



(10) **DE 10 2021 211 037 A1** 2023.03.30

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 211 037.1**

(22) Anmeldetag: **30.09.2021**

(43) Offenlegungstag: **30.03.2023**

(51) Int Cl.: **B01F 23/10 (2022.01)**

H01M 8/04119 (2016.01)

(71) Anmelder:

MAHLE International GmbH, 70376 Stuttgart, DE

(74) Vertreter:

**BRP Renaud und Partner mbB Rechtsanwälte
Patentanwälte Steuerberater, 70173 Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:

**Kohler, Samuel, 71093 Weil im Schönbuch, DE;
Mödinger, Stefan, 71686 Remseck, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US	9 046 309	B2
US	2003 / 0 154 724	A1
US	2008 / 0 085 437	A1

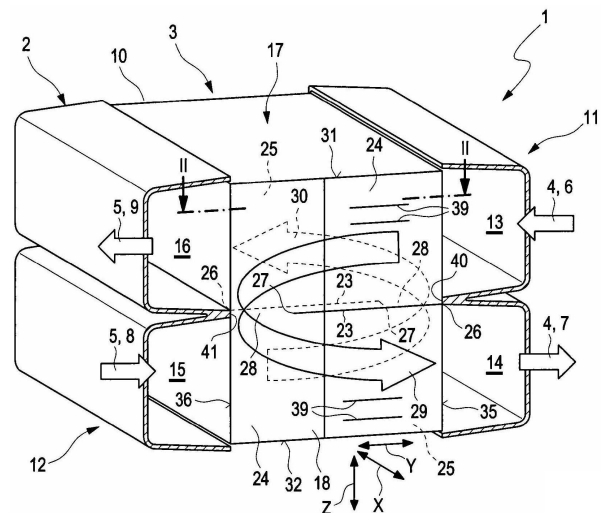
Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Befeuchterblock für einen Befeuchter**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Befeuchterblock (3) für einen Befeuchter (1) zum Befeuchten von trockenem Kathodenfrischgas (6) mittels feuchtem Kathodenabgas (8) einer Brennstoffzelle, mit einem quaderförmigen Membrankörper (17) aus einer gefalteten, für Feuchtigkeit durchlässigen und für Kathodengas (4, 5) undurchlässigen Membranmaterialbahn (18), wobei je zwei benachbarte Falten (19) über einen Falz (20) miteinander verbunden sind und mit dem Falz (20) eine Faltentasche (21) bilden, die eine dem Falz (20) gegenüberliegende Taschenöffnung (22) aufweist.

Die Effizienz der Befeuchtung lässt sich steigern, wenn der Membrankörper (17) in mehreren oder in allen Faltentaschen (21) jeweils einen Trennsteg (23) aufweist, der in der jeweiligen Faltentasche (21) einen Zuströmraum (24) von einem Abströmraum (25) trennt, wenn der jeweilige Trennsteg (23) mit einem Steganfang (26) an der Taschenöffnung (22) dieser Faltentasche (21) beginnt, sich in Richtung zum Falz (20) dieser Faltentasche (21) erstreckt und mit einem Stegende (27) beabstandet zum Falz (20) dieser Faltentasche (21) endet, und wenn zwischen dem Falz (20) dieser Faltentasche (21) und dem Stegende (27) eine Verbindungsöffnung (28) ausgebildet ist, durch die hindurch der Zuströmraum (24) mit dem Abströmraum (25) fluidisch verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Befeuchterblock für einen Befeuchter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem einen mit einem solchen Befeuchterblock ausgestatteten Befeuchter zum Befeuchten von trockenem Kathodenfrischgas mittels feuchtem Kathodenabgas bei einer Brennstoffzelle.

[0002] Bei einer Brennstoffzelle trennt ein Elektrolyt eine Kathodenseite von einer Anodenseite. Im Betrieb der Brennstoffzelle wird der Anodenseite ein Anodengas zugeführt, das einen geeigneten Brennstoff, wie zum Beispiel Wasserstoff oder Methanol, enthält. Der Kathodenseite wird ein geeignetes Kathodengas zugeführt, das einen Oxidator, wie zum Beispiel Sauerstoff, enthält. Damit die elektrochemischen Reaktionen zur Stromgewinnung während des Betriebs der Brennstoffzelle möglichst effizient ablaufen können, wird zumindest kathodenseitig Wasser, vorzugsweise als Wasserdampf, benötigt. Um auf eine externe Wasserzuführung verzichten zu können, kommen Befeuchter zum Einsatz, mit deren Hilfe das vergleichsweise trockene Kathodenfrischgas mit Hilfe des vergleichsweise feuchten Kathodenabgases befeuchtet werden kann. Die Begriffe „feucht“ und „trocken“ sind dabei relativ zu verstehen, so dass feuchtes Kathodengas mehr Feuchtigkeit enthält als „trockenes“ Kathodengas. Die Feuchtigkeit bezieht sich im vorliegenden Zusammenhang vorzugsweise auf Wasser bzw. Wasserdampf. Das Kathodengas ist vorzugsweise Luft.

[0003] Aus der DE 11 2004 000 908 T5 ist ein Befeuchter bekannt, der mit einem gattungsgemäßen Befeuchterblock arbeitet. Ein derartiger Befeuchterblock weist einen quaderförmigen Membrankörper aus einer gefalteten Membranmaterialbahn auf, wobei die Membranmaterialbahn bzw. das Membranmaterial für Feuchtigkeit durchlässig und für das Kathodengas undurchlässig ist. Im gefalteten Membrankörper sind je zwei benachbarte Falten über einen Falz miteinander verbunden und bilden mit dem Falz eine Faltentasche, die eine dem Falz gegenüberliegende Taschenöffnung aufweist.

[0004] Bei einem derartigen Befeuchterblock folgen alle Falten in einer Längsrichtung des Membrankörpers aufeinander, wobei die Taschenöffnungen der aufeinanderfolgenden Faltentaschen abwechselnd an zwei voneinander abgewandten Seiten des Membrankörpers angeordnet sind. Den Faltentaschen, die an der einen Seite offen sind, werden im Betrieb der Brennstoffzelle von dem zu befeuchtenden Kathodenfrischgas durchströmt, während die Faltentaschen, die an der anderen Seite offen sind, von dem feuchten Kathodenabgas durchströmt werden. Über die Falten aus Membranmaterial, die jeweils

eine frischgasseitige Faltentasche von einer abgasseitigen Faltentasche trennen, erfolgt der Feuchtigkeitsaustausch. Das Kathodengas wird den Faltentaschen über einen Zuströmbereich der jeweiligen Taschenöffnung zugeführt und an einem Abströmbereich der jeweiligen Taschenöffnung abgeführt.

[0005] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für einen Befeuchterblock der vorstehend beschriebenen Art bzw. für einen damit ausgestatteten Befeuchter eine verbesserte oder zumindest eine andere Ausführungsform anzugeben, die sich insbesondere durch eine erhöhte Effizienz bei der Befeuchtung auszeichnet.

[0006] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0007] Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, mehrere oder alle Faltentaschen jeweils mit einem Trennsteg auszustatten, der so positioniert und dimensioniert ist, dass er eine möglichst vollständige Durchströmung der jeweiligen Faltentasche erzwingt. Hierdurch kann insbesondere eine Kurzschlussströmung verhindert werden, bei der das Kathodengas vom Zuführbereich entlang der Faltenöffnung direkt zum Abführbereich strömt und dabei nur einen Bruchteil der Faltentasche durchströmt. Mit Hilfe des Trennstegs wird erreicht, dass eine möglichst große Oberfläche der Falten innerhalb der jeweiligen Faltentasche angeströmt wird, was zu einer Verbesserung des Feuchtigkeitsaustausches führt. Somit kann die Effizienz des Befeuchterblocks bzw. des damit ausgestatteten Befeuchters gesteigert werden.

[0008] Im Einzelnen schlägt die Erfindung vor, den jeweiligen Trennsteg so auszugestalten und anzuordnen, dass er in der jeweiligen Faltentasche einen Zuströmraum von einem Abströmraum trennt und dabei eine Verbindungsöffnung ausbildet bzw. frei lässt, durch die hindurch der Zuströmraum mit dem Abströmraum fluidisch verbunden ist. Insbesondere kann hierzu der jeweilige Trennsteg mit einem Trennsteganfang an der Taschenöffnung dieser Faltentasche beginnen, sich in Richtung des Falzes dieser Taschenöffnung erstrecken und mit einem Stegende beabstandet zum Falz dieser Faltentasche enden. Die jeweilige Verbindungsöffnung wird dadurch zwischen dem Falz dieser Faltentasche und dem Stegende ausgebildet. Der jeweilige Trennsteg bildet innerhalb der Faltentasche eine Art Wehr, das vom Kathodengas überströmt werden muss, damit das Kathodengas vom Zuströmraum zum Abströmraum gelangen kann. Hierdurch wird ein Einstromen des Kathodengases in die Tiefe der Faltentasche erzwungen und somit eine möglichst vollständige Durchströmung der gesamten Faltentasche

erzielt, wodurch letztlich die angeströmte Oberfläche an Membranmaterial besonders groß ist.

[0009] Beim quaderförmigen Membrankörper mit gefaltetem Membranmaterial folgen alle Falten in einer Längsrichtung des Membrankörpers aufeinander. Ferner erstrecken sich alle Falze parallel zu einer Höhenrichtung des Membrankörpers, die senkrecht zur Längsrichtung verläuft. Außerdem besitzt der Membrankörper eine Breitenrichtung, die senkrecht zur Höhenrichtung und senkrecht zur Längsrichtung verläuft. Der Membrankörper besitzt ferner zwei Stirnseiten, die bezüglich der Längsrichtung voneinander beabstandet sind, eine Oberseite sowie eine Unterseite, die in der Höhenrichtung voneinander beabstandet sind, sowie zwei Längsseiten, die in der Breitenrichtung voneinander beabstandet sind.

[0010] Besonders vorteilhaft ist eine Weiterbildung, bei welcher der jeweilige Trennsteg, insbesondere mittig, zwischen der Oberseite und der Unterseite angeordnet ist und sich dabei parallel oder in einem Winkelbereich von $\pm 30^\circ$ zur Breitenrichtung erstreckt. Hierdurch wird eine weitgehend symmetrische Durchströmung der Zuströmräume und Abströmräume realisiert.

[0011] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann eine in der Breitenrichtung gemessene Steglänge des jeweiligen Trennstegs mindestens 50 % und vorzugsweise mehr als 50 % einer in der Breitenrichtung gemessenen Taschentiefe der jeweiligen Faltentasche betragen. Insbesondere kann die Steglänge zwischen 50 % und 75 % der Taschentiefe betragen. Bevorzugt beträgt die Steglänge zwischen 55 % und 70 % der Taschentiefe. Durch diese Maßnahme wird erreicht, dass sich die Frischgasströmung und die Abgasströmung vollständig überlappen, was den Feuchtigkeitsaustausch begünstigt. Bei einer Steglänge von mehr als 50 % der Taschentiefe wird außerdem eine Überlappung der Trennstege bei benachbarten Faltentaschen erreicht, wodurch der Membrankörper signifikant stabilisiert werden kann.

[0012] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass eine in der Breitenrichtung gemessene Körperbreite des Membrankörpers mindestens 50 %, vorzugsweise mindestens 75 %, einer in der Höhenrichtung gemessenen Körperhöhe des Membrankörpers beträgt. Durch diese Ausgestaltung wird bei kompakter Bauform eine extrem große Membranoberfläche für den Feuchtigkeitsaustausch bereitgestellt, was die Effizienz der Befeuchtung steigert. Insbesondere kann eine deutlich höhere Effizienz realisiert werden als beispielsweise bei flachen Membrankörpern, bei denen die Körperbreite weniger als 25 % der Körperhöhe beträgt.

[0013] Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei welcher der jeweilige Trennsteg durch eine Verklebung gebildet wird. Insbesondere lassen sich die Trennstege während der Produktion des Membrankörpers vor dem Falten der Membranmaterialbahn durch Klebestreifen auf der Membranmaterialbahn aufbringen, was eine kostengünstige Produktion für den Befeuchterblock ermöglicht. Die Ausgestaltung der Trennstege durch eine Verklebung ist insbesondere dann von Vorteil, wenn am Membrankörper ohnehin eine Verklebung, insbesondere eine sogenannte Taschenverklebung, durchgeführt wird, beispielsweise um die Faltentaschen an der Oberseite und an der Unterseite des Membrankörpers dicht zu verschließen.

[0014] Alternativ dazu ist bei einer anderen Ausführungsform denkbar, dass der jeweilige Trennsteg ein Kunststoffteil ist, das mit den Falten der jeweiligen Faltentasche verklebt ist. Mit Hilfe separater Kunststoffteile als Trennstege lassen sich größere Abstände zwischen den Falten innerhalb der Faltentaschen realisieren. Dabei können mehrere oder alle Trennstege der Frischgasseite und/oder der Abgasseite zu einer kammförmigen einteiligen Einheit zusammengefasst sein.

[0015] Bei einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass in mehreren oder in allen Faltentaschen eine Falzverklebung vorgesehen ist, die sich in der jeweiligen Faltentasche entlang des zugehörigen Falzes erstreckt. Durch eine derartige Falzverklebung wird der jeweilige Falz verstärkt. Insbesondere können Risse, die beim Falten des Membranbahnmaterials vorzugsweise in den Falzen entstehen können, durch die Falzverklebung dicht verschlossen werden. Ferner führt die mit Hilfe der Falzverklebung erreichte Stabilisierung der Falze dazu, dass eine Rissbildung in den Falzen während des Betriebs des Befeuchters reduziert ist.

[0016] Bei einer anderen Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass alle Faltentaschen mit einem solchen Trennsteg ausgestattet sind. Außerdem kann dann zweckmäßig vorgesehen sein, dass die Steganfänge der Trennstege an der jeweiligen Längsseite des Membrankörpers jeweils einen Dichtsteg ausbilden, der sich in der Längsrichtung des Membrankörpers erstreckt. Dabei können sich innerhalb des jeweiligen Dichtstegs in der Längsrichtung Steganfänge und Falzabschnitte abwechseln. Ebenso ist denkbar, dass die Trennstege im Bereich ihrer Steganfänge so konfiguriert sind, dass sie die benachbarten Falzabschnitte übergreifen, insbesondere dann, wenn der jeweilige Trennsteg durch eine Verklebung gebildet ist. Hierdurch kann ein Dichtsteg realisiert werden, der sich in der Längsrichtung durchgehend bzw. unterbrechungsfrei erstreckt.

[0017] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass bei allen Faltenaschen die zugehörigen Falten an ihren Enden quer zum zugehörigen Falz miteinander verklebt sind. Hierdurch wird eine sogenannte Taschenverklebung realisiert, die den Membrankörper an seiner Oberseite und an seiner Unterseite dicht verschließt.

[0018] Bei einer anderen vorteilhaften Ausführungsform kann vorgesehen sein, dass in mehreren oder in allen Faltenaschen eine Labyrinthstruktur angeordnet ist, die so konfiguriert ist, dass sich innerhalb der Faltenaschen eine gleichmäßige Durchströmung ausbildet. Ebenso ist denkbar, dass die Labyrinthstruktur zum Erzeugen von Turbulenzen ausgestaltet ist. Die Labyrinthstruktur lässt sich beispielsweise mittels Klebstoff, zum Beispiel in Form von Kleberaupen, realisieren.

[0019] Ein erfindungsgemäßer Befeuchter umfasst ein Gehäuse, das einen quaderförmigen Aufnahmeraum enthält, sowie einen Befeuchterblock der vorstehend beschriebenen Art, der im Aufnahmeraum austauschbar angeordnet ist. Das Gehäuse weist außerdem an einer Frischgasseite einen Frischgaszuführkanal zum Zuführen von trockenem Kathodenfrischgas zu den Zuströmräumen der zur Frischgasseite offenen Faltenaschen sowie einen Frischgasabführkanal zum Abführen von feuchtem Kathodenfrischgas von den Abströmräumen der zur Frischgasseite offenen Faltenaschen auf. Des Weiteren weist das Gehäuse an einer Abgasseite, die der Frischgasseite bezüglich der Breitenrichtung gegenüberliegt, einen Abgaszuführkanal zum Zuführen von feuchtem Kathodenabgas zu den Zuströmräumen der zur Abgasseite offenen Faltenaschen und einen Abgasabführkanal zum Abführen von trockenem Kathodenabgas von den Abströmräumen der zur Abgasseite offenen Faltenaschen auf. Der Befeuchter besitzt einen extrem einfachen Aufbau, wodurch sich der Befeuchter kostengünstig realisieren lässt. Bemerkenswert ist dabei, dass die Kanäle sich über die gesamte Länge des Membrankörpers erstrecken und zu allen zugehörigen Faltenaschen parallelgeschaltet sind.

[0020] Bei einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass an der Frischgasseite zwischen dem Frischgaszuführkanal und dem Frischgasabführkanal ein frischgasseitiger Kontaktsteg angeordnet ist, an dem die Steganfänge der Trennsteg der frischgasseitigen Faltenaschen anliegen. Zusätzlich oder alternativ kann an der Abgasseite zwischen dem Abgaszuführkanal und dem Abgasabführkanal ein abgasseitiger Kontaktsteg angeordnet sein, an den die Steganfänge der Trennsteg der abgasseitigen Faltenaschen anliegen. Durch die Anlage der Steganfänge an den Kontaktstegen werden die Kanäle unmittelbar am Membrankörper gegeneinander abgedichtet. Gleichzeitig ist es dadurch möglich, die

Kanäle in der Höhenrichtung so groß zu dimensionieren, dass die Zuführkanäle die zugehörigen Zuströmräume über die gesamte Höhe der Zuströmräume entlang der jeweiligen Faltenöffnung mit Kathodengas versorgen können, während die Abführkanäle das Kathodengas aus den Abströmräumen über die gesamte Höhe der Abströmräume entlang der Taschenöffnungen abführen können. Somit werden für die Zuführung und Abführung des Kathodengases möglichst große Strömungsquerschnitte realisiert, wodurch kleine Strömungsgeschwindigkeiten erzielbar sind, was den Feuchtigkeitsaustausch begünstigt.

[0021] Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 eine stark vereinfachte isometrische Ansicht eines nur prinzipiell dargestellten Befeuchters mit einem Befeuchterblock,

Fig. 2 einen Längsschnitt eines Ausschnitts des Befeuchterblocks entsprechend Schnittlinien II in **Fig. 1**,

Fig. 3 eine stark vereinfachte prinzipielle Ansicht wie in **Fig. 2**,

Fig. 4 eine stark vereinfachte isometrische Ansicht auf einen Teil des Befeuchterblocks.

[0022] Entsprechend **Fig. 1** umfasst ein Befeuchter 1 ein hier nur teilweise dargestelltes Gehäuse 2 sowie einen Befeuchterblock 3. Der Befeuchter 1 dient zum Feuchtigkeitsaustausch zwischen Kathodenfrischgas 4, das in **Fig. 1** durch Pfeile angedeutet ist, und Kathodenabgas 5, das in **Fig. 1** durch Pfeile angedeutet ist. Dabei wird dem Befeuchter 1 zu befeuchtendes, trockenes Kathodenfrischgas 6 zugeführt und befeuchtetes, feuchtes Kathodenfrischgas 7 vom Befeuchter 1 abgeführt. Die Befeuchtung des Kathodenfrischgases 4 erfolgt durch das Kathodenabgas 5. Hierzu wird feuchtes Kathodenabgas 8 dem Befeuchter 1 zugeführt und getrocknetes, trockenes Kathodenabgas 9 abgeführt.

[0023] Das Gehäuse 2 enthält einen quaderförmigen Aufnahmeraum 10, in dem der Befeuchterblock 3 austauschbar angeordnet ist. Das Gehäuse 2 weist eine Frischgasseite 11 und eine Abgasseite 12 auf. An der Abgasseite 11 sind ein Frischgaszuführkanal 13 und ein Frischgasabführkanal 14 angeordnet. An der Abgasseite 12 sind ein Abgaszuführkanal 15 und ein Abgasabführkanal 16 angeordnet.

[0024] Der Befeuchterblock 3 besitzt gemäß **Fig. 1** einen quaderförmigen Membrankörper 17, der mit Hilfe eines bahnförmigen Membranmaterials 18 gebildet ist, das im Folgenden auch als Membranmaterialbahn 18 bezeichnet wird. Die Membranmaterialbahn 18 ist für Feuchtigkeit, insbesondere für Wasser bzw. Wasserdampf, durchlässig und für Kathodengas, insbesondere Luft, undurchlässig.

[0025] Gemäß den **Fig. 1** bis **Fig. 4** ist die Membranmaterialbahn 18 gefaltet. Dabei sind je zwei benachbarte Falten 19 über einen Falz 20 miteinander verbunden. Ferner bilden je zwei benachbarten Falten 19 zusammen mit dem zugehörigen Falz 20 eine Faltentasche 21, die eine dem Falz 20 gegenüberliegende Taschenöffnung 22 aufweist.

[0026] Die Faltung der Membranmaterialbahn 18 erfolgt quer zu einer Längsrichtung X des Membrankörpers 17, so dass alle Falten 19 in der Längsrichtung X aufeinanderfolgen. Ferner erstrecken sich alle Falze 20 parallel zu einer Höhenrichtung Z des Membrankörpers 17, die senkrecht zur Längsrichtung X verläuft. Die Höhenrichtung Z steht in den **Fig. 2** und **Fig. 3** senkrecht auf der Zeichnungsebene. Schließlich weist der Membrankörper 17 eine Quer- richtung oder Breitenrichtung Y auf, die senkrecht zur Längsrichtung X und senkrecht zur Höhenrichtung Z verläuft.

[0027] Gemäß den **Fig. 2** bis **Fig. 4** weist der Befeuchterblock 3 bzw. der Membrankörper 17 in mehreren, vorzugsweise in allen Faltentaschen 21 jeweils einen Trennsteg 23 auf. In der jeweiligen Faltentasche 21 trennt der jeweilige Trennsteg 23 einen Zuströmraum 24 von einem Abströmraum 25. In **Fig. 1** ist für eine dem Betrachter zugewandte frischgasseitige Faltentasche 21 der jeweilige Trennsteg 23 mit durchgezogener Linie angedeutet, während für die dazu benachbarte, dahinterliegende abgasseitige Faltentasche 21 der zugehörige Trennsteg 23 mit unterbrochener Linie angedeutet ist. Der jeweilige Trennsteg 23 beginnt mit einem Steganfang 26 an der jeweiligen Taschenöffnung 22, erstreckt sich in Richtung des Falzes 20 dieser Taschenöffnung 2 und endet mit einem Stegende 27 beabstandet zum Falz 20 dieser Faltentasche 21. Dadurch ist zwischen dem Falz 20 dieser Faltentasche 21 und dem Stegende 27 des jeweiligen Trennstegs 23 eine Verbindungsöffnung 28 ausgebildet, durch die hindurch der Zuströmraum 24 mit dem Abströmraum 25 der jeweiligen Faltentasche 21 fluidisch verbunden ist. In den **Fig. 1**, **Fig. 3** und **Fig. 4** sind eine Frischgasströmung 29 und eine Abgasströmung 30 durch Pfeile angedeutet. In **Fig. 1** ist der die Abgasströmung 30 repräsentierende Pfeil mit unterbrochener Linie angedeutet, da diese in einer verdeckten Faltentasche 21 vorliegt.

[0028] Der jeweilige Trennsteg 23 kann sich geradlinig erstrecken. Der jeweilige Trennsteg 23 kann sich parallel zur Breitenrichtung Y erstrecken. Der jeweilige Trennsteg 23 erstreckt sich zwischen einer Oberseite 31 und einer Unterseite 32 des Membrankörpers 17, die in der Höhenrichtung Z voneinander beabstandet sind. Zweckmäßig erstreckt sich der jeweilige Trennsteg 23 mittig zwischen der Oberseite 31 und der Unterseite 32.

[0029] Der jeweilige Trennsteg 23 besitzt eine in der Breitenrichtung Y gemessene Steglänge. Die jeweilige Faltentasche 21 besitzt eine in der Breitenrichtung Y gemessene Taschentiefe. Die Steglänge beträgt mindestens 50 % der Taschentiefe. Bevorzugt ist die Steglänge jedoch größer als 50 % der Taschentiefe, so dass sich die Trennsteg 23 der frischgasseitigen Faltentaschen 21 und die Trennsteg 23 der abgasseitigen Faltentaschen 21 in einen in **Fig. 2** durch eine geschweifte Klammer angedeuteten Überlappungsbereich 33 in der Breitenrichtung Y überlappen. Die Überlappung bzw. der Überlappungsbereich 33 kann bezüglich der Breitenrichtung Y außermittig angeordnet sein. Im Beispiel der **Fig. 1** ist dieser Überlappungsbereich 33 zur Abgasseite hin verschoben. Mit anderen Worten, in diesem Beispiel sind die Trennsteg 23 der frischgasseitigen Faltentaschen 21 geringfügig, z.B. 5% bis 15%, länger als die Trennsteg 23 der abgasseitigen Faltentaschen 21.

[0030] Der hier gezeigte Membrankörper 17 ist nicht flach, sondern voluminös ausgestaltet. Dementsprechend beträgt eine parallel zur Breitenrichtung Y gemessene Körperbreite des Membrankörpers 17 mindestens 50 %, vorzugsweise mindestens 75 %, einer in der Höhenrichtung Z gemessenen Körperhöhe des Membrankörpers 17. Eine in der Längsrichtung X gemessene Körperlänge des Membrankörpers 17 ist zumindest gleich groß wie, vorzugsweise größer als, die Körperhöhe.

[0031] Bei den hier gezeigten, bevorzugten Ausführungsformen ist der jeweilige Trennsteg 23 durch eine Verklebung gebildet, also durch mehr oder weniger ausgehärteten Klebstoff. Gemäß **Fig. 3** und **Fig. 4** kann bei einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen sein, dass in mehreren, vorzugsweise in allen Faltentaschen 21 eine Falzverklebung 34 vorgesehen ist. Eine derartige Falzverklebung 34 erstreckt sich in, also im Inneren der jeweiligen Faltentasche 21 entlang des zugehörigen Falzes 20.

[0032] Der Membrankörper 17 weist eine der Frischgasseite 11 zugewandte erste Längsseite 35 und eine der Abgasseite 12 zugewandte zweite Längsseite 36 auf, die in der Breitenrichtung Y voneinander abgewandt sind. Ferner weist der Membrankörper 17 zwei in der Längsrichtung X voneinander abgewandte Stirnseiten auf, die hier nicht näher bezeichnet sind.

[0033] Gemäß **Fig. 4** kann bei einer bevorzugten Ausführungsform vorgesehen sein, dass die Steganfänge 26 an der ersten Längsseite 35 und an der zweiten Längsseite 36 jeweils einen Dichtsteg 37 ausbilden, der sich in der Längsrichtung X erstreckt. In **Fig. 4** ist der dem Betrachter zugewandte, an der ersten Längsseite 35 ausgebildete Dichtsteg 37 in der Längsrichtung X quasi durchgehend ausgestal-

tet, wobei er abwechselnd durch die Steganfänge 26 und Falzabschnitte 38 gebildet ist.

[0034] Zweckmäßig sind am Membrankörper 17 die Oberseite 31 und die Unterseite 32 jeweils durch eine Taschenverklebung dicht verschlossen. Hierbei werden bei allen Faltentaschen 21 die zugehörigen Falten 19 an ihren Enden quer zum zugehörigen Falz miteinander verklebt. Die Enden der Falten 19 befinden sich an der Oberseite 31 bzw. an der Unterseite 32.

[0035] Gemäß **Fig. 1** kann in mehreren oder in allen Faltentaschen 21 eine Labyrinthstruktur 39 angeordnet sein, die hier rein exemplarisch durch mehrere Stege angedeutet ist. Mit Hilfe der Labyrinthstruktur 39 kann die gleichmäßige Durchströmung der Faltentaschen 21 unterstützt werden.

[0036] Im Betrieb des Befeuchters 1 führt der Frischgaszuführkanal 13 trockenes Kathodenfrischgas 6 den Zuströmräumen 24 der zur Frischgasseite 11 hin offenen Faltentaschen 21 zu. Der Frischgasabführkanal 14 führt das feuchte Kathodenfrischgas 7 von den Abströmräumen 25 der zur Frischgasseite 11 hin offenen Faltentaschen 21 ab. Der Abgaszuführkanal 15 führt das feuchte Kathodenabgas 8 den Zuströmräumen 24 der zur Abgasseite 12 hin offenen Faltentaschen 21 zu. Der Abgasabführkanal 16 führt das trockene Kathodenabgas 9 von den Abströmräumen 25 der zur Abgasseite 12 hin offenen Faltentaschen 21 ab.

[0037] An der Frischgasseite 11 ist zwischen dem Frischgaszuführkanal 13 und dem Frischgasabführkanal 14 ein frischgasseitiger Kontaktsteg 40 ausgebildet, an dem die Steganfänge 26 der Trennsteg 23 der frischgasseitigen Faltentaschen 21 anliegen. Insbesondere liegt an dem frischgasseitigen Kontaktsteg 40 der frischgasseitige Dichtsteg 37 dichtend an. An der Abgasseite 12 ist zwischen dem Abgaszuführkanal 15 und dem Abgasabführkanal 16 ein abgasseitiger Kontaktsteg 41 ausgebildet, an dem die Steganfänge 26 der Trennsteg 23 der abgasseitigen Faltentaschen 21 anliegen. Zweckmäßig liegt am abgasseitigen Kontaktsteg 41 der abgasseitige Dichtsteg 37 an.

[0038] Gemäß **Fig. 1** sind die Kanäle 13, 14, 15, 16 so am Gehäuse 2 angeordnet, dass das Kathodenfrischgas 4 und das Kathodenabgas 5 den Befeuchterblock 3 gegensinnig durchströmen. Es ist klar, dass bei einer anderen Anwendung auch eine gleichsinnige Durchströmung realisierbar ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- DE 112004000908 T5 [0003]

Patentansprüche

1. Befeuchterblock (3) für einen Befeuchter (1) zum Befeuchten von trockenem Kathodenfrischgas (6) mittels feuchtem Kathodenabgas (8) einer Brennstoffzelle,

- mit einem quaderförmigen Membrankörper (17) aus einer gefalteten, für Feuchtigkeit durchlässigen und für Kathodengas (4, 5) undurchlässigen Membranmaterialbahn (18),

- wobei je zwei benachbarte Falten (19) über einen Falz (20) miteinander verbunden sind und mit dem Falz (20) eine Faltentasche (21) bilden, die eine dem Falz (20) gegenüberliegende Taschenöffnung (22) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der Membrankörper (17) in mehreren oder in allen Faltentaschen (21) jeweils einen Trennsteg (23) aufweist, der in der jeweiligen Faltentasche (21) einen Zuströmraum (24) von einem Abströmraum (25) trennt,

- dass der jeweilige Trennsteg (23) mit einem Steganfang (26) an der Taschenöffnung (22) dieser Faltentasche (21) beginnt, sich in Richtung zum Falz (20) dieser Faltentasche (21) erstreckt und mit einem Stegende (27) beabstandet zum Falz (20) dieser Faltentasche (21) endet,

- dass zwischen dem Falz (20) dieser Faltentasche (21) und dem Stegende (27) eine Verbindungsöffnung (28) ausgebildet ist, durch die hindurch der Zuströmraum (24) mit dem Abströmraum (25) fluidisch verbunden ist.

2. Befeuchterblock (3) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass alle Falten (19) in einer Längsrichtung (X) des Montagebereichs (17) aufeinanderfolgen,

- dass alle Falze (20) parallel zu einer Höhenrichtung (Z) des Membrankörpers (17) verlaufen, die senkrecht zur Längsrichtung (X) verläuft,

- dass der Membrankörper (17) eine Oberseite (31) und eine Unterseite (32) aufweist, die in der Höhenrichtung (Z) voneinander abgewandt sind,

- dass der jeweilige Trennsteg (23), insbesondere mittig, zwischen der Oberseite (31) und der Unterseite (32) parallel oder geneigt zu einer Breitenrichtung (Y) des Membrankörpers (17) verläuft, die sich senkrecht zur Längsrichtung (X) und senkrecht zur Höhenrichtung (Z) erstreckt.

3. Befeuchterblock nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass alle Faltentaschen (21) in einer Längsrichtung (X) des Membrankörpers (17) aufeinanderfolgen,

- dass alle Falze (20) parallel zu einer Höhenrichtung (Z) des Membrankörpers (17) verlaufen, die senkrecht zur Längsrichtung (X) verläuft,

- dass eine in einer senkrecht zur Längsrichtung (X) und senkrecht zur Höhenrichtung (Z) verlaufenden Breitenrichtung (Y) des Membrankörpers (17) gemessene Steglänge des jeweiligen Trennstegs

(23) mindestens 50 % oder mehr als 50 %, vorzugsweise zwischen 50 % und 75 %, insbesondere zwischen 55 % und 70 %, einer in der Breitenrichtung (Y) gemessenen Taschentiefe der jeweiligen Faltentasche (21) beträgt.

4. Befeuchterblock nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass alle Faltentaschen (21) in einer Längsrichtung (X) aufeinanderfolgen,

- dass alle Falze (20) parallel zu einer Höhenrichtung (Z) verlaufen, die senkrecht zur Längsrichtung (X) verläuft,

- dass eine in einer senkrecht zur Höhenrichtung (Z) und senkrecht zur Längsrichtung (X) verlaufenden Breitenrichtung (Y) gemessene Körperbreite des Membrankörpers (17) mindestens 50 %, vorzugsweise mindestens 75 %, einer in der Höhenrichtung (Z) gemessenen Körperhöhe beträgt.

5. Befeuchterblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der jeweilige Trennsteg (23) durch eine Verklebung gebildet ist.

6. Befeuchterblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der jeweilige Trennsteg (23) ein Kunststoffteil ist, das mit den Falten (19) der jeweiligen Faltentasche (21) verklebt ist.

7. Befeuchterblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass in mehreren oder in allen Faltentaschen (21) eine Falzverklebung (34) vorhanden ist, die sich in der jeweiligen Faltentasche (21) entlang des zugehörigen Falzes (20) erstreckt.

8. Befeuchterblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass der Membrankörper (17) eine erste Längsseite (35) und eine zweite Längsseite (36) aufweist, die in einer Breitenrichtung (Y) des Membrankörpers (17) voneinander abgewandt sind,

- dass alle Faltentaschen (21) einen solchen Trennsteg (23) aufweisen,

- dass die Steganfänge (26) an der ersten Längsseite (35) und an der zweiten Längsseite (36) jeweils einen Dichtsteg (37) ausbilden, der sich in der Längsrichtung (X) des Membrankörpers (17) erstreckt.

9. Befeuchterblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass bei allen Faltentaschen (21) die zugehörigen Falten (19) an ihren Enden quer zum zugehörigen Falz (20) miteinander verklebt sind.

10. Befeuchterblock (3) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**,

- dass in mehreren oder in allen Faltentaschen (21) eine Labyrinthstruktur (39) angeordnet ist.

11. Befeuchter (1) zum Befeuchten von trockenem Kathodenfrischgas (6) mittels feuchtem Kathodenabgas (8) einer Brennstoffzelle,
- mit einem Gehäuse (2), das einen Aufnahmeraum (10) enthält,
- mit einem Befeuchterblock (3) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der im Aufnahmeraum (10) austauschbar angeordnet ist,
- wobei das Gehäuse (2) an einer Frischgasseite (11) einen Frischgaszuführkanal (13) zum Zuführen von trockenem Kathodenfrischgas (6) zu den Zuströmräumen (24) der zur Frischgasseite (11) offenen Faltentaschen (21) und einen Frischgasabführkanal (14) zum Abführen von feuchtem Kathodenfrischgas (7) von den Abströmräumen (25) der zur Frischgasseite (11) offenen Faltentaschen (21) aufweist,
- wobei das Gehäuse (2) an einer Abgasseite (12) einen Abgaszuführkanal (15) zum Zuführen von feuchtem Kathodenabgas (8) zu den Zuströmräumen (24) der zur Abgasseite (12) offenen Faltentaschen (21) und einen Abgasabführkanal (16) zum Abführen von trockenem Kathodenabgas (9) von den Abströmräumen (25) der zur Abgasseite (12) offenen Faltentaschen (21) aufweist.

12. Befeuchter (1) nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet**,
- dass an der Frischgasseite (11) zwischen dem Frischgaszuführkanal (13) und dem Frischgasabführkanal (14) ein frischgasseitiger Kontaktsteg (40) angeordnet ist, an dem die Steganfänge (26) der Trennstege (23) der frischgasseitigen Faltentaschen (21) anliegen, und/oder
- dass an der Abgasseite (12) zwischen dem Abgaszuführkanal (15) und dem Abgasabführkanal (16) ein abgasseitiger Kontaktsteg (41) angeordnet ist, an dem die Steganfänge (26) der Trennstege (23) der abgasseitigen Faltentaschen (21) anliegen.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

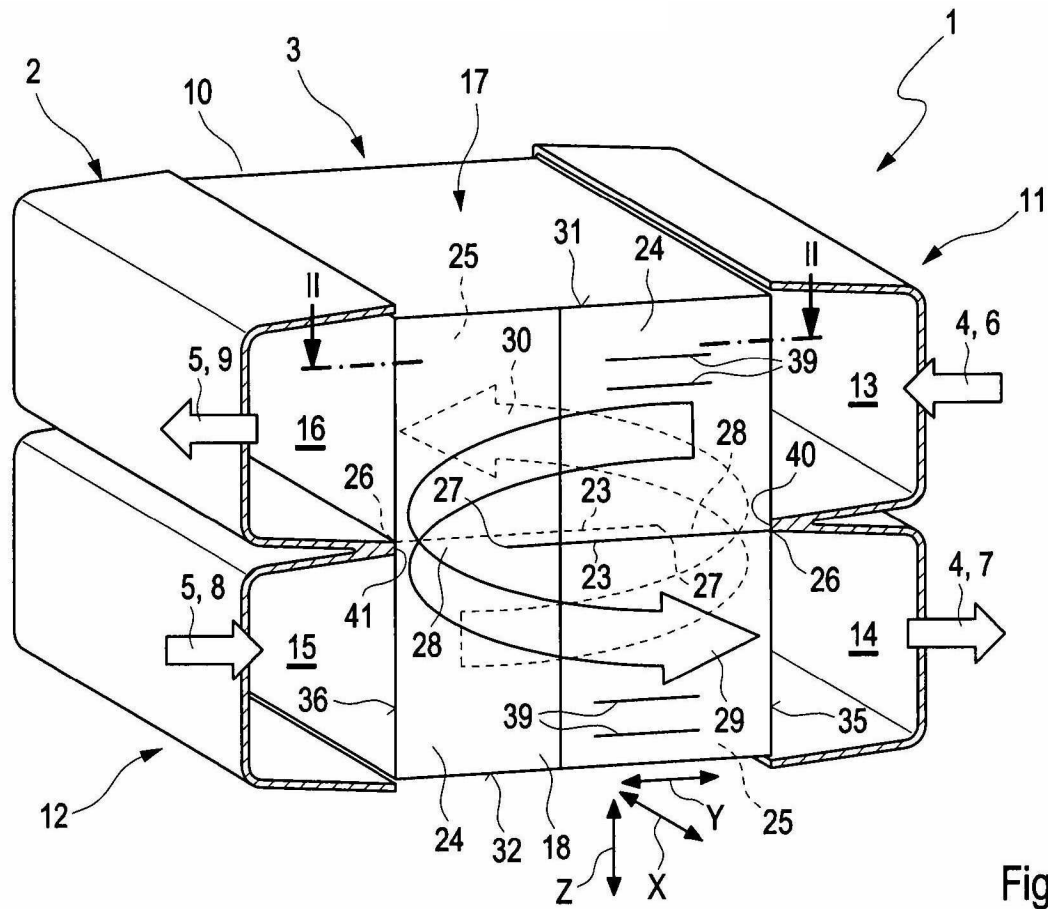


Fig. 1

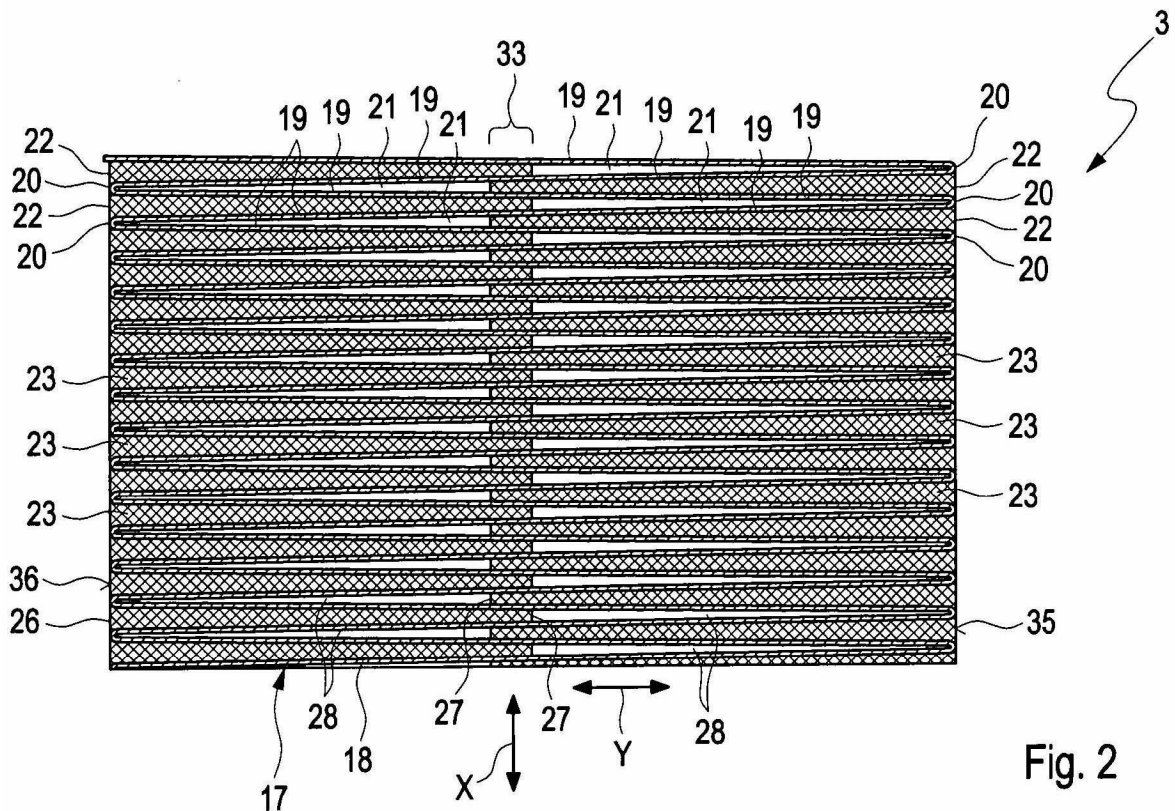


Fig. 2

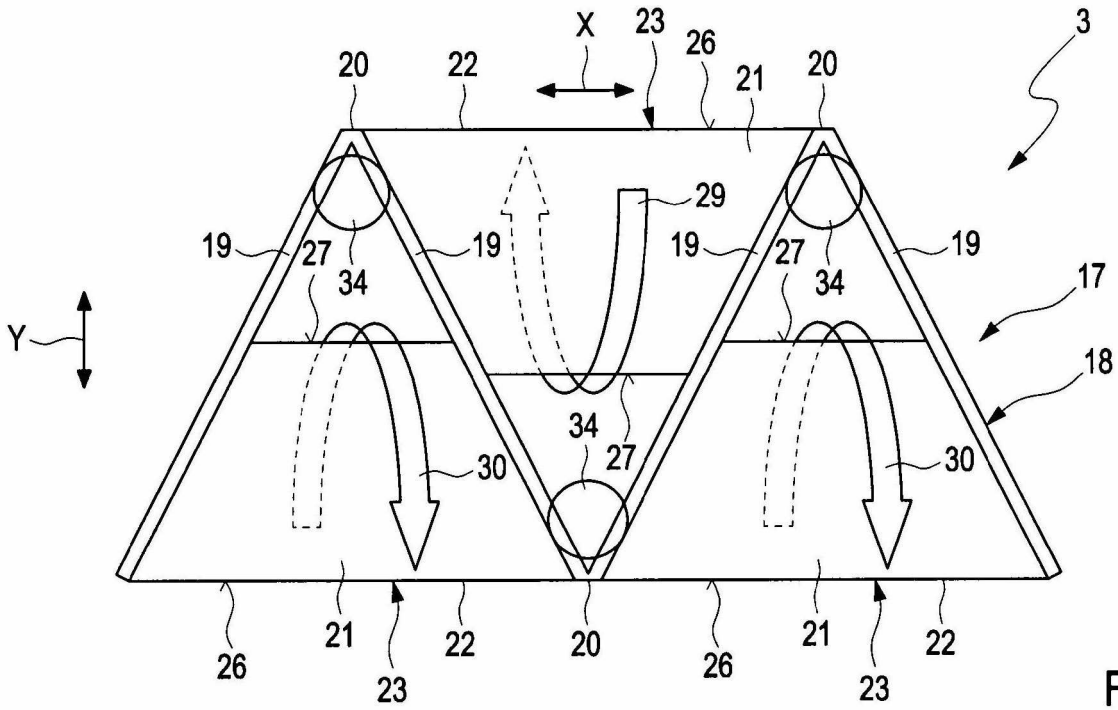


Fig. 3

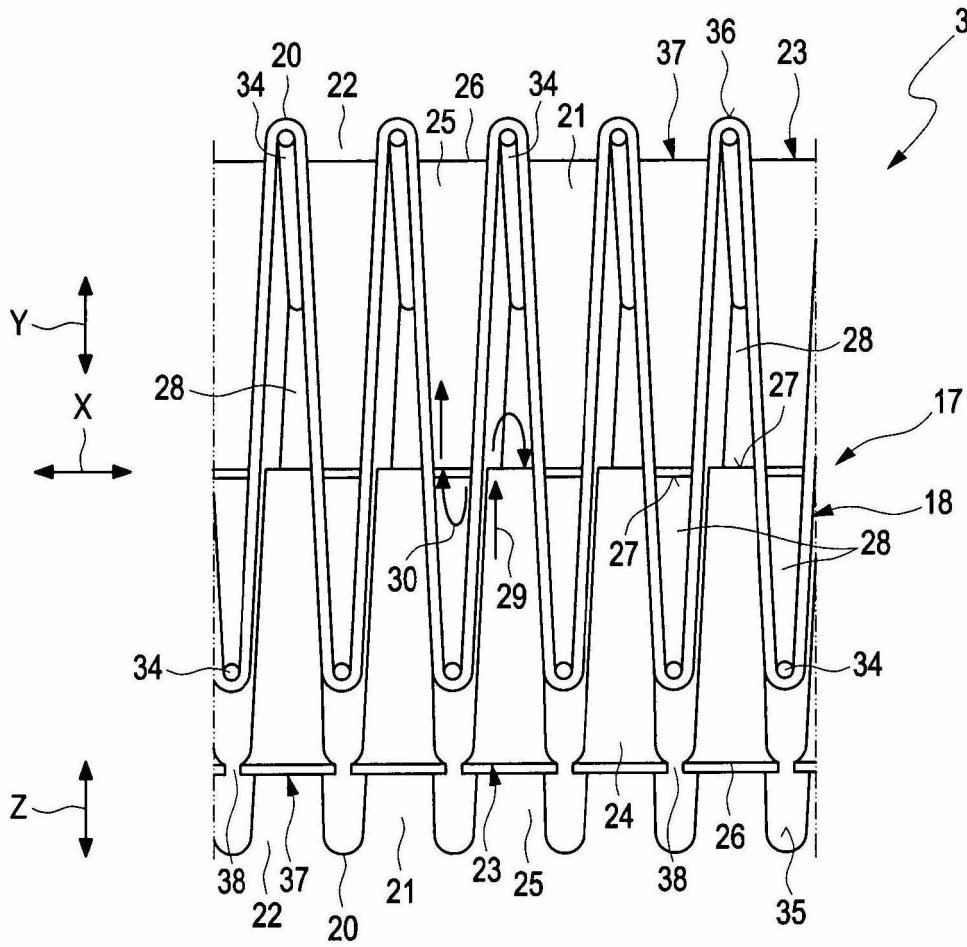


Fig. 4