

(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
24. Juni 2021 (24.06.2021)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/122169 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/0202 (2016.01) *H01M 8/00* (2016.01)
H01M 8/0276 (2016.01) *H01M 8/0273* (2016.01)
H01M 8/0286 (2016.01) *H01M 8/1004* (2016.01)
H01M 8/0297 (2016.01) *H01M 8/24* (2016.01)
H01M 8/0284 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/085112

(22) Internationales Anmeldedatum:
08. Dezember 2020 (08.12.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 135 277.0
19. Dezember 2019 (19.12.2019) DE

(71) Anmelder: **ELRINGKLINGER AG** [DE/DE]; Max-Eyth-Strasse 2, 72581 Dettingen (DE).

(72) Erfinder: **STAHL, Peter**; Reutlinger Strasse 3, 72555 Metzingen (DE). **SALZMANN, Manuel**; Johannes-Mynsinger-Weg 15, 89075 Ulm (DE). **DIX-LANDGRAF, Thomas**; Untere Gerberstrasse 6, 72764 Reutlingen (DE). **SCHMID, Andreas**; Birkenstrasse 15, 72116 Mössingen (DE). **VOLZ, Paul**; Keckbronnenweg 3/1, 72581 Dettingen an der Erms (DE). **KRAFT, Jürgen**; Öschweg 2/2, 72555 Metzingen (DE).

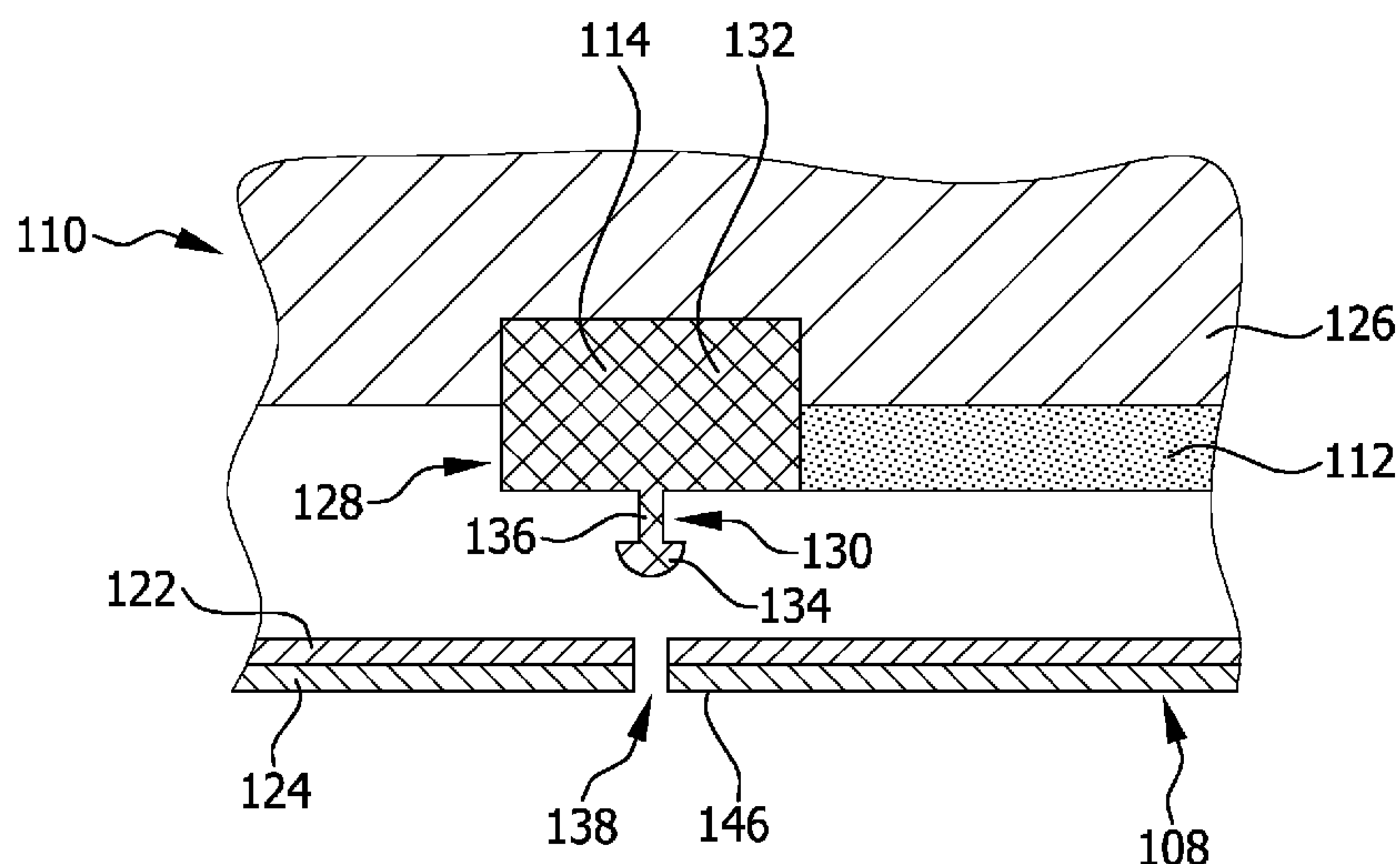
(74) Anwalt: **HOEGER, STELLRECHT & PARTNER PATENTANWÄLTE MBB**; Uhlandstrasse 14 c, 70182 Stuttgart (DE).

(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,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A SEAL FOR AN ELECTROCHEMICAL UNIT OF AN ELECTROCHEMICAL DEVICE AND ASSEMBLY FOR AN ELECTROCHEMICAL DEVICE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER DICHTUNG FÜR EINE ELEKTROCHEMISCHE EINHEIT EINER ELEKTROCHEMISCHEN VORRICHTUNG UND BAUGRUPPE FÜR EINE ELEKTROCHEMISCHE VORRICHTUNG

FIG.2



(57) Abstract: In order to provide a method for producing a seal for an electrochemical unit of an electrochemical device comprising the following steps: creating the seal in a forming tool; and removing the seal from the forming tool, which method permits the seal to be easily removed undamaged from the forming tool and preferably to achieve a precise positioning of the seal relative to other components of the electrochemical unit, according to the invention the seal, when still situated on the forming tool, is connected to at least one bipolar plate layer of a bipolar plate of the electrochemical unit and the at least one bipolar plate layer is removed from the

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2021/122169 A1

BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, 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, LT, LU, LV, MC, 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)

forming tool together with the seal connected thereto.

(57) Zusammenfassung: Um ein Verfahren zum Herstellen einer Dichtung für eine elektrochemische Einheit einer elektrochemischen Vorrichtung, umfassend Folgendes: Erzeugen der Dichtung in einem Formgebungswerkzeug; und Entnehmen der Dichtung aus dem Formgebungswerkzeug, zu schaffen, welches ermöglicht, die Dichtung in einfacher Weise unbeschädigt von dem Formgebungswerkzeug zu trennen und vorzugsweise eine präzise Positionierung der Dichtung relativ zu anderen Bestandteilen der elektrochemischen Einheit zu erzielen, wird vorgeschlagen, dass die noch am Formgebungswerkzeug angeordnete Dichtung mit mindestens einer Bipolarplattenlage einer Bipolarplatte der elektrochemischen Einheit verbunden wird und dass die mindestens eine Bipolarplattenlage zusammen mit der damit verbundenen Dichtung von dem Formgebungswerkzeug entfernt wird.

Verfahren zum Herstellen einer Dichtung für eine elektrochemische Einheit einer elektrochemischen Vorrichtung und Baugruppe für eine elektrochemische Vorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Dichtung für eine elektrochemische Einheit einer elektrochemischen Vorrichtung, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

- Erzeugung der Dichtung in einem Formgebungswerkzeug; und
- Entnehmen der Dichtung aus dem Formgebungswerkzeug.

Die elektrochemische Vorrichtung kann insbesondere eine Brennstoffzellenvorrichtung, ein Elektrolyseur oder ein Batteriezellenstapel sein.

Bei bekannten Verfahren dieser Art wird in dem Formgebungswerkzeug eine Einheit aus der Dichtung und einer Gasdiffusionslage der elektrochemischen Einheit hergestellt.

Die Außenbereiche einer solchen, insbesondere aus einem Elastomermaterial hergestellten, Dichtung sind jedoch ungestützte Bereiche, die aufgrund der fehlenden Anbindung an eine formsteife Komponente eine große mechanische Instabilität aufweisen. Dies kann beim Zusammenbau der elektrochemischen Einheit und/oder bei der Assemblierung der elektrochemischen Vorrichtung aus den elektrochemischen Einheiten, die längs einer Stapelrichtung der elektrochemischen Vorrichtung aufeinander folgen, große Schwierigkeiten bereiten, da die Bereiche der Dichtung, welche Mediumkanäle zum Hindurchleiten von der elektrochemischen Vorrichtung zuzuführenden fluiden Medien oder zur Abfuhr von fluiden Medien aus der elektrochemischen Vorrichtung umgeben, nur mit großen Positioniertoleranzen an den jeweils benachbarten Bipolarplatten der elektrochemischen Vorrichtung positioniert werden können oder mit hohem Montageaufwand vorpositioniert werden müssen.

Außerdem ist die Entformung einer Dichtung aus einem Formgebungswerkzeug aufwändig, da die Dichtung bei der Entformung nicht beschädigt werden darf und aufgrund der geringen Steifigkeit der Dichtung nur schlecht gegriffen werden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Herstellen einer Dichtung für eine elektrochemische Einheit einer elektrochemischen Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welches ermöglicht, die Dichtung in einfacher Weise unbeschädigt von dem Formgebungswerkzeug zu trennen und vorzugsweise eine präzise Positionierung der Dichtung relativ zu anderen Bestandteilen der elektrochemischen Einheit zu erzielen.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1 erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die noch am Formgebungswerkzeug angeordnete Dichtung mit mindestens einer Bipolarplattenlage einer Bipolarplatte der elektrochemischen Einheit verbunden wird und dass die mindestens eine Bipolarplattenlage zusammen mit der damit verbundenen Dichtung von dem Formgebungswerkzeug entfernt wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Konzept zugrunde, eine Dichtung in einem werkzeuggebundenen Prozess, beispielsweise in einem Spritzgießprozess, herzustellen, wobei die Dichtung an eine andere Komponente der elektrochemischen Einheit, insbesondere an eine Komponente einer Membran-Elektroden-Anordnung, beispielsweise an eine Gasdiffusionslage, angebunden werden kann.

Während der Öffnung des Formgebungswerkzeugs, insbesondere des Spritzgießwerkzeugs, verbleibt die Dichtung an einem Werkzeugteil des Formgebungswerkzeugs.

Das Werkzeugteil, an welchem die Dichtung bei der Öffnung des Formgebungswerkzeugs verbleibt, kann ein bewegliches Werkzeugteil oder ein unbewegliches Werkzeugteil des Formgebungswerkzeugs sein.

Ferner kann das Werkzeugteil, an welchem die Dichtung bei der Öffnung des Formgebungswerkzeugs verbleibt, mindestens einen Kanal und/oder mindestens eine Düse zum Einbringen eines Spritzgießmaterials in eine Kavität des Formgebungswerkzeugs aufweisen.

Mindestens eine Bipolarplattenlage einer Bipolarplatte, vorzugsweise eine mehrere Bipolarplattenlagen umfassende Bipolarplatte, wird an die an dem Werkzeugteil des Formgebungswerkzeugs verbliebene Dichtung heranbewegt und durch Formschluss, durch Stoffschluss und/oder durch Kraftschluss mit der Dichtung verbunden. Anschließend wird die Bipolarplattenlage beziehungsweise die Bipolarplatte zusammen mit der Dichtung von dem Werkzeugteil des Formgebungswerkzeugs weg bewegt.

Hierdurch wird die Entformung der Dichtung aus dem Werkzeugteil des Formgebungswerkzeugs deutlich vereinfacht.

Ferner kann die Einheit aus Bipolarplattenlage oder Bipolarplatte und der damit verbundenen Dichtung leicht weiterverarbeitet, gelagert und zusammen mit anderen Bauteilen zu der elektrochemischen Vorrichtung assembliert werden, da die Einheit aus Bipolarplattenlage oder Bipolarplatte und Dichtung eine - im Vergleich zu der isolierten Dichtung - sehr hohe Formsteifigkeit aufweist und somit deutlich leichter positionierbar ist.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Dichtung und die mindestens eine Bipolarplattenlage mittels mindestens eines Verbindungselements miteinander verbunden werden.

Ein solches Verbindungselement kann insbesondere einstückig mit einem Grundkörper der Dichtung ausgebildet sein.

Der Grundkörper der Dichtung kann insbesondere aus einem elastischen Material, vorzugsweise aus einem Elastomermaterial, gebildet sein.

Das Verbindungselement kann aus demselben Material wie der Grundkörper der Dichtung gebildet sein oder aus einem von dem Material des Grundkörpers verschiedenen Material.

Das Verbindungselement kann beispielsweise aus einem thermoplastischen Material gebildet sein.

Das Verbindungselement kann insbesondere aus einem thermoplastischen Elastomer (TPE) gebildet sein.

Das Verbindungselement kann als ein Einlegeteil in das Formgebungswerkzeug eingebracht werden, bevor die Dichtung erzeugt wird, oder im Formgebungswerkzeug als erste Komponente eines Zwei-Komponenten-Spritzgießvorgangs vor dem die zweite Komponente bildenden Grundkörper der Dichtung erzeugt werden.

Vorzugsweise umfasst mindestens ein Verbindungselement einen Hinterschneidungsbereich, welcher die mindestens eine Bipolarplattenlage hintergreift.

Grundsätzlich kann der Hinterschneidungsbereich eine beliebige Form aufweisen, beispielsweise die Form eines Pilzes, eines Tropfens oder einer Pfeilspitze.

Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass mindestens ein Verbindungselement einen Hinterschneidungsbereich umfasst, welcher an der Bipolarplattenlage angeordnet ist und die Dichtung hintergreift.

Ein solches Verbindungselement kann insbesondere einstückig mit der betreffenden Bipolarplattenlage ausgebildet sein.

Alternativ oder ergänzend hierzu kann vorgesehen sein, dass die Dichtung und die mindestens eine Bipolarplattenlage durch Stoffschluss miteinander verbunden werden.

Ein solcher Stoffschluss kann beispielsweise mittels eines Stoffschlusselements erzeugt werden, dass an der Dichtung und/oder an der mindestens einen Bipolarplattenlage angeordnet wird.

Ein solches Stoffschlusselement kann beispielsweise einen Klebstoff, ein Harz und/oder einen Haftvermittler enthalten.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Dichtung beim Öffnen des Formgebungswerkzeugs einen Vernetzungsgrad von weniger als 100 % aufweist, vorzugsweise einen Vernetzungsgrad von weniger als 80 %. Nach dem Öffnen des Formgebungswerkzeugs kann die mindestens eine Bipolarplattenlage in Kontakt mit der unvollständig vernetzten Dichtung gebracht werden, worauf eine weitere Vernetzung des Materials der Dichtung stattfindet, wodurch eine stoffschlüssige Verbindung zwischen der Dichtung und der mindestens einen Bipolarplattenlage hergestellt wird.

Zur Verbesserung der Haftung zwischen der mindestens einen Bipolarplattenlage und der Dichtung kann dabei vorgesehen sein, dass die mindestens eine Bipolarplattenlage mit einem Haftvermittler vorbehandelt wird.

Alternativ oder ergänzend hierzu kann auch das Material der Dichtung einen Haftvermittler enthalten.

Ferner können auf der Seite des Werkzeugteils des Formgebungswerkzeugs, an dem die Dichtung nach der Öffnung des Formgebungswerkzeugs verbleibt, Bereiche vorgesehen sein, die dazu dienen, eine erhöhte lokale Druckspannung auf die Dichtung und die mindestens eine Bipolarplattenlage zu erzeugen, während die Dichtung und die mindestens eine Bipolarplattenlage miteinander in Kontakt stehen. Diese Bereiche liegen vorzugsweise dort, wo sich mindestens ein Verbindungselement der Dichtung befindet.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Dichtung mittels einer Anpress-einrichtung gegen die mindestens eine Bipolarplattenlage gepresst wird.

Eine solche Anpresseinrichtung kann insbesondere einen in dem Werkzeugteil, an welchem die Dichtung nach der Öffnung des Formgebungswerkzeugs verbleibt, angeordneten beweglichen Stift umfassen. Ein solcher Stift kann gegen die Dichtung bewegt werden, um die Dichtung gegen die mindestens eine Bipolarplattenlage zu pressen.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Dichtung in dem Formgebungswerkzeug an einen Bestandteil einer Membran-Elektroden-Anordnung der elektrochemischen Einheit, insbesondere an eine Gasdiffusionslage, angeformt wird.

Ferner kann vorgesehen sein, dass die Dichtung mit mindestens zwei Bipolarplattenlagen verbunden wird, welche vor deren Verbindung mit der Dichtung miteinander verbunden worden sind.

Dabei können die zwei Bipolarplattenlagen insbesondere durch Verklebung oder durch Verschweißung, insbesondere durch Laserverschweißung, miteinander verbunden worden sein.

Ferner kann vorgesehen sein, dass eine Baugruppe, welche die mindestens eine Bipolarplattenlage und die damit verbundene Dichtung umfasst, mit einer weiteren Dichtung, insbesondere durch Formschluss, Stoffschluss und/oder Kraftschluss, verbunden wird.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Baugruppe mit der weiteren Dichtung verbunden wird, während die weitere Dichtung an einem Werkzeugteil eines Formgebungswerkzeugs angeordnet ist, in welchem die Dichtung erzeugt worden ist, beispielsweise durch einen Spritzgießvorgang.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner eine Baugruppe für eine elektrochemische Vorrichtung, welche mindestens eine Bipolarplattenlage und eine Dichtung umfasst.

Der vorliegenden Erfindung liegt die weitere Aufgabe zugrunde, eine solche Baugruppe für eine elektrochemische Vorrichtung zu schaffen, welche ein leichtes und beschädigungsfreies Entformen der Dichtung aus einem Formgebungswerkzeug und vorzugsweise auch eine präzise Positionierung der Dichtung relativ zu anderen Bestandteilen der elektrochemischen Vorrichtung während der Assemblierung der elektrochemischen Vorrichtung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Baugruppe für eine elektrochemische Vorrichtung, die mindestens eine Bipolarplattenlage und mindestens eine in einem Formgebungswerkzeug separat von der mindestens einen Bipolarplattenlage erzeugte Dichtung, welche durch Formschluss, durch Stoffschluss und/oder durch Kraftschluss mit der mindestens einen Bipolarplattenlage verbunden ist, umfasst.

Besondere Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Baugruppe für eine elektrochemische Vorrichtung sind vorstehend bereits im Zusammenhang mit besonderen Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens erläutert worden.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich insbesondere zur Herstellung der erfindungsgemäßen Baugruppe für eine elektrochemische Vorrichtung.

Die erfindungsgemäße Baugruppe für eine elektrochemische Vorrichtung ist vorzugsweise nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt.

Die erfindungsgemäße Baugruppe für eine elektrochemische Vorrichtung eignet sich insbesondere zur Verwendung in einer elektrochemischen Vorrichtung, welche mehrere längs einer Stapelrichtung aufeinander folgende elektrochemische Einheiten umfasst, die jeweils eine solche erfindungsgemäße Baugruppe umfassen.

Die Dichtung kann zwei Dichtungsabschnitte aufweisen, wobei vorzugsweise ein anodenseitiger Dichtungsabschnitt an eine anodenseitige Gasdiffusionslage und ein kathodenseitiger Dichtungsabschnitt an eine kathodenseitige Gasdiffusionslage angebunden ist.

Es kann vorgesehen sein, dass mindestens ein Verbindungselement der Dichtung die mindestens eine Bipolarplattenlage am äußeren Umfang der Bipolarplattenlage hintergreift.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass ein Verbindungselement die mindestens eine Bipolarplattenlage längs ihres gesamten äußeren Umfangs hintergreift.

Wenn die Dichtung und die mindestens eine Bipolarplattenlage durch Stoffschluss mittels eines Stoffschlusselements miteinander verbunden werden, so kann das Material des Stoffschlusselements, welches beispielsweise einen Klebstoff, ein Harz und/oder ein Elastomer enthält, durch Wärmeeintrag ausgehärtet und/oder vernetzt werden, während die Dichtung in Kontakt mit der mindestens einen Bipolarplattenlage steht.

Dabei kann die Wärme zum Aushärten und/oder Vernetzen des Materials des Stoffschlusselements insbesondere über das Werkzeugteil, an dem die Dichtung nach der Öffnung des Formgebungswerkzeugs verbleibt, eingebracht werden.

Die Dichtung kann mindestens ein Rückhalteelement aufweisen, durch welches die Dichtung prozesssicher auf einem vorgegebenen Werkzeugteil des Formgebungswerkzeugs zurückgehalten wird, wenn das Formgebungswerkzeug geöffnet wird.

Ein solches Rückhalteelement kann die Dichtung mittels Kraftschluss, Stoffschluss und/oder Formschluss an dem betreffenden Werkzeugteil zurückhalten.

Ein solches Rückhalteelement kann insbesondere einen Hinterschneidungsbereich aufweisen.

Ein solches Rückhalteelement kann entfernt und/oder zerstört werden, bevor die Dichtung zusammen mit der mindestens einen Bipolarplattenlage von dem Werkzeugteil, an dem die Dichtung beim Öffnen des Formgebungswerkzeugs verbleibt, weg bewegt wird.

Das Zerstören und/oder Entfernen des Rückhalteelements kann beispielsweise mittels eines Stanzvorgangs oder eines Reißvorgangs erfolgen.

Statt an eine Gasdiffusionslage kann die Dichtung bei ihrer Erzeugung in dem Formgebungswerkzeug auch an eine Membran-Elektroden-Anordnung, welche zwei Gasdiffusionslagen und eine Membran umfasst, an eine Randverstärkung, an eine mit einer Membran verbundene Randverstärkung, an eine mit einer oder mit zwei Gasdiffusionslagen verbundene Randverstärkung oder an eine mit einer Membran und mit einer oder mit zwei Gasdiffusionslagen verbundene Randverstärkung angebunden werden.

Nach dem Verbinden einer Einheit aus einer Dichtung und einer Gasdiffusionslage mit mindestens einer Bipolarplattenlage oder mit einer mehrlagigen Bipolarplatte kann die Baugruppe, welche die Einheit aus der Dichtung und der Gasdiffusionslage sowie die Bipolarplattenlage beziehungsweise die Bipolarplatte umfasst, in einem nachfolgenden Stapelvorgang zusammen mit einer Membran und/oder einer zweiten Einheit aus einer Dichtung und einer Gasdiffusionslage aufgestapelt werden.

Dabei umfasst die erste Einheit aus Dichtung und Gasdiffusionslage, welche zum Entformen aus dem Formgebungswerkzeug mit der Bipolarplattenlage oder der Bipolarplatte verbunden worden ist, vorzugsweise mindestens einen Dichtungsbereich, welcher sich um einen Mediumkanal der elektrochemischen Vorrichtung herum erstreckt. Ein solcher sich um einen Mediumkanal herum erstreckender Dichtungsbereich weist eine besonders geringe eigene Steifigkeit auf, so dass die Erhöhung der Formsteifigkeit der Dichtung durch die Bipolarplattenlage beziehungsweise die Bipolarplatte sich in diesem Fall besonders günstig auswirkt.

Alternativ hierzu können auch zwei Einheiten aus jeweils einer Dichtung und einer Gasdiffusionslage auf einander abgewandte Seiten einer Bipolarplatte aufgebracht und insbesondere mittels jeweils mindestens eines Verbindungselements mit der Bipolarplatte verbunden werden.

Bei der Assemblierung der elektrochemischen Vorrichtung werden dann diese Baugruppen, welche jeweils eine Bipolarplatte, zwei Dichtungen und zwei Gasdiffusionslagen umfassen, im Wechsel mit Membranen, insbesondere mit katalysatorbeschichteten Membranen (CCM), aufeinander gestapelt.

Mindestens ein Verbindungselement zum Verbinden einer Dichtung mit mindestens einer Bipolarplattenlage kann so ausgebildet sein, dass eine Relativbewegung zwischen der Dichtung und der mindestens einen Bipolarplattenlage, beispielsweise aufgrund unterschiedlicher Wärmeausdehnungen und/oder aufgrund eines Schrumpfens der Dichtung, in eine oder zwei Raumrichtungen möglich ist.

Die Dichtung kann mindestens einen Dichtungsbereich umfassen, welcher sich im montierten Zustand der elektrochemischen Vorrichtung über einen Mediumkanal der elektrochemischen Vorrichtung herum erstreckt.

Ein solcher Dichtungsbereich kann an eine anodenseitige Gasdiffusionslage oder an eine kathodenseitige Gasdiffusionslage angebunden sein. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass alle einen Mediumkanal umgebenden Dichtungsbereiche der Dichtung an eine anodenseitige Gasdiffusionslage angebunden sind oder dass alle einen Mediumkanal umgebenden Dichtungsbereiche der Dichtung an eine kathodenseitige Gasdiffusionslage angebunden sind. Alternativ hierzu kann vorgesehen sein, dass mindestens ein einen Mediumkanal umgebender Dichtungsbereich der Dichtung an eine anodenseitige Gasdiffusionslage angebunden ist und dass mindestens ein anderer einen Mediumkanal umgebender Dichtungsbereich der Dichtung an eine kathodenseitige Gasdiffusionslage angebunden ist.

Die Bipolarplattenlagen der Bipolarplatte können aus einem metallischen Material oder aus einem graphitischen Material gebildet sein.

Die Bipolarplattenlagen der Bipolarplatte können beispielsweise durch einen Schweißvorgang stoffschlüssig miteinander verbunden sein.

Die Dichtung kann aus einem Elastomermaterial gebildet sein.

Die Dichtung kann in einem Spritzgießvorgang hergestellt und zugleich stoffschlüssig an eine Gasdiffusionslage angebunden werden. Dazu wird eine Gasdiffusionslage in das Formgebungswerkzeug, insbesondere ein Spritzgießwerkzeug, eingelegt und mit dem Spritzgießmaterial, aus welchem die Dichtung gebildet wird, umspritzt.

Die vorliegende Erfindung ermöglicht es, dass eine Dichtung einer elektrochemischen Einheit ohne Randverstärkung und mit einem sehr kompakten Aufbau hergestellt und präzise relativ zu der Bipolarplatte der elektrochemischen Einheit positioniert werden kann.

Da die Dichtung separat von der Bipolarplatte hergestellt wird, kann die Bipolarplatte leicht gereinigt werden, nachdem deren Bipolarplattenlagen durch einen Schweißvorgang oder einen Klebevorgang miteinander verbunden worden sind, da sich zu diesem Zeitpunkt kein Dichtungsmaterial an der Bipolarplatte befindet.

Außerdem kann ein Schweißvorgang zur Herstellung einer mehrlagigen Bipolarplatte aus mehreren Bipolarplattenlagen mit einem geringeren Qualitäts-sicherungs-Aufwand durchgeführt werden, da sich während des Schweißvorgangs keine andere Komponente, insbesondere keine Membran-Elektroden-Anordnung und/oder keine Dichtung, an einer der Bipolarplattenlagen befindet, welche nach dem Schweißvorgang auf ihre Funktionalität und/oder auf eine mögliche Kontamination hin überprüft werden müsste.

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

In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Explosionsdarstellung von zwei elektrochemischen Einheiten einer elektrochemischen Vorrichtung, welche längs einer Stapelrichtung der elektrochemischen Vorrichtung aufeinander folgen und jeweils eine Baugruppe, die eine Bipolarplatte, eine Gasdiffusionslage und eine in einem Formgebungswerkzeug separat von der Bipolarplatte erzeugte und an die Gasdiffusionslage angeformte Dichtung, welche durch Formschluss, durch Stoffschluss und/oder durch Kraftschluss mit der Bipolarplatte verbunden ist, umfasst, eine elektrochemisch aktive Membran und eine weitere Gasdiffusionslage, an welche in einem Formgebungswerkzeug eine weitere Dichtung angeformt worden ist, umfassen;
- Fig. 2 einen schematischen ausschnittsweisen Querschnitt durch ein Werkzeugteil eines Formgebungswerkzeugs, an welchem eine an eine Gasdiffusionslage angeformte Dichtung angeordnet ist, und eine zweilagige Bipolarplatte, wobei die Dichtung ein Verbindungselement mit einem Hinterschneidungsbereich aufweist und die Bipolarplatte eine Durchtrittsöffnung für den Durchtritt des Verbindungselements durch die Bipolarplatte aufweist;
- Fig. 3 einen schematischen ausschnittsweisen Querschnitt durch die Dichtung mit Verbindungselement und die Bipolarplatte aus Fig. 2 in einem verbundenen Zustand, in welchem der Hinterschneidungsbereich des Verbindungselements der Dichtung die Bipolarplatte hintergreift, längs der Linie 3 - 3 in Fig. 4;

- Fig. 4 eine ausschnittsweise Draufsicht auf die Bipolarplatte aus Fig. 3, mit der Blickrichtung längs des Pfeils 4 in Fig. 3, auf die der Dichtung abgewandte Rückseite der Bipolarplatte;
- Fig. 5 einen schematischen ausschnittswisen Querschnitt durch eine Variante der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsform einer Baugruppe aus Dichtung und Bipolarplatte, wobei die Bipolarplatte einen die Durchtrittsöffnung für das Verbindungselement der Dichtung umgebenden Kragen aufweist;
- Fig. 6 einen schematischen ausschnittswisen Querschnitt durch eine weitere Variante der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsform einer Baugruppe aus Dichtung und Bipolarplatte, wobei der Hinterschneidungsbereich des Verbindungselements beispielsweise eine Tropfenform aufweist;
- Fig. 7 einen schematischen ausschnittswisen Querschnitt durch ein Werkzeugteil eines Formgebungswerkzeugs, an dem eine an eine Gasdiffusionslage angeformte Dichtung angeordnet ist, wobei die Dichtung mittels eines Verbindungselements mit einer Bipolarplatte verbunden ist und das Werkzeugteil des Formgebungswerkzeugs eine Anpresseinrichtung zum Anpressen eines das Verbindungselement umfassenden Bereichs der Dichtung an die Bipolarplatte umfasst;
- Fig. 8 einen schematischen ausschnittswisen Querschnitt durch eine Dichtung, die stoffschlüssig mit einer Bipolarplatte verbunden ist;
- Fig. 9 eine schematische Explosionsdarstellung von zwei elektrochemischen Einheiten einer elektrochemischen Vorrichtung, welche längs einer Stapelrichtung der elektrochemischen Vorrichtung

aufeinander folgen und jeweils eine Baugruppe, die eine Bipolarplatte und zwei in jeweils einem Formgebungswerkzeug separat von der Bipolarplatte erzeugte und an jeweils eine Gasdiffusionslage angeformte Dichtungen, welche durch Formschluss, durch Stoffschluss und/oder durch Kraftschluss mit der Bipolarplatte verbunden sind, umfasst, und eine elektrochemisch aktive Membran umfassen;

Fig. 10 einen schematischen ausschnittsweisen Querschnitt durch eine weitere Variante der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsform einer Baugruppe aus Dichtung und Bipolarplatte, wobei die Dichtung eine gestufte Durchtrittsöffnung und die Bipolarplatte ein die Dichtung hintergreifendes Verbindungselement aufweist; und

Fig. 11 eine schematische Darstellung eines Verfahrens zur Herstellung der Baugruppe aus Fig. 10, wobei eine an einer Haltevorrichtung gehaltene Bipolarplatte zwischen einem ersten Werkzeugteil und einem zweiten Werkzeugteil eines Formgebungswerkzeugs dargestellt ist.

Gleiche oder funktional äquivalente Elemente sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen bezeichnet.

Eine in Fig. 1 schematisch dargestellte und als Ganzes mit 100 bezeichnete elektrochemische Vorrichtung umfasst mehrere, längs einer Stapelrichtung 102 der elektrochemischen Vorrichtung 100 aufeinander folgende elektrochemische Einheiten 104, von denen zwei in Fig. 1 schematisch in Form einer Explosionsdarstellung gezeigt sind.

Jede der elektrochemischen Einheiten 104 umfasst jeweils eine Baugruppe 106, die eine Bipolarplatte 108 und eine in einem Formgebungswerkzeug 110 (siehe Fig. 2) separat von der Bipolarplatte 108 erzeugte und an eine Gasdiffusionslage 112 angeformte Dichtung 114 umfasst, sowie eine elektrochemisch aktive Membran 116, beispielsweise eine katalysatorbeschichtete Membran ("catalyst-coated membrane"; CCM), insbesondere eine Polymer-elektrolyt-Membran (PEM), und eine zweite Gasdiffusionslage 118, an welche eine zweite Dichtung 120 angeformt ist.

Die Bipolarplatte 108 kann mehrlagig, insbesondere zweilagig, ausgebildet sein und insbesondere eine erste Bipolarplattenlage 122, welche der Dichtung 114 zugewandt ist, und eine zweite Bipolarplattenlage 124, welche der Dichtung 114 abgewandt ist, umfassen.

Das Formgebungswerkzeug 110, mittels welchem die Dichtung 114 in einem Formgebungsvorgang erzeugt und, vorzugsweise stoffschlüssig, mit der Gasdiffusionslage 112 verbunden wird, umfasst ein (ausschnittsweise in Fig. 2 dargestelltes) erstes Werkzeugteil 126 und ein (nicht dargestelltes) zweites Werkzeugteil, welches während des Formgebungsvorgangs an dem ersten Werkzeugteil 126 anliegt und nach dem Formgebungsvorgang von dem ersten Werkzeugteil 126 entfernt wird, um das Formgebungswerkzeug 110 zu öffnen.

Bei diesem Öffnungsvorgang des Formgebungswerkzeugs 110 verbleibt die Dichtung 114 zusammen mit der Gasdiffusionslage 112 an dem ersten Werkzeugteil 126.

Dabei kann vorgesehen sein, dass die Einheit 128 aus Gasdiffusionslage 112 und Dichtung 114 durch mindestens ein (nicht dargestelltes) Rückhalteelement, welches einen Hinterschneidungsbereich aufweisen kann, beim Öffnen des Formgebungswerkzeugs 110 an dem ersten Werkzeugteil 126 zurückgehalten wird.

Der Formgebungsvorgang kann insbesondere ein Spritzgießvorgang sein, bei welchem die Dichtung 114 in dem Formgebungswerkzeug 110 durch Einspritzen und zumindest teilweises Vernetzen eines Spritzgießmaterials gebildet wird.

Die Verbindung der Dichtung 114 mit der vor dem Spritzgießvorgang in das Formgebungswerkzeug 110 eingelegten Gasdiffusionslage 112 kann insbesondere dadurch erfolgen, dass das Spritzgießmaterial bereichsweise in das poröse Material der Gasdiffusionslage 112 eindringt und dort aushärtet.

Wie aus den Fig. 2 bis 4 zu ersehen ist, umfasst die Dichtung 114 mindestens ein Verbindungselement 130, welches vorzugsweise einstückig mit einem Grundkörper 132 der Dichtung 114 ausgebildet ist.

Das Verbindungselement 130 umfasst einen Hinterschneidungsbereich 134, welcher über einen Tragebereich 136 mit dem Grundkörper 132 der Dichtung 114 verbunden ist und einen größeren Durchmesser aufweist als der Tragebereich 136.

Dem Verbindungselement 130 ist eine Durchtrittsöffnung 138 in der Bipolarplatte 108 zugeordnet, welche sich im Falle der zweilagigen Bipolarplatte 108 durch die erste Bipolarplattenlage 122 und durch die zweite Bipolarplattenlage 124 hindurch erstreckt.

Der Hinterschneidungsbereich 134 des Verbindungselements 130 kann beispielsweise eine Kugelabschnittsform, insbesondere eine Halbkugelform, aufweisen.

Das Verbindungselement 130 kann insgesamt eine Pilzform aufweisen.

Die Anzahl der Verbindungselemente 130 wird so gewählt, dass insbesondere auch mechanisch instabile Bereiche der Dichtung 114, beispielsweise im Bereich von Mediumkanaldurchtrittsöffnungen der Dichtung 114, zuverlässig und präzise relativ zu der Bipolarplatte 108 positionierbar sind.

Vorzugsweise beträgt die Anzahl der Verbindungselemente 130 mindestens zwei, insbesondere mindestens vier, besonders bevorzugt mindestens sechs.

Wie am besten aus Fig. 4 zu ersehen ist, kann die Durchtrittsöffnung 138 der Bipolarplatte 108 als ein Langloch 140 ausgebildet sein, welches in einer (vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu den Hauptflächen der Bipolarplattenlagen 122 und 124 verlaufenden) Längsrichtung 142 eine Längserstreckung L aufweist, die größer ist als die Quererstreckung I, welche das Langloch 140 in einer senkrecht zu der Längsrichtung 142 (und vorzugsweise im Wesentlichen parallel zu den Hauptflächen der Bipolarplattenlagen 122 und 124) ausgerichteten Querrichtung 144 aufweist.

Vorzugsweise ist die Quererstreckung I des Langlochs 140 in der Querrichtung 144 im Wesentlichen gleich groß wie oder geringfügig größer als der Durchmesser d des Tragebereichs 136 des Verbindungselements 130.

Der größte Durchmesser D des Hinterschneidungsbereichs 134 des Verbindungselements 130 ist größer als der Durchmesser d des Tragebereichs 136 und größer als die Quererstreckung I des Langlochs 140, so dass der Hinterschneidungsbereich 134 die Bipolarplattenlagen 122 und 124 hintergreift, wenn der Hinterschneidungsbereich 134 durch die Durchtrittsöffnung 138 der Bipolarplatte 108 hindurchgedrückt worden ist, wie in den Fig. 3 und 4 dargestellt.

Vorzugsweise entspricht die Höhe h des Tragebereichs 136, das heißt dessen Erstreckung senkrecht zu den Hauptflächen der Bipolarplattenlagen 122 und 124 und - im montierten Zustand der elektrochemischen Vorrichtung

100 - parallel zu der Stapelrichtung 102, im Wesentlichen der Gesamt-Materialstärke beider Bipolarplattenlagen 122 und 124 im Bereich der Durchtrittsöffnungen 138, so dass der Hinterschneidungsbereich 134, vorzugsweise im Wesentlichen flächig, an der dem Grundkörper 132 der Dichtung 114 abgewandten Rückseite 146 der zweiten Bipolarplattenlage 124 und damit der Bipolarplatte 108 anliegt.

Durch die formschlüssige Verbindung der Dichtung 114 mit der Bipolarplatte 108 mittel des Verbindungselements 130 ist die Dichtung 114 in ihrer Lage relativ zu der Bipolarplatte 108 längs der Querrichtung 144 des Langlochs 140 der Bipolarplatte 108 fixiert; jedoch ist die Relativposition der Dichtung 114 in Bezug auf die Bipolarplatte 108 in der Längsrichtung 142 des Langlochs 140 im Rahmen der Längserstreckung L des Langlochs 140 variabel, so dass ein Ausgleich von Positionierungs- und/oder Fertigungstoleranzen erfolgen kann.

Die Entformung des Hinterschneidungsbereichs 134 aus dem (nicht dargestellten) zweiten Werkzeugteil des Formgebungswerkzeugs 110 wird beispielsweise durch eine Verformung des Hinterschneidungsbereichs 134 und/oder durch verschiebbare Elemente im zweiten Werkzeugteil des Formgebungswerkzeugs 110 ermöglicht.

Um eine Verformung des Hinterschneidungsbereichs 134 zu gewährleisten, ist das zweite Werkzeugteil vorzugsweise mit einem definierten Hinterschnitt versehen.

Nachdem eine formschlüssige Verbindung der Dichtung 114 mit der Bipolarplatte 108 durch Hindurchdrücken des mindestens einen Verbindungselements 130 durch die demselben zugeordnete Durchtrittsöffnung 138 der Bipolarplatte 108 erfolgt ist, wird die Bipolarplatte 108 von dem ersten Werkzeugteil 126 des Formgebungswerkzeugs 110 weg bewegt, wodurch die mit der Bipolarplatte 108 verbundene Dichtung 114 und die mit der Dichtung 114 verbundene Gasdiffusionslage 112 von dem ersten Werkzeugteil 126 des

Formgebungswerkzeugs 110 entfernt werden, so dass die Entformung der Einheit 128 aus Gasdiffusionslage 112 und Dichtung 114 aus dem Formgebungswerkzeug 110 abgeschlossen ist.

Eine in Fig. 5 dargestellte zweite Ausführungsform einer Verbindung zwischen der Dichtung 114 und der Bipolarplatte 108 unterscheidet sich von der in den Fig. 2 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform dadurch, dass die Bipolarplattenlagen 122 und 124 im Bereich der Durchtrittsöffnungen 138 nicht flach ausgebildet sind, sondern einen Kragen 148 bilden, welcher die Durchtrittsöffnungen 138 zumindest teilweise umgibt.

Gemäß der Darstellung in Fig. 5 bilden beide Bipolarplattenlagen 122 und 124 jeweils einen Teilkragen 150 beziehungsweise 152 aus.

Grundsätzlich kann aber vorgesehen sein, dass der Kragen 148 nur einen Teilkragen 150 der ersten Bipolarplattenlage 122 oder nur einen Teilkragen 152 der zweiten Bipolarplattenlage 124 umfasst, wobei dann die jeweils andere Bipolarplattenlage 122 beziehungsweise 124 im Bereich der Durchtrittsöffnung 138 im Wesentlichen flach ausgebildet sein kann.

Im Übrigen stimmt die in Fig. 5 dargestellte zweite Ausführungsform hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

Eine in Fig. 6 dargestellte dritte Ausführungsform unterscheidet sich von der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform dadurch, dass das Verbindungselement 130 keine Pilzform aufweist, sondern vielmehr der Hinterschneidungsbereich 134 des Verbindungselements 130 tropfenförmig ausgebildet ist.

Der Hinterschneidungsbereich 134 liegt vorzugsweise nicht flächig an der Rückseite 146 der zweiten Bipolarplattenlage 124 an, was eine gewisse Relativbewegung zwischen der Dichtung 114 und der Bipolarplatte 108 längs der Stapelrichtung 102 ermöglicht.

Diese Relativbeweglichkeit kann dazu benutzt werden, bei der Montage der elektrochemischen Vorrichtung 100 Positionierungs- und/oder Fertigungstoleranzen auszugleichen.

Im Übrigen stimmt die in Fig. 6 dargestellte dritte Ausführungsform hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

Der Hinterschneidungsbereich 134 kann grundsätzlich auch eine beliebige andere Form aufweisen, beispielsweise die Form einer Pfeilspitze.

Eine in Fig. 7 dargestellte vierte Ausführungsform unterscheidet sich von der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform dadurch, dass an dem ersten Werkzeugteil 126 des Formgebungswerkzeugs 110 eine Anpresseinrichtung 154 vorgesehen ist, mittels welcher der Bereich der Dichtung 114, an welcher das Verbindungselement 130 angeordnet ist, mit einer gegen die Bipolarplatte 108 gerichteten Anpresskraft beaufschlagt werden kann, um das Herstellen einer formschlüssigen Verbindung zwischen dem Verbindungselement 130 und der Durchtrittsöffnung 138 der Bipolarplatte 108 zu erleichtern.

Die Anpresseinrichtung 154 kann beispielsweise einen Stift 156 umfassen, welcher in einem Kanal 158 des ersten Werkzeugteils 126 des Formgebungswerkzeugs 110 längs einer Verschiebungsrichtung 160 verschieblich geführt ist und mit einer der Bipolarplatte 108 abgewandten Rückseite 162 der Dichtung 114 in Kontakt steht, während die Dichtung 114 an dem ersten Werkzeugteil 126 des Formgebungswerkzeugs 110 angeordnet ist.

Ferner kann das Herstellen einer formschlüssigen Verbindung zwischen dem Verbindungselement 130 und der Durchtrittsöffnung 138 der Bipolarplatte 108 durch Maßnahmen erleichtert werden, welche die Reibung zwischen der Dichtung 114 und der Bipolarplattenlage 122 und/oder der Bipolarplattenlage 124 der Bipolarplatte 108 reduzieren, beispielsweise eine Anfasung und/oder eine Entgratung des Rands der Durchtrittsöffnung 138.

Im Übrigen stimmt die in Fig. 7 dargestellte vierte Ausführungsform hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

Eine in Fig. 8 dargestellte fünfte Ausführungsform unterscheidet sich von der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform dadurch, dass die Dichtung 114 nicht durch Formschluss mit der Bipolarplatte 108 verbunden wird, sondern durch Stoffschluss, insbesondere mittels eines Stoffschlusselements 164, das vor dem Zusammenführen von Dichtung 114 und Bipolarplatte 108 an der Dichtung 114 oder an der Bipolarplatte 108 angeordnet wird.

Das Stoffschlusselement 164 kann beispielsweise einen Klebstoff, ein klebriges Harz und/oder einen Haftvermittler enthalten.

Nach der stoffschlüssigen Verbindung der Bipolarplatte 108 mit der Dichtung 114 wird die Bipolarplatte 108 - wie bei der ersten Ausführungsform - von dem ersten Werkzeugteil 126 des Formgebungswerkzeugs 110 weg bewegt, wodurch die Einheit 128 aus Gasdiffusionslage 112 und Dichtung 114 von dem ersten Werkzeugteil 126 des Formgebungswerkzeugs 110 entformt wird.

Im Übrigen stimmt die in Fig. 8 dargestellte fünfte Ausführungsform hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in Fig. 1 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

Eine in Fig. 9 dargestellte sechste Ausführungsform unterscheidet sich von der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform dadurch, dass die Bipolarplatte 108 nicht nur zur Entformung einer einzigen Einheit 128 aus Gasdiffusionslage 112 und Dichtung 114 verwendet wird, sondern auch zur Entformung einer zweiten Einheit 128' aus der zweiten Gasdiffusionslage 118 und der zweiten Dichtung 120.

Zu diesem Zweck kann die zweite Dichtung 120 nach ihrer Erzeugung in einem Formgebungswerkzeug, welches mit dem Formgebungswerkzeug 110 zur Erzeugung der Dichtung 114 identisch oder von dem Formgebungswerkzeug 110 zur Erzeugung der Dichtung 114 verschieden sein kann, in derselben Weise (oder auch in anderer Weise) mit der Bipolarplatte 108 verbunden werden wie die Dichtung 114, um die zweite Dichtung 120 von einem Werkzeugteil ihres Formgebungswerkzeugs zu entformen.

Die beiden Einheiten 128 und 128' aus jeweils einer Gasdiffusionslage 112 beziehungsweise 118 und einer Dichtung 114 beziehungsweise 120 sind dann auf einander abgewandten Seiten der Bipolarplatte 108 angeordnet, wie dies aus Fig. 9 zu ersehen ist.

Bei dieser Ausführungsform umfasst jede elektrochemische Einheit 104 somit eine Baugruppe 106', die die Bipolarplatte 108, die im Formgebungswerkzeug 110 separat von der Bipolarplatte 108 hergestellte Dichtung 114, die Gasdiffusionslage 112, an welche die Dichtung 114 angeformt ist, die ebenfalls in einem Formgebungswerkzeug separat von der Bipolarplatte 108 erzeugte

zweite Dichtung 120 und die zweite Gasdiffusionslage 118, an welche die zweite Dichtung 120 angeformt ist, umfasst, und eine elektrochemisch aktive Membran 116.

Die Dichtung 114 und die zweite Dichtung 120 können durch (nicht dargestellte) Verbindungsmittel, vorzugsweise formschlüssig, miteinander verbunden sein. Solche Verbindungsmittel können einstückig mit der Dichtung 114 oder einstückig mit der zweiten Dichtung 120 ausgebildet sein.

Beim Assemblieren der elektrochemischen Vorrichtung 100 kann zwischen jeweils zwei solcher Baugruppen 106' eine elektrochemisch aktive Membran 116 eingelegt werden, um auf diese Weise einen Stapel aus elektrochemischen Einheiten 104 zu bilden.

Im Übrigen stimmt die in Fig. 9 dargestellte sechste Ausführungsform hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

Eine in Fig. 10 dargestellte siebte Ausführungsform einer Verbindung zwischen der Dichtung 114 und der Bipolarplatte 108 unterscheidet sich von der in den Fig. 2 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform dadurch, dass das Verbindungselement 130 nicht an der Dichtung 114 ausgebildet ist, sondern an der Bipolarplatte 108, insbesondere an der der Dichtung 114 zugewandten ersten Bipolarplattenlage 122.

Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Bipolarplattenlage 122 im Bereich der Durchtrittsöffnung 138 der Bipolarplattenlage 122 einen Kragen 170 bildet, welcher an einem radial nach außen abstehenden Ringbund 172 endet, der einen Hinterschneidungsbereich 134 des Verbindungselements 130 bildet.

Im in Fig. 10 dargestellten verbundenen Zustand von Bipolarplatte 108 und Dichtung 114 hintergreift der Ringbund 172 einen Randbereich 174 der Dichtung 114, welcher einen der Bipolarplatte 108 zugewandten engeren Abschnitt 176 einer gestuften Durchtrittsöffnung 178 in der Dichtung 114 berandet.

Der Ringbund 172 ist in einem der Bipolarplatte 108 abgewandten weiteren Abschnitt 180 der gestuften Durchtrittsöffnung 178 angeordnet.

Um das Einbringen des Ringbunds 172 und des Kragens 170 in die Durchtrittsöffnung 178 der Dichtung 114 zu erleichtern, kann die Durchtrittsöffnung 178 der Dichtung 114 mit einer Anfasung 182 versehen sein.

Zur Herstellung der in Fig. 10 dargestellten Baugruppe aus Dichtung 114 und Bipolarplatte 108 kann beispielsweise wie folgt vorgegangen werden (siehe Fig. 11):

Um in dem Spritzgießvorgang, welcher in dem Formgebungswerkzeug 110 durchgeführt wird, die Dichtung 114 mit der gestuften Durchtrittsöffnung 178 zu erzeugen, ist in einer – vorzugsweise zylindrischen – Ausnehmung 184 in dem ersten Werkzeugteil 126 ein – vorzugsweise zylindrischer – Kern 186 angeordnet, von dessen der Kavität des Formgebungswerkzeugs 110 zugewandter Stirnfläche 188 ein – vorzugsweise zylindrischer – Vorsprung 190 vorspringt, welcher im geschlossenen Zustand des Formgebungswerkzeugs 110 in eine komplementär hierzu ausgebildete Ausnehmung 192 in dem zweiten Werkzeugteil 194 des Formgebungswerkzeugs 110 eingreift.

Der im ersten Werkzeugteil 126 angeordnete Kern 186 ist von einer beweglichen Hülse 196 umgeben.

Nachdem die Dichtung 114 in einem Spritzvorgang in dem Formgebungswerkzeug 110 erzeugt worden ist, wird das Formgebungswerkzeug 110 geöffnet, indem das erste Werkzeugteil 126 und das zweite Werkzeugteil 194 voneinander weg bewegt werden.

Die zweilagige Bipolarplatte 108, an deren erster Bipolarplattenlage 122 der Kragen 170 und der Ringbund 172, beispielsweise durch einen Umformvorgang, insbesondere durch einen Umbördelvorgang, erzeugt worden sind, wird mittels einer Haltevorrichtung 198 so relativ zu dem ersten Werkzeugteil 126 und der Dichtung 114 positioniert, dass der Ringbund 172 nahe an der Durchtrittsöffnung 178 der Dichtung 114 angeordnet ist.

Um eine möglichst präzise Positionierung der Bipolarplatte 108 relativ zu der Dichtung 114 zu ermöglichen, umfasst die Haltevorrichtung ein Positionierelement 200, beispielsweise einen Positionierstift 202, welcher von der der Dichtung 114 abgewandten Seite her in den Kragen 170 des Verbindungselements 130 eingreift.

Alternativ oder ergänzend hierzu kann die Bipolarplatte 108 auch mittels eines oder mehrerer außerhalb der Kavität des Formgebungswerkzeugs 110 angeordneter Positionierelemente relativ zu der Dichtung 114 positioniert werden.

Die Bipolarplatte 108 kann beispielsweise mittels eines Sauggreifers 204 der Haltevorrichtung 198 in ihrer Position relativ zu dem ersten Werkzeugteil 126 und der Dichtung 114 gehalten sein.

In dem Sauggreifer 204 ist eine zu der Bipolarplatte 108 hin offene evakuierbare Kammer angeordnet, so dass die Bipolarplatte 108 durch den Luftdruck in der Umgebung der Bipolarplatte 108 gegen den Sauggreifer 204 gepresst wird.

Die bewegliche Hülse 196 wird auf die Bipolarplatte 108 zu bewegt, so dass der Randbereich 174 der Dichtung 114, welcher die gestufte Durchtrittsöffnung 178 umgibt, über den Ringbund 172 des Verbindungselements 130 weg bewegt wird und hinter dem Ringbund 172 einrastet, so dass die Dichtung 114 und die Bipolarplatte 108 durch Formschluss mittels des Verbindungselements 130 miteinander verbunden sind.

Im Übrigen stimmt die in den Fig. 10 und 11 dargestellte siebte Ausführungsform hinsichtlich Aufbau, Funktion und Herstellungsweise mit der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten ersten Ausführungsform überein, auf deren vorstehende Beschreibung insoweit Bezug genommen wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen einer Dichtung (114) für eine elektrochemische Einheit (104) einer elektrochemischen Vorrichtung (100), umfassend Folgendes:

- Erzeugen der Dichtung (114) in einem Formgebungswerkzeug (110); und
- Entnehmen der Dichtung (114) aus dem Formgebungswerkzeug (110);

dadurch gekennzeichnet,

dass die noch am Formgebungswerkzeug (110) angeordnete Dichtung (114) mit mindestens einer Bipolarplattenlage (122, 124) einer Bipolarplatte (108) der elektrochemischen Einheit (104) verbunden wird und dass die mindestens eine Bipolarplattenlage (122, 124) zusammen mit der damit verbundenen Dichtung (114) von dem Formgebungswerkzeug (110) entfernt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (114) und die mindestens eine Bipolarplattenlage (122, 124) mittels mindestens eines Verbindungselements (130) miteinander verbunden werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verbindungselement (130) einstückig mit einem Grundkörper (132) der Dichtung (114) ausgebildet ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Verbindungselement (130) einen Hinterschneidungsbereich (134) umfasst, welcher die mindestens eine Bipolarplattenlage (122, 124) hintergreift.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (114) und die mindestens eine Bipolarplattenlage (122, 124) durch Stoffschluss miteinander verbunden werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (114) mittels einer Anpresseinrichtung (154) gegen die mindestens eine Bipolarplattenlage (122, 124) gepresst wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (114) in dem Formgebungswerkzeug (110) an einen Bestandteil einer Membran-Elektroden-Anordnung der elektrochemischen Einheit (104) angeformt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (114) mit mindestens zwei Bipolarplattenlagen (122, 124) verbunden wird, welche vor deren Verbindung mit der Dichtung (114) miteinander verbunden worden sind.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Baugruppe (106), welche die mindestens eine Bipolarplattenlage (122, 124) und die damit verbundene Dichtung (114) umfasst, mit einer weiteren Dichtung (120) verbunden wird.
10. Baugruppe für eine elektrochemische Vorrichtung (100), umfassend mindestens eine Bipolarplattenlage (122, 124) und mindestens eine in einem Formgebungswerkzeug (110) separat von der

mindestens einen Bipolarplattenlage (122, 124) erzeugte Dichtung (114, 120), welche durch Formschluss, durch Stoffschluss und/oder durch Kraftschluss mit der mindestens einen Bipolarplattenlage (122, 124) verbunden ist.

FIG. 1

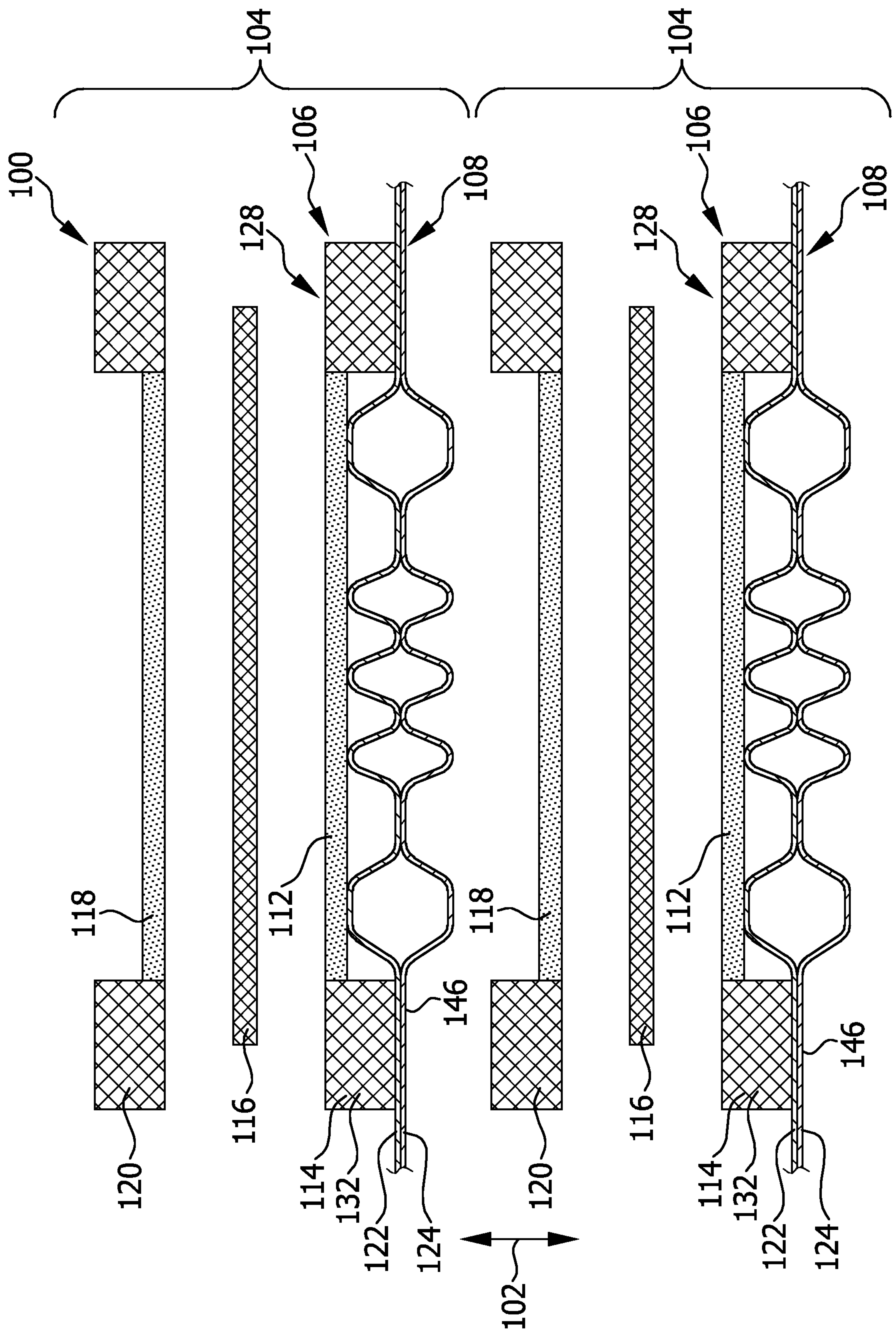
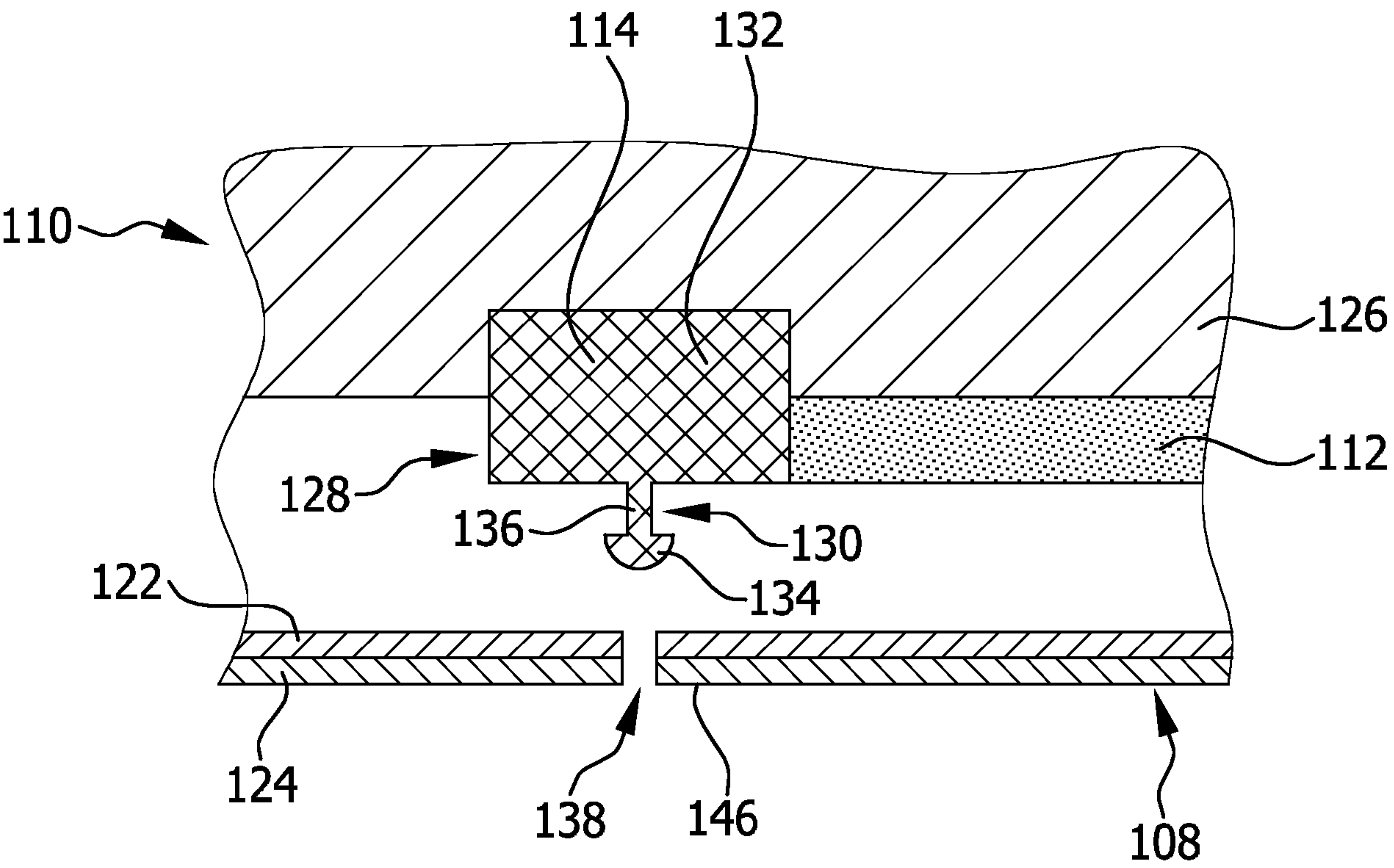


FIG.2



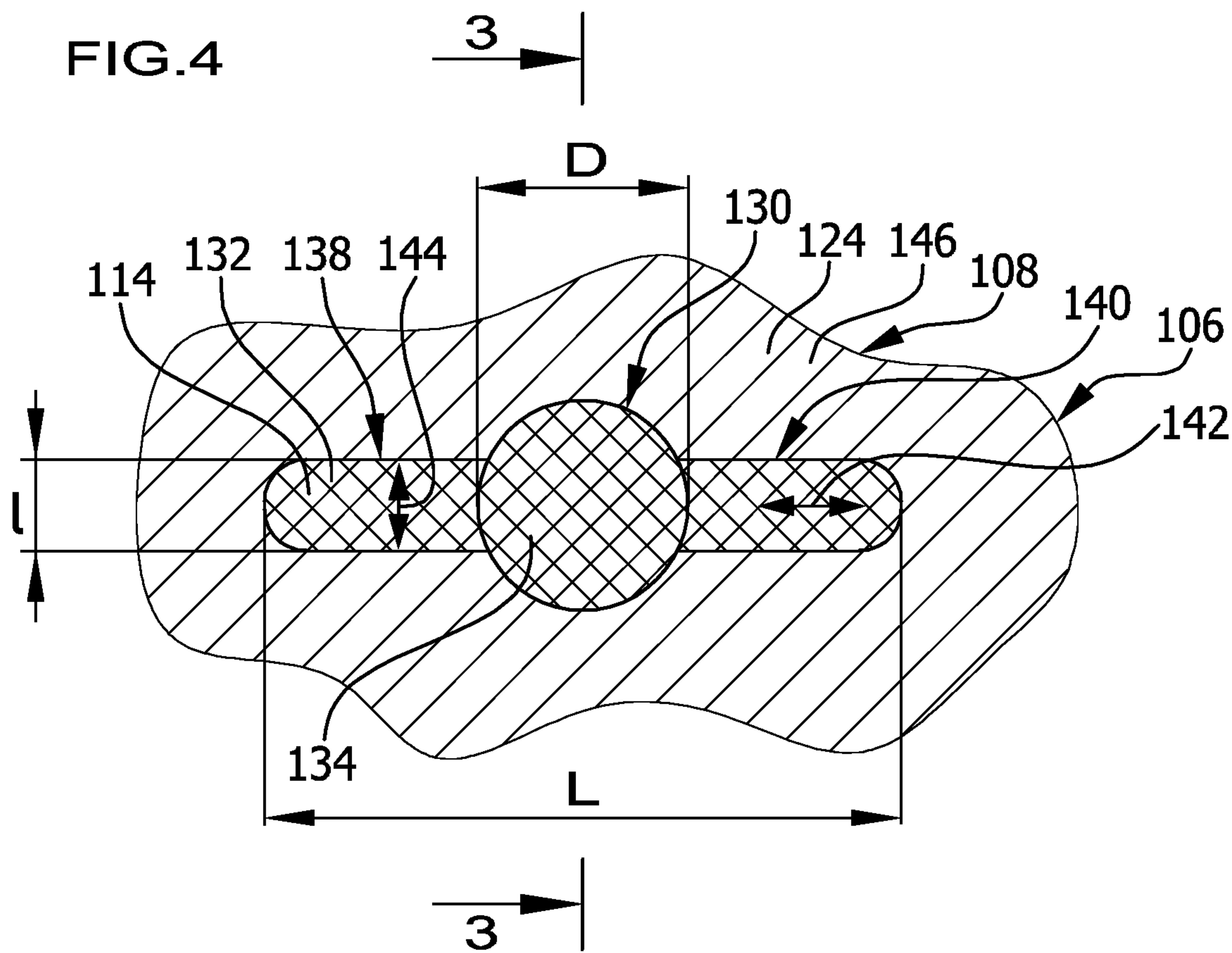
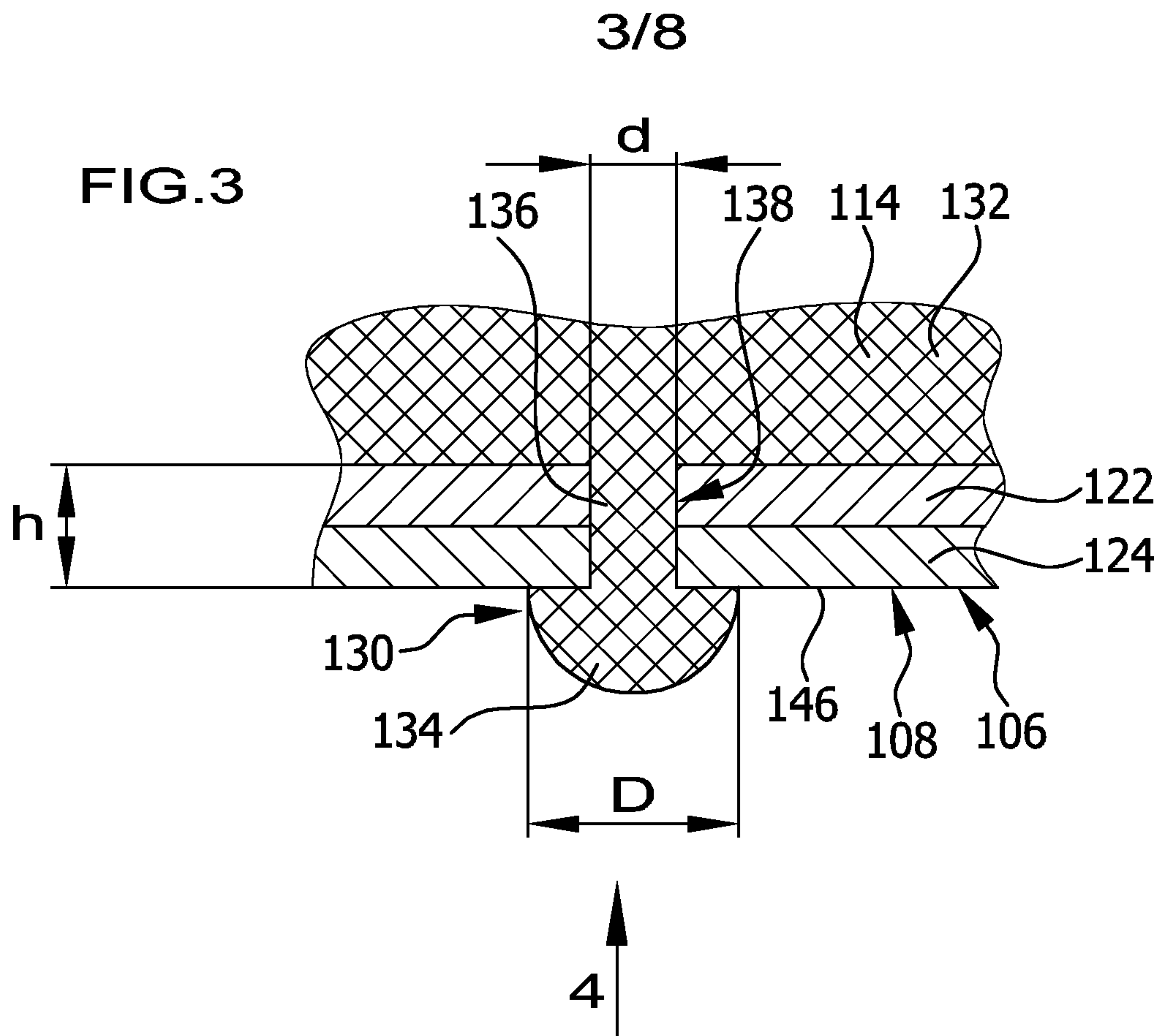


FIG.7

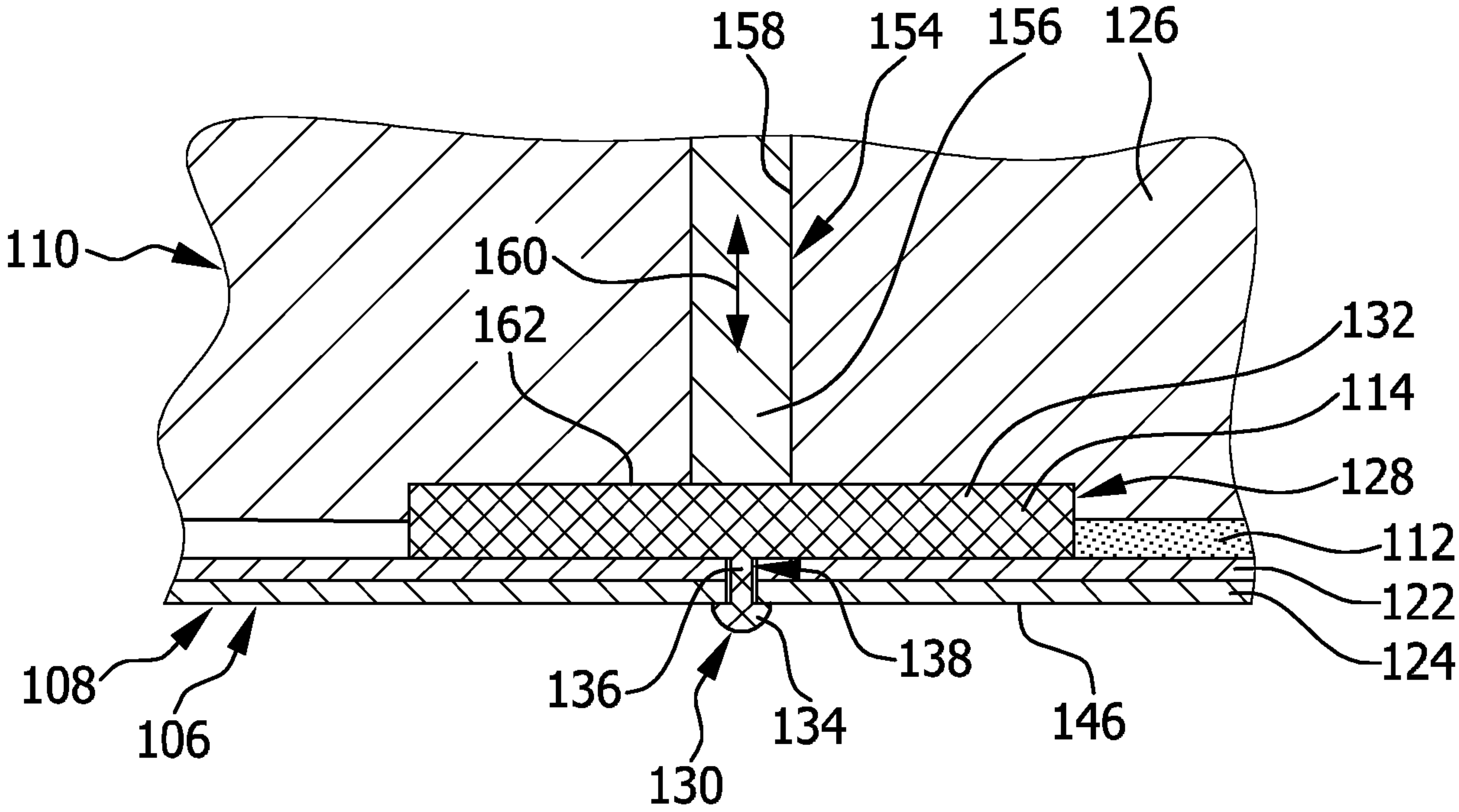


FIG.8

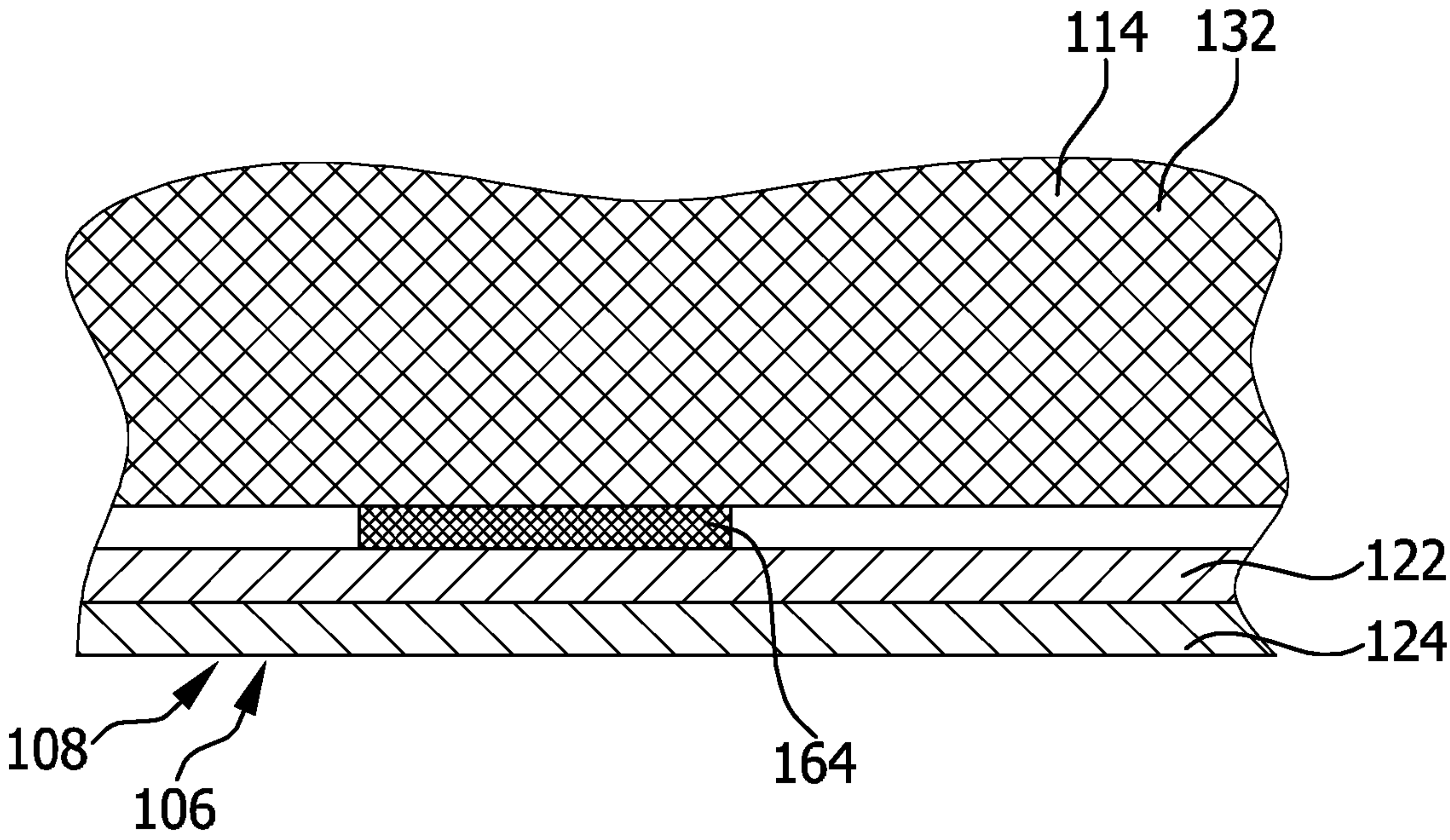


FIG.9

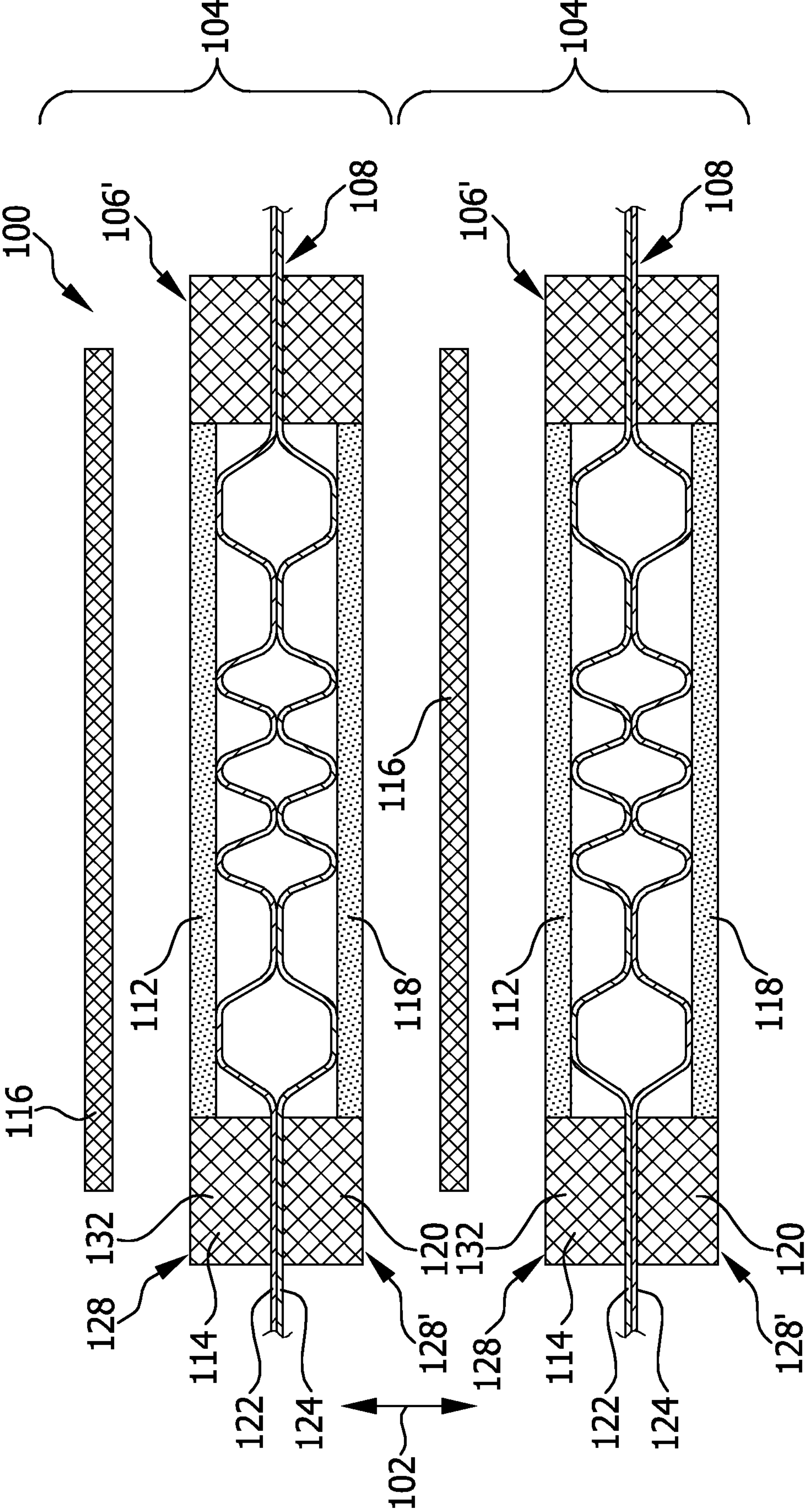


FIG.10

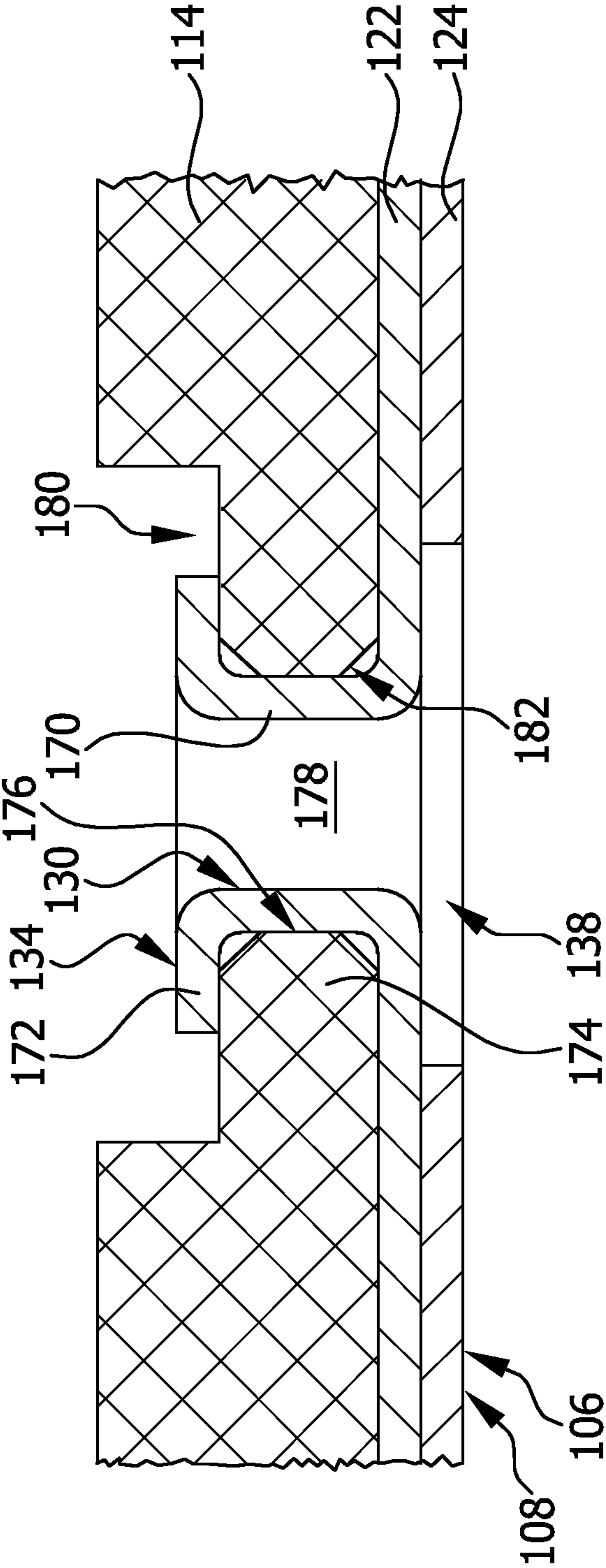
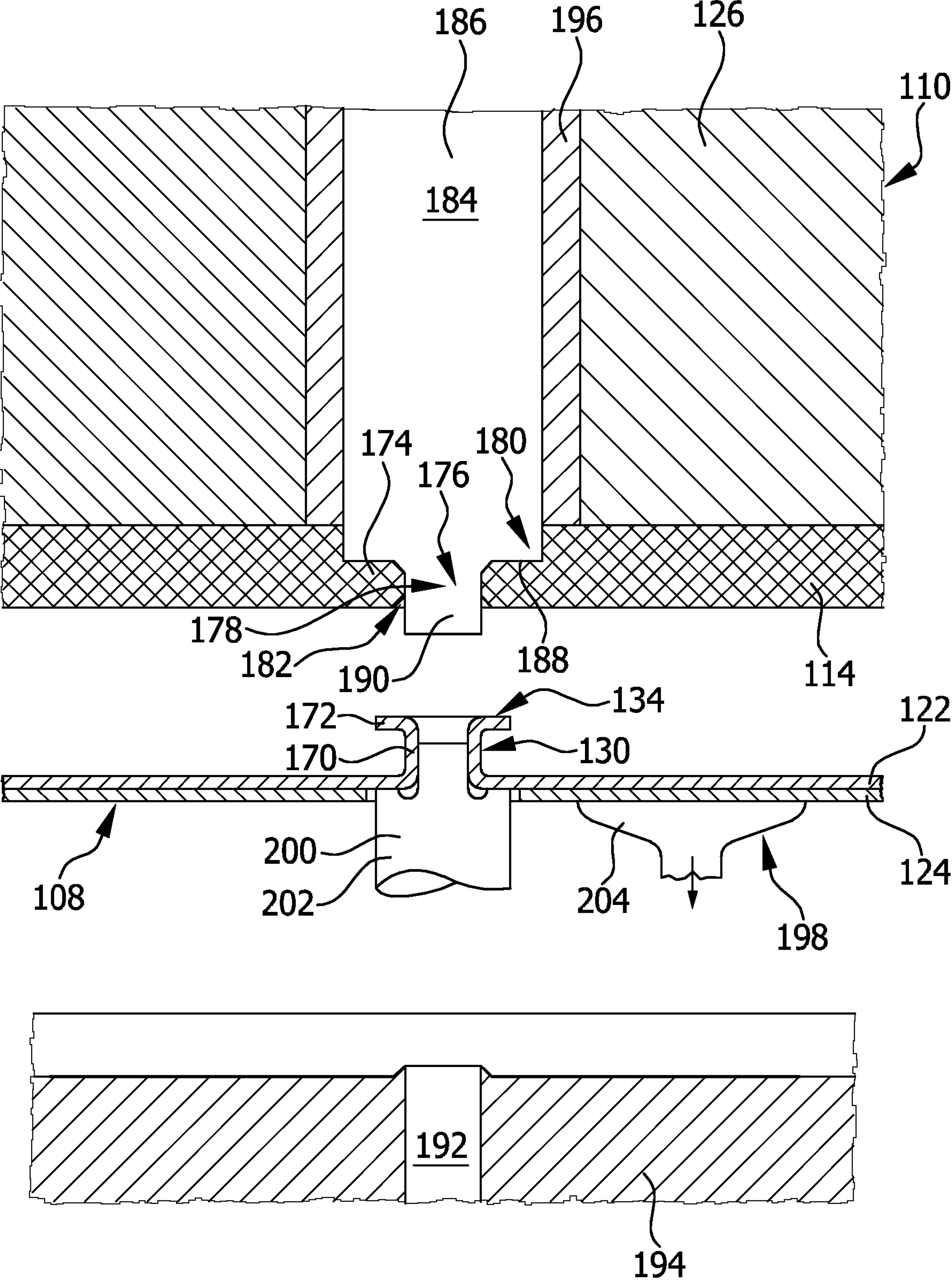


FIG.11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/085112

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 8/0202(2016.01)i; H01M 8/0276(2016.01)i; H01M 8/0286(2016.01)i; H01M 8/0297(2016.01)i; H01M 8/0284(2016.01)i; H01M 8/00(2016.01)n; H01M 8/0273(2016.01)n; H01M 8/1004(2016.01)n; H01M 8/24(2016.01)n

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	DE 102007003096 A1 (FREUDENBERG CARL KG [DE]) 17 July 2008 (2008-07-17) paragraph [0001] paragraph [0003] paragraph [0006] paragraph [0007] paragraph [0008] - paragraph [0009] paragraph [0012] - paragraph [0013] paragraph [0014] paragraph [0019] figures 1-3	1-7,9,10 8
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “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) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “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 “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 “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 “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 February 2021		Date of mailing of the international search report 03 March 2021
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 Kuhn, Tanja Telephone No.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	DE 102013220486 A1 (ELRINGKLINGER AG [DE]) 17 April 2014 (2014-04-17) paragraph [0001] paragraph [0044] paragraph [0045] paragraph [0047] paragraph [0049] paragraph [0053] paragraph [0054] paragraph [0055] paragraph [0071] paragraph [0121] paragraph [0094] paragraph [0096] - paragraph [0097] paragraph [0098] - paragraph [0103] paragraph [0104] paragraph [0107] paragraph [0108] paragraph [0109] paragraph [0112] paragraph [0114] paragraph [0117] paragraph [0118] claims 1-19 figures 3-8	1-6,8-10 7
A	EP 1622217 A2 (TOKAI RUBBER IND LTD [JP]) 01 February 2006 (2006-02-01) paragraph [0064] - paragraph [0065]	4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2020/085112

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102007003096	A1	17 July 2008	DE	102007003096	A1	17 July 2008
				EP	2111662	A1	28 October 2009
				WO	2008086841	A1	24 July 2008
DE	102013220486	A1	17 April 2014	NONE			
EP	1622217	A2	01 February 2006	EP	1622217	A2	01 February 2006
				JP	4780940	B2	28 September 2011
				JP	2006040791	A	09 February 2006
				US	2006024556	A1	02 February 2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01M8/0202 H01M8/0276 H01M8/0286 H01M8/0297 H01M8/0284
ADD. H01M8/00 H01M8/0273 H01M8/1004 H01M8/24

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 A	DE 10 2007 003096 A1 (FREUDENBERG CARL KG [DE]) 17. Juli 2008 (2008-07-17) Absatz [0001] Absatz [0003] Absatz [0006] Absatz [0007] Absatz [0008] - Absatz [0009] Absatz [0012] - Absatz [0013] Absatz [0014] Absatz [0019] Abbildungen 1-3 ----- -/-	1-7,9,10 8

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ 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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
23. Februar 2021	03/03/2021

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 Kuhn, Tanja
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2013 220486 A1 (ELRINGKLINGER AG [DE]) 17. April 2014 (2014-04-17)	1-6,8-10
A	Absatz [0001] Absatz [0044] Absatz [0045] Absatz [0047] Absatz [0049] Absatz [0053] Absatz [0054] Absatz [0055] Absatz [0071] Absatz [0121] Absatz [0094] Absatz [0096] - Absatz [0097] Absatz [0098] - Absatz [0103] Absatz [0104] Absatz [0107] Absatz [0108] Absatz [0109] Absatz [0112] Absatz [0114] Absatz [0117] Absatz [0118] Ansprüche 1-19 Abbildungen 3-8	7
A	----- EP 1 622 217 A2 (TOKAI RUBBER IND LTD [JP]) 1. Februar 2006 (2006-02-01) Absatz [0064] - Absatz [0065] -----	4

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/085112

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102007003096 A1	17-07-2008	DE 102007003096 A1	17-07-2008
		EP 2111662 A1	28-10-2009
		WO 2008086841 A1	24-07-2008

DE 102013220486 A1	17-04-2014	KEINE	

EP 1622217 A2	01-02-2006	EP 1622217 A2	01-02-2006
		JP 4780940 B2	28-09-2011
		JP 2006040791 A	09-02-2006
		US 2006024556 A1	02-02-2006
