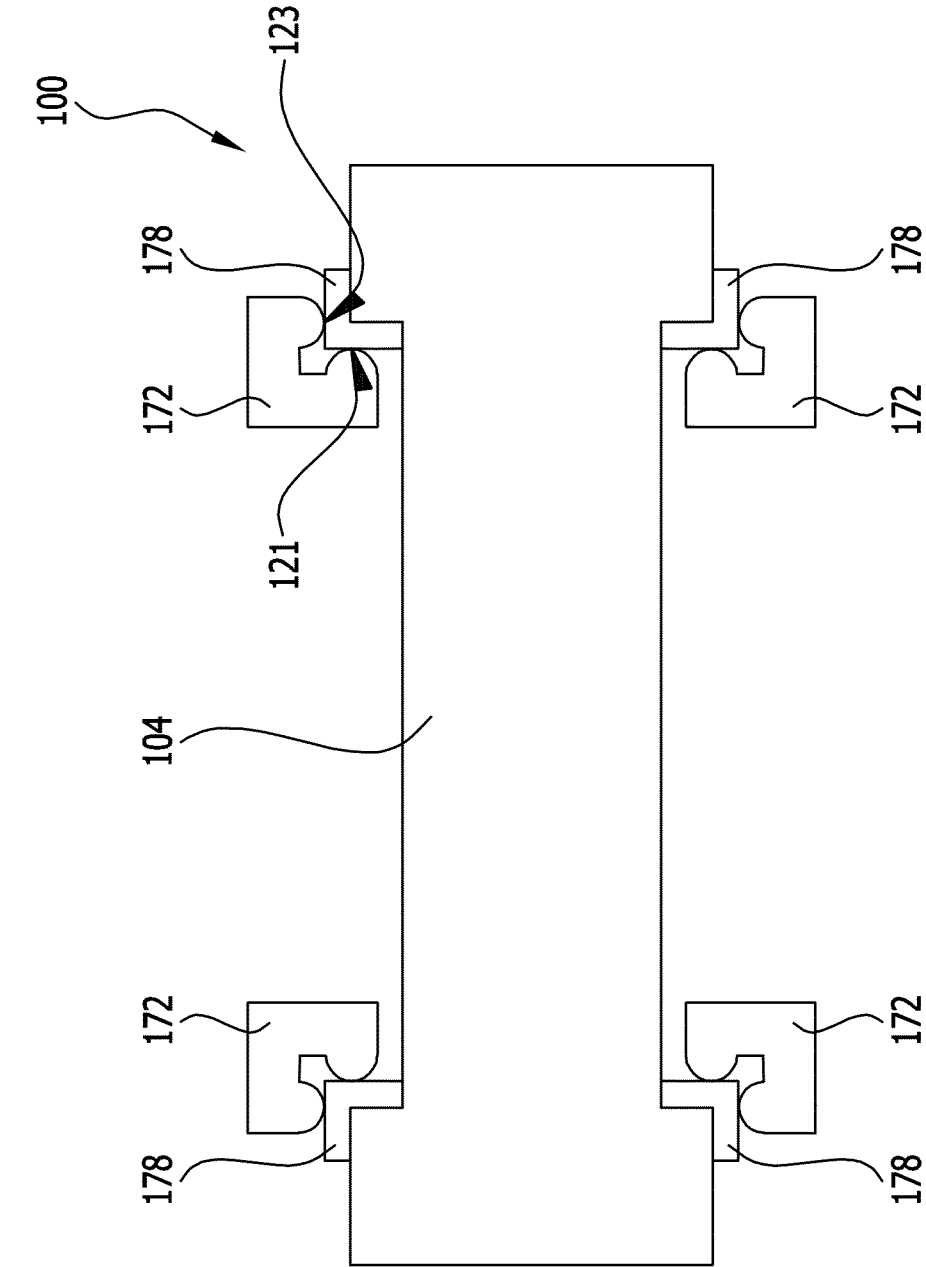


FIG.33

FIG.34

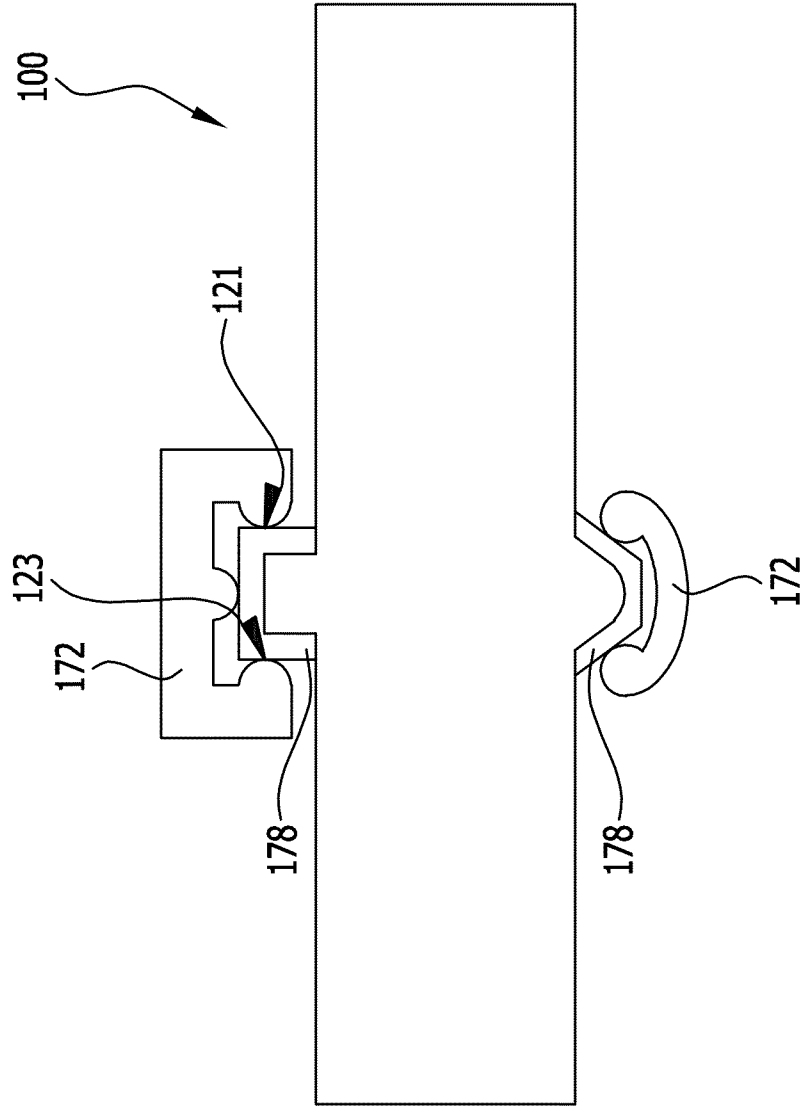
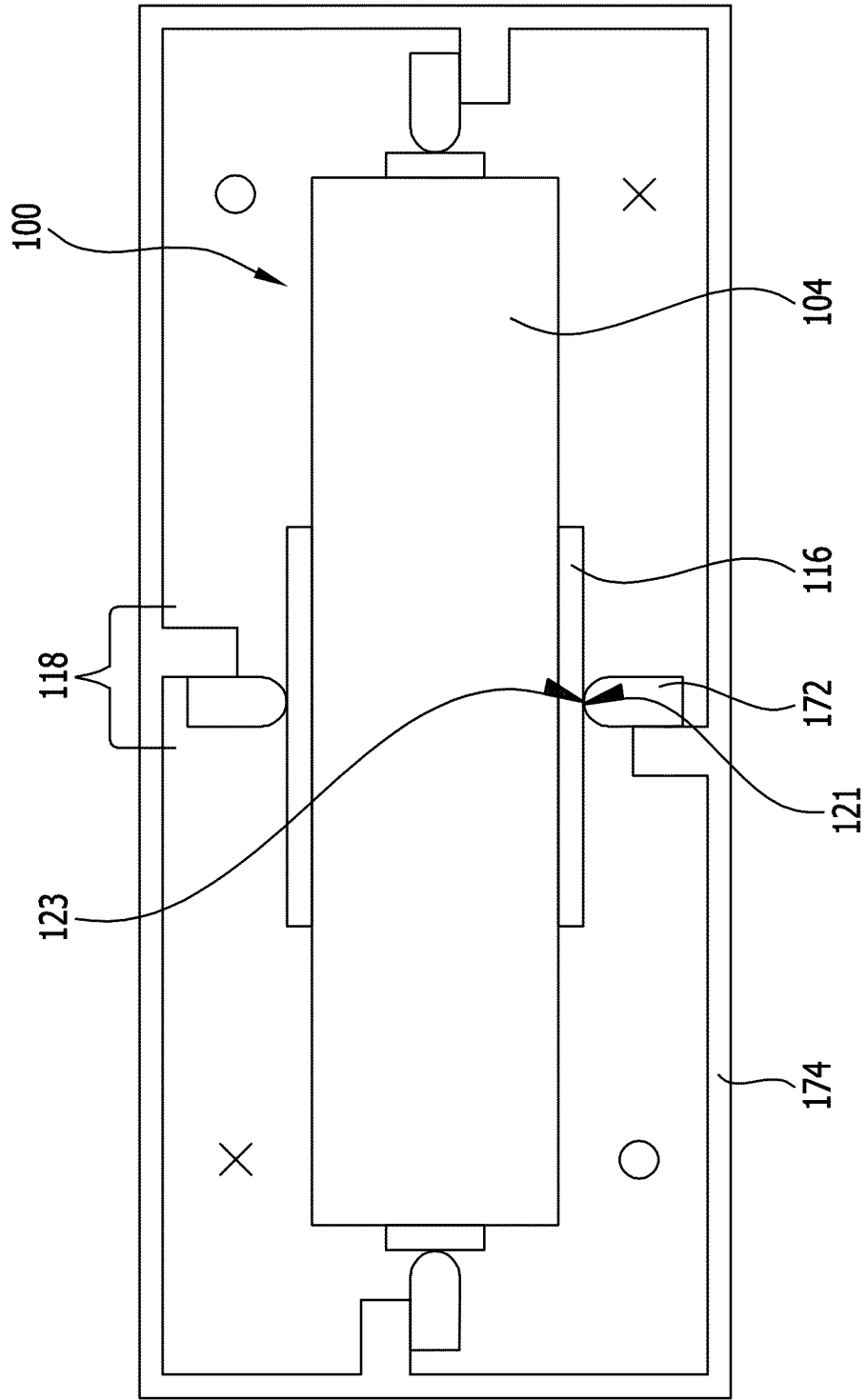


FIG.35



31/36

FIG.36

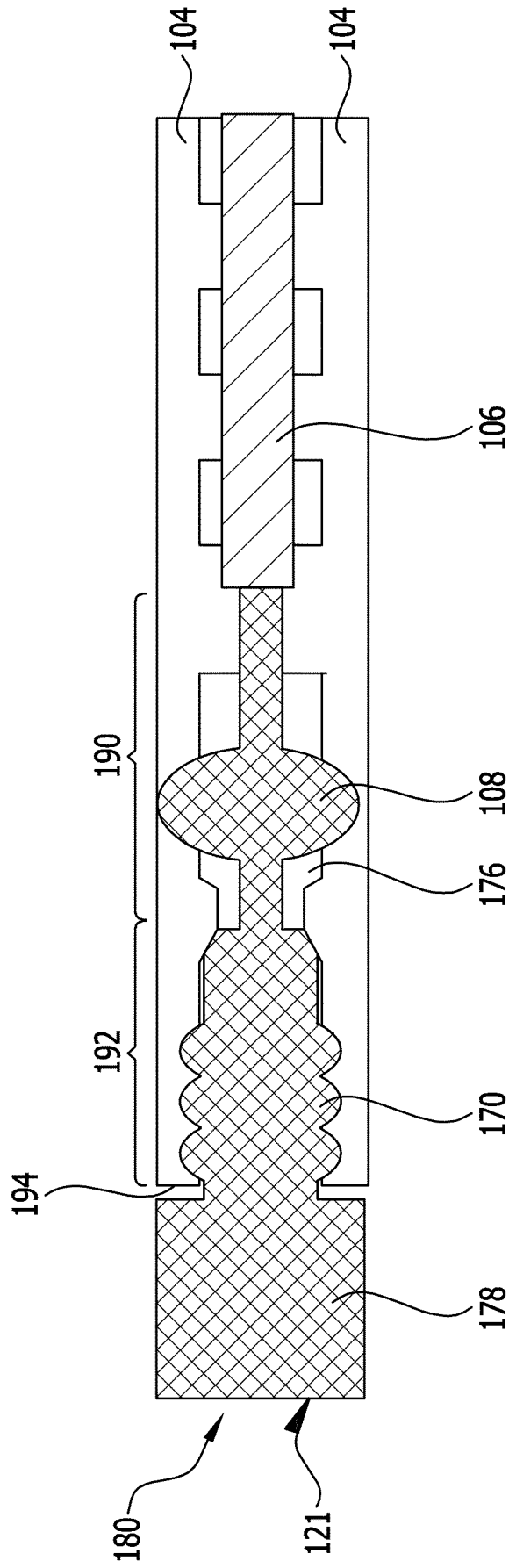


FIG.37

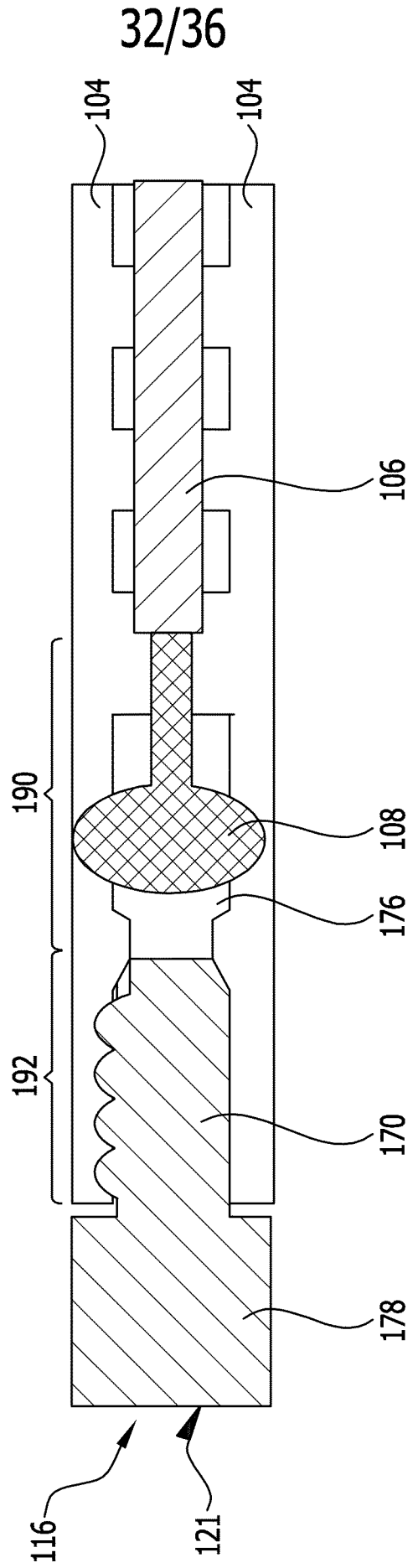


FIG.38

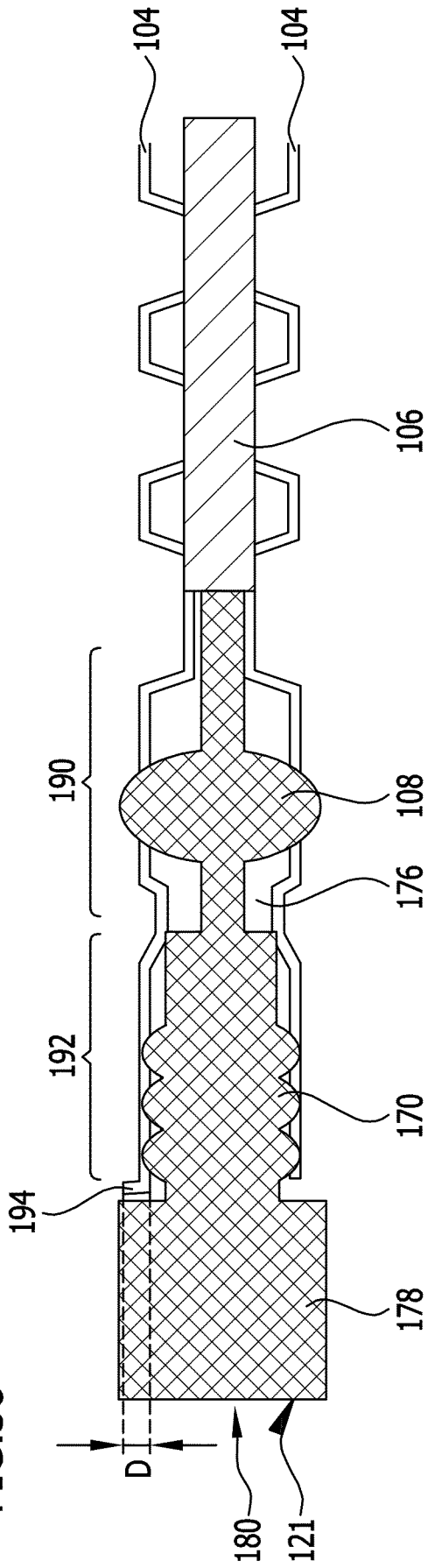
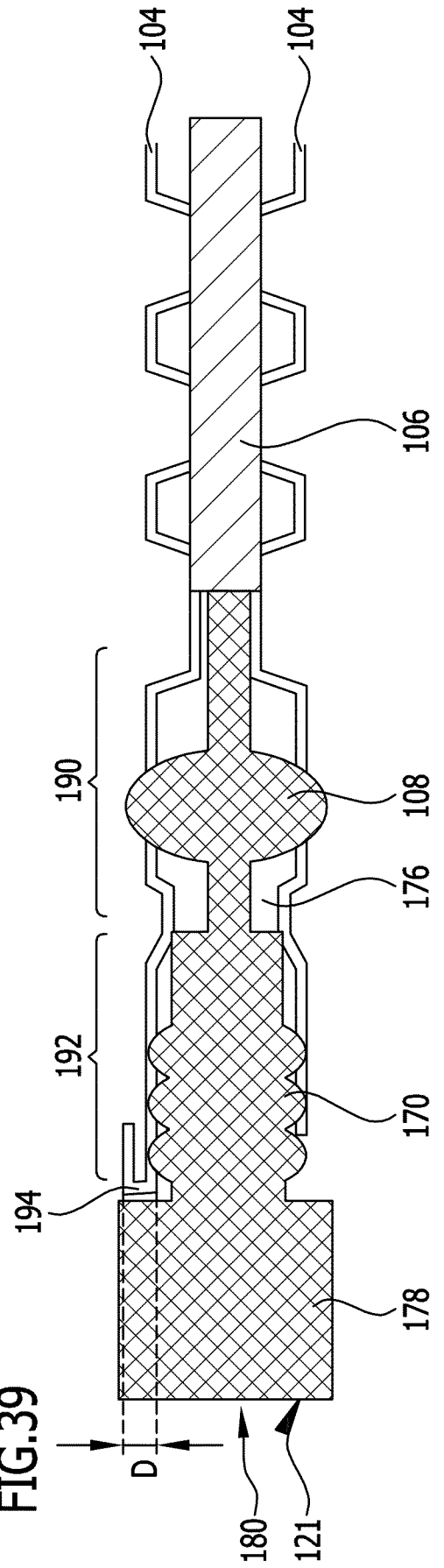


FIG.39



34/36

FIG.40

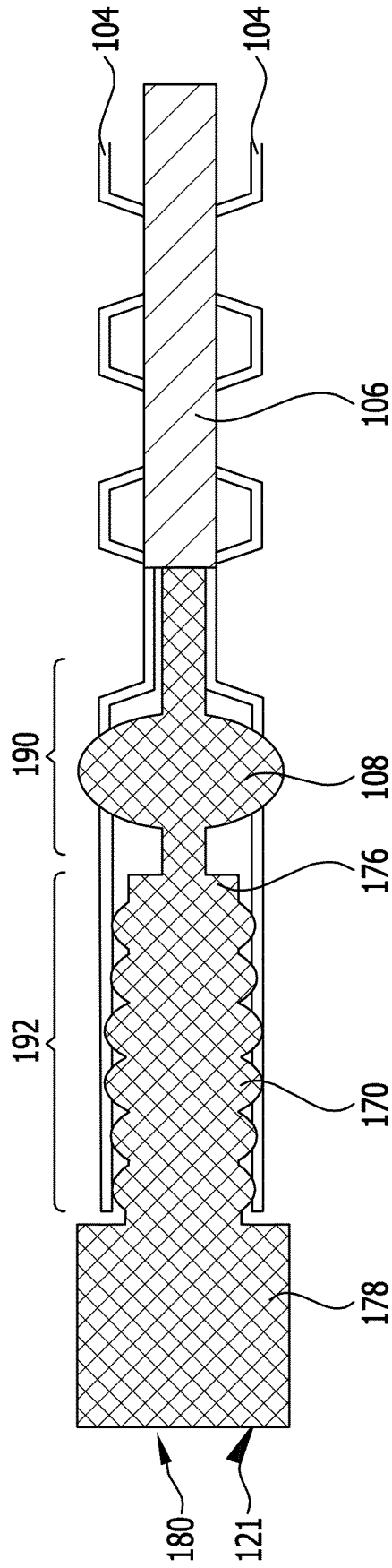


FIG.41

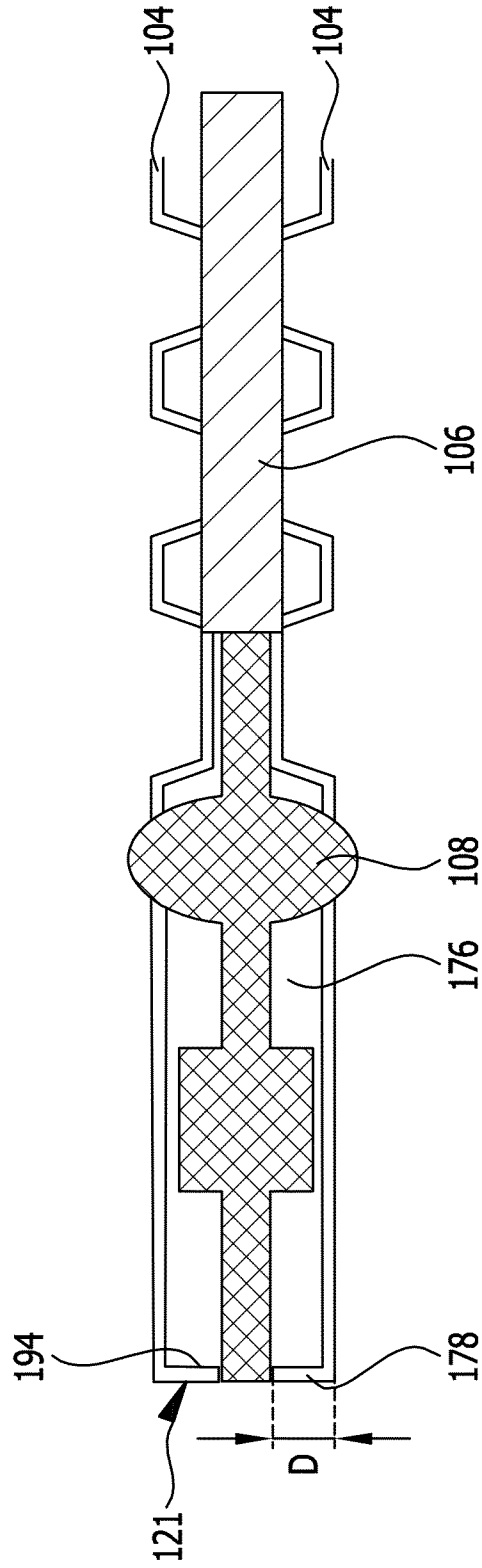
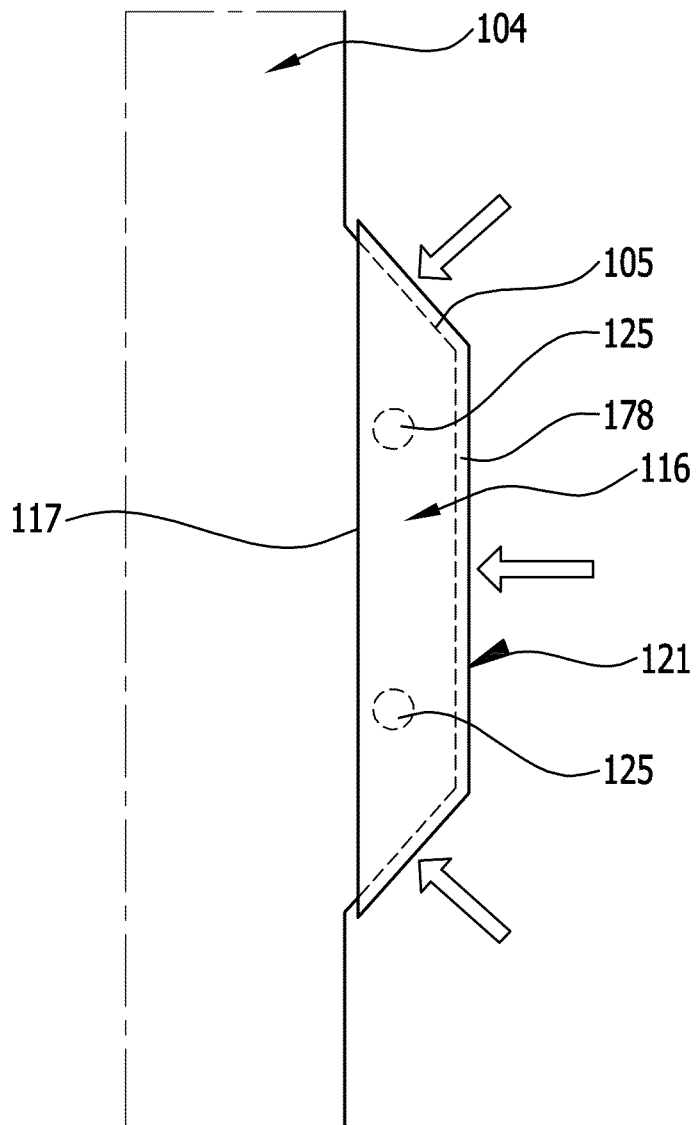


FIG.42



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/082348

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01M 8/2432</i> (2016.01)i; <i>H01M 8/247</i> (2016.01)i; <i>H01M 8/2475</i> (2016.01)i; <i>H01M 8/248</i> (2016.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 4345009 A (FAHLE RONALD W ET AL) 17 August 1982 (1982-08-17) figures 1,2 Claims 1-6	1-15 16
X	US 6669826 B1 (MILGATE JR ROBERT W [US] ET AL) 30 December 2003 (2003-12-30) figures 3,5 claim 1	1-16
X	WO 2010081704 A2 (LI TEC BATTERY GMBH [DE]; MEINTSCHEL JENS [DE] ET AL.) 22 July 2010 (2010-07-22) abstract figures 1,3,9.59 claim 1	1-16
X	WO 2005045981 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; KURAMOCHI TAKEHARU [JP] ET AL.) 19 May 2005 (2005-05-19) figures 1,3,5 abstract	1-16
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 17 March 2023		Date of mailing of the international search report 27 March 2023
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Haering, Christian Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/082348

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102017215510 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]; AUDI AG [DE]) 07 March 2019 (2019-03-07) figure 2 claims 1-6	1-16
.....		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/082348

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	4345009	A	17 August 1982	NONE			
US	6669826	B1	30 December 2003	NONE			
WO	2010081704	A2	22 July 2010	BR	PI1006929	A2	24 September 2019
				CA	2749996	A1	22 July 2010
				CN	102308412	A	04 January 2012
				DE	102009005124	A1	29 July 2010
				EP	2387804	A2	23 November 2011
				EP	2605301	A2	19 June 2013
				EP	2605302	A2	19 June 2013
				EP	2605303	A2	19 June 2013
				EP	2605304	A2	19 June 2013
				EP	2605305	A2	19 June 2013
				EP	2605306	A2	19 June 2013
				JP	2012515421	A	05 July 2012
				KR	20120006973	A	19 January 2012
				US	2012156537	A1	21 June 2012
				WO	2010081704	A2	22 July 2010
WO	2005045981	A1	19 May 2005	NONE			
DE	102017215510	A1	07 March 2019	CN	111263997	A	09 June 2020
				DE	102017215510	A1	07 March 2019
				EP	3679617	A1	15 July 2020
				US	2021184234	A1	17 June 2021
				WO	2019048100	A1	14 March 2019

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H01M8/2432	H01M8/247
		H01M8/2475
		H01M8/248
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
H01M		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 345 009 A (FAHLE RONALD W ET AL) 17. August 1982 (1982-08-17)	1-15
A	Abbildungen 1,2 Ansprüche 1-6	16

X	US 6 669 826 B1 (MILGATE JR ROBERT W [US] ET AL) 30. Dezember 2003 (2003-12-30)	1-16
	Abbildungen 3,5 Anspruch 1	

X	WO 2010/081704 A2 (LI TEC BATTERY GMBH [DE]; MEINTSCHEL JENS [DE] ET AL.) 22. Juli 2010 (2010-07-22)	1-16
	Zusammenfassung Abbildungen 1, 3, 9, 59 Anspruch 1	

	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absdtedatum des internationalen Recherchenberichts
17. März 2023		27/03/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Haering, Christian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2005/045981 A1 (NISSAN MOTOR [JP]; KURAMOCHI TAKEHARU [JP] ET AL.) 19. Mai 2005 (2005-05-19) Abbildungen 1, 3, 5 Zusammenfassung -----	1-16
A	DE 10 2017 215510 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]; AUDI AG [DE]) 7. März 2019 (2019-03-07) Abbildung 2 Ansprüche 1-6 -----	1-16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/082348

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4345009	A	17-08-1982	KEINE

US 6669826	B1	30-12-2003	KEINE

WO 2010081704	A2	22-07-2010	BR PI1006929 A2 24-09-2019
		CA 2749996 A1	22-07-2010
		CN 102308412 A	04-01-2012
		DE 102009005124 A1	29-07-2010
		EP 2387804 A2	23-11-2011
		EP 2605301 A2	19-06-2013
		EP 2605302 A2	19-06-2013
		EP 2605303 A2	19-06-2013
		EP 2605304 A2	19-06-2013
		EP 2605305 A2	19-06-2013
		EP 2605306 A2	19-06-2013
		JP 2012515421 A	05-07-2012
		KR 20120006973 A	19-01-2012
		US 2012156537 A1	21-06-2012
		WO 2010081704 A2	22-07-2010

WO 2005045981	A1	19-05-2005	KEINE

DE 102017215510	A1	07-03-2019	CN 111263997 A 09-06-2020
		DE 102017215510 A1	07-03-2019
		EP 3679617 A1	15-07-2020
		US 2021184234 A1	17-06-2021
		WO 2019048100 A1	14-03-2019
