

(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
10. Dezember 2015 (10.12.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/185403 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H01M 8/04 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/061666

(22) Internationales Anmeldedatum:
27. Mai 2015 (27.05.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 210 370.3 2. Juni 2014 (02.06.2014) DE

(71) Anmelder: VOLKSWAGEN AG [DE/DE]; Berliner Ring
2, 38440 Wolfsburg (DE).

(72) Erfinder: BRINKMEIER, Jan-philipp; Melanchthonstr.
5, 38118 Braunschweig (DE).

(74) Anwalt: GULDE & PARTNER PATENT- UND
RECHTSANWALTSKANZLEI MBB; Wallstr. 58/59,
10179 Berlin (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: HUMIDIFIER, PLATE, DEVICE, AND MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung : BEFEUCHTER, PLATTE, VORRICHTUNG UND KRAFTFAHRZEUG

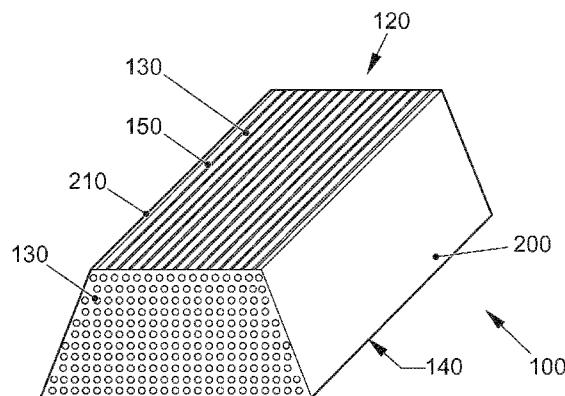


FIG. 2

(57) **Abstract:** The invention relates to a humidifier, a device comprising a fuel cell, and a motor vehicle. The humidifier of the invention (100) comprises at least one humidifying duct (210) and is designed in such a way that a first gas to be humidified can be conducted in the humidifying duct (210) in a direction of flow and, separated by a water-permeable material, past a humidifying second gas so that water is transferred from the second gas to the first gas. The humidifier (100) of the invention is characterized in that a cross-sectional area of the humidifying duct (210) available to the first gas tapers in the direction of flow. The fact that the cross-sectional area tapers results in a drop in pressure along the humidifying duct, and said drop in pressure reduces, compensates or overcompensates an increase in pressure resulting from the increasing humidification, so the partial difference in pressure between the first gas and the second gas remains large over the distance of the humidifying duct in spite of the transfer of humidity.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2015/185403 A2



Die vorliegende Erfindung betrifft einen Befeuchter, eine Vorrichtung mit Brennstoffzelle und ein Kraftfahrzeug. Der erfindungsgemäß vorgeschlagene Befeuchter (100) umfasst mindestens einen Befeuchtungskanal (210), wobei der Befeuchter (100) so ausgestaltet ist, dass im Befeuchtungskanal (210) ein zu befeuchtendes erstes Gas in einer Strömungsrichtung und durch ein wasserdurchlässiges Material (130) getrennt an einem befeuchtenden zweiten Gas vorbeigeführt werden kann, sodass Wasser vom zweiten Gas in das erste Gas übertritt. Der erfindungsgemäß vorgeschlagene Befeuchter (100) ist dadurch gekennzeichnet, dass sich eine dem ersten Gas zur Verfügung stehende Querschnittsfläche des Befeuchtungskanals (210) in der Strömungsrichtung verringert. Die Verjüngung der Querschnittsfläche bewirkt einen Druckabfall über den Befeuchtungskanal, der einen Druckanstieg infolge der zunehmenden Befeuchtung verringert, kompensiert oder überkompensiert, sodass die Partialdruckdifferenz zwischen erstem und zweiten Gas trotz Feuchteübertritt über die Befeuchtungskanalstrecke groß bleibt.

Beschreibung

Befeuchter, Platte, Vorrichtung und Kraftfahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Befeuchter, eine Vorrichtung mit Brennstoffzelle und ein Kraftfahrzeug.

Befeuchter dienen dazu, einem zu befeuchtenden Gas Feuchtigkeit zuzuführen. Befeuchter finden insbesondere im Betrieb von Vorrichtung mit mindestens einer Brennstoffzelle Verwendung. Brennstoffzellen dienen der direkten Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie. Sie können stationär oder mobil eingesetzt werden. Ein beispielhaftes Anwendungsgebiet ist in Kraftfahrzeugen. Befeuchter dienen zur Befeuchtung von Zuluft für die Brennstoffzelle beispielsweise mithilfe von Abgas der Brennstoffzelle, welches natürlicherweise einen hohen Feuchtigkeitsgrad aufweist.

Grundsätzlich sind Befeuchter so ausgebildet, dass auf einer Befeuchtungstrecke ein zu befeuchtendes Gas und ein befeuchtendes Gas durch ein wasserdurchlässiges Material voneinander getrennt so aneinander vorbeigeführt werden können, dass Wasser in gasförmiger, flüssiger oder Dampfphase vom zweiten Gas in das erste Gas übertritt.

So ist zum Beispiel aus DE10102447A1 ein Befeuchter bekannt, der zur Verwendung mit einer Brennstoffzelle vorgesehen ist. Der Befeuchter umfasst: mehrere kombinierte wasserdurchlässige Membranen, wobei jede der wasserdurchlässigen Membranen befeuchtetes Gas erzeugt, indem darin verschiedene Gase mit unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalten strömen und ein Feuchtigkeitsaustausch zwischen den verschiedenen Gasen stattfindet, sodass ein trockenes Gas mit einem kleineren Feuchtigkeitsgehalt durch das andere feuchte Gas mit größerem Feuchtigkeitsgehalt befeuchtet wird.

Eine andere Form von Befeuchtern verwendet Hohlfasern. So beschreibt DE102 44 707 A1 eine Vorrichtung zum Austausch von Feuchtigkeit, insbesondere Wasser oder Wasserdampf, zwischen einem feuchten und einem trockenen Gasstrom. Dabei werden Hohlfasern zum Trennen der beiden Gasströme voneinander eingesetzt. Auch DE101 02 358 A1 beschreibt einen Befeuchter, der ein Gehäuse umfasst, das eine große Anzahl wasserdurchlässiger Hohlfasermembranen aufnimmt, die in Längsströmungsrichtung des Gehäuses angeordnet sind, wobei zwei unterschiedliche Gase mit unterschiedlichen Feuchtigkeitsgehalten getrennt

durch den Raum außerhalb und durch das Innere des Bündels der Hohlfasermembranen geleitet werden, um ihre Feuchtigkeit über die Hohlfasermembranen auszutauschen, wobei das Trockengas mit dem geringeren Feuchtigkeitsgehalt befeuchtet wird.

Während das in DE 102 44 707 A1 erwähnte Gehäuse kubisch ist, befasst sich JP HO7-71795 mit einem Befeuchter in einem zylinderförmigen Gehäuse.

Kadylak, David Erwin: „Effectiveness method for heat and mass transfer in membrane humidifiers“, April 2009, University of British Columbia, Vancouver, Canada, diskutiert die Variablen und Parameter, die den Wassertransfer in Befeuchtern beeinflussen, und erwähnt insbesondere die Abhängigkeit der Befeuchtergeometrie und der Strömungsbedingungen auf die Performance. Dabei wird festgehalten, dass kapillarer Wassertransfer durch Membranporen von hohen Druckdifferenzen angetrieben wird.

Um den Druckverlust eines in einen freien Raum zwischen Befeuchtermodulen eindringenden Luftstroms zu vergleichmäßigen, schlägt DE 10 2008 006 793 A1 eine Ausbildung des Befeuchtermoduls mit zwei zueinander geneigten Anströmflächen vor.

Die vorliegende Erfindung befasst sich mit der Aufgabe, den Feuchteübertritt von feuchtem Gas zum zu befeuchtenden Gas zu verbessern.

Dazu wird ein Befeuchter gemäß Anspruch 1 vorgeschlagen. Weiterhin wird eine Platte gemäß Anspruch 3 und eine Vorrichtung gemäß Anspruch 8 mit einer Brennstoffzelle und mit einem erfindungsgemäßen Befeuchter zur Befeuchtung von Zuluft für die Brennstoffzelle mithilfe von Abgas der Brennstoffzelle vorgeschlagen. Schließlich wird auch ein Kraftfahrzeug gemäß Anspruch 9 mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorgeschlagen.

Der erfindungsgemäß vorgeschlagene Befeuchter umfasst mindestens einen Befeuchtungskanal, wobei der Befeuchter so ausgestaltet ist, dass im Befeuchtungskanal ein zu befeuchtendes erstes Gas in einer Strömungsrichtung und durch ein wasserdurchlässiges Material getrennt an einem befeuchtenden zweiten Gas vorbeigeführt werden kann, sodass Wasser vom zweiten Gas in das erste Gas übertritt. Der erfindungsgemäß vorgeschlagene Befeuchter ist dadurch gekennzeichnet, dass sich eine dem ersten Gas zur Verfügung stehende Querschnittsfläche des Befeuchtungskanals in der Strömungsrichtung verringert.

Die Verjüngung der Querschnittsfläche bewirkt einen Druckabfall über dem Befeuchtungskanal, der einen Druckanstieg infolge der zunehmenden Befeuchtung verringert, kompensiert oder überkompensiert, sodass die Partialdruckdifferenz zwischen erstem und zweitem Gas trotz Feuchteübertritt über die Befeuchtungskanalstrecke groß bleibt.

In einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Befeuchter ein Gehäuse umfassen, durch das der Befeuchtungskanal begrenzt ist. Dabei kann der Befeuchter eine Vielzahl von Hohlfasern aus dem wasserdurchlässigen Material zur Durchführung des zweiten Gases umfassen, wobei sich die Hohlfasern im Gehäuse senkrecht zur Strömungsrichtung erstrecken, wobei in der Strömungsrichtung eine Anordnungsichte der Hohlfasern konstant ist und sich das Gehäuse in der Strömungsrichtung verjüngt.

Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Platte aus wasserdurchlässigem Material weist auf einer flächigen Seite Stege auf, die sich in einer Strömungsrichtung erstrecken und einen Befeuchtungskanal begrenzen. Die Platte ist dadurch gekennzeichnet, dass sich ein Abstand zwischen den Stegen in der Strömungsrichtung monoton verringert.

Der Vorteil der Platte liegt ebenfalls darin begründet, dass die Partialdruckdifferenz zwischen erstem und zweitem Gas trotz Feuchteübertritt über die Befeuchtungskanalstrecke groß bleibt.

In einer vorteilhaften Ausführungsform kann die Platte eine Vielzahl von Stegen aufweisen, die eine Vielzahl von zueinander parallelen Befeuchtungskanälen begrenzen, wobei sich Breiten der Stege in der Strömungsrichtung monoton vergrößern, sodass sich Querschnittsflächen der Befeuchtungskanäle in der Strömungsrichtung verringern.

Es ist weiterhin möglich, dass die Platte auf der anderen flächigen Seite sich in die Strömungsrichtung erstreckende weitere Stege aufweist, wobei sich Abstände zwischen den weiteren Stegen in der Strömungsrichtung monoton vergrößern.

In einer weiteren Ausführungsform kann der Befeuchter mindestens eine erfindungsgemäße Platte in einem Gehäuse aufweisen.

Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

Die verschiedenen in dieser Anmeldung genannten Ausführungsformen der Erfindung sind, sofern im Einzelfall nicht anders ausgeführt, mit Vorteil miteinander kombinierbar.

Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen anhand der zugehörigen Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 einen ersten Befeuchter nach Stand der Technik,
- Figur 2 einen zweiten Befeuchter, der ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt,
- Figur 3 eine erste Platte nach Stand der Technik aus wasserdurchlässigem Material in Aufsicht,
- Figur 4 die erste Platte im Schnitt,
- Figur 5 eine zweite Platte aus wasserdurchlässigem Material in Aufsicht, wobei die zweite Platte ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt, und
- Figur 6 die zweite erfindungsgemäße Platte im Schnitt.

Der in Figur 1 gezeigte erste Befeuchter 10 nach Stand der Technik umfasst ein Gehäuse 20, in dem ein Hohlfaserbündel mit parallelen Hohlfasern 130 angeordnet ist. Eine Dichte der Hohlfasern 130 im Bündel ist dabei konstant.

Das gezeigte Gehäuse 20 ist zylinderförmig mit rechteckiger Grundfläche und begrenzt einen Befeuchtungskanal, der sich in einer Strömungsrichtung erstreckt, die parallel zu den Grundflächen ist. Im gezeigten Befeuchter 10 verlaufen die Hohlfasern 130 senkrecht zu den Grundwänden und damit senkrecht zur Strömungsrichtung und parallel zu den Seitenwänden des Gehäuses. Zwei der Seitenwände, die nicht aneinander grenzen und also im Beispiel zueinander parallel sind, umfassen einen ersten Gaseinlass und einen ersten Gasauslass, durch die ein erstes Gas in das Gehäuse 20 hinein- und aus dem Gehäuse herausgeführt werden kann.

Das zweite Gas kann von einem zweiten Gaseinlass zu einem zweiten Gasauslass geführt werden. Im dargestellten Beispiel bilden die Enden der Hohlfasern den zweiten Gaseinlass und den zweiten Gasauslass.

Die Hohlfasern 130 sind im Gehäuse 20 gleichmäßig dicht angeordnet. Die Hohlfasern 130 sind aus wasserdurchlässigem Material und erlauben den kapillaren Durchtritt von Feuchtigkeit durch Poren des Materials, nicht jedoch von Gas. Dies ermöglicht, dass beispielsweise feuchtes Gas durch die Hohlfasern 130 und zu befeuchtendes Gas um die Hohlfasern 130 herumgeleitet wird. Alternativ wird zu befeuchtendes Gas durch die Hohlfasern 130 und feuchtes Gas um die Hohlfasern 130 herumgeleitet.

In Figur 2 ist ein zweiter Befeuchter 100 mit einem Gehäuse 200 gezeigt, der ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung darstellt. Das gezeigte Gehäuse 200 des zweiten Befeuchters 100 umfasst den Befeuchtungskanal 210 und ist zylinderförmig. Im Gehäuse 200 ist ein Hohlaserbündel mit parallelen Hohlfasern 130 angeordnet. Eine Dichte der Hohlfasern 130 im Bündel ist dabei konstant. Im Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Befeuchters 100 sind die Grundwände 110, 120 des Gehäuses trapezförmig. Wieder verlaufen die Hohlfasern 130 senkrecht zu den Grundwänden und damit parallel zu den Seitenwänden des Gehäuses 200, welches zusätzlich zu den zueinander parallelen Grundwänden 110, 120 ein Paar paralleler Seitenwände 140, 150 und ein Paar nicht-paralleler Seitenwände umfasst. Das Paar paralleler Seitenwände 140, 150 weist den ersten Gaseinlass und den ersten Gasauslass auf, durch die ein erstes Gas in das Gehäuse 200 hinein- und aus dem Gehäuse 200 herausgeführt werden kann. Die Strömungsrichtung vom ersten Gaseinlass zum ersten Gasauslass ist senkrecht zur Erstreckungsrichtung der Hohlfasern 130. Die Flächendichte der Hohlfasern 130 ist im Gehäuse 100 in jeder Ebene senkrecht zu der Strömungsrichtung, in der das zu befeuchtende, erste Gas geführt wird, konstant. Dabei wird ein erster Gaseinlass, durch den das erste Gas in den Befeuchtungskanal hineingeführt wird, von der größeren parallelen Seitenwand 140 und ein erster Gasauslass, durch den das erste Gas aus dem Befeuchtungskanal herausgeführt wird, von der kleineren parallelen Seitenwand 150 umfasst. Daher sinkt in Strömungsrichtung eine Querschnittsfläche des Befeuchtungskanals.

Die Hohlfasern 130 sind aus wasserdurchlässigem Material und erlauben den kapillaren Durchtritt von Feuchtigkeit durch Poren des Materials, nicht jedoch von Gas.

Strömt jetzt zu befeuchtendes, erstes Gas im Gehäuse 200 um die Hohlfasern 130 herum vom ersten Gaseinlass zum ersten Gasauslass und feuchtes, zweites Gas durch die Hohlfasern 130,

so bleibt die Partialdruckdifferenz der Feuchtigkeit zwischen dem ersten und dem zweiten Gas groß, da die Druckverringerung infolge der Querschnittsflächenveränderung die Partialdruckzunahme der Feuchtigkeit im ersten Gas infolge des Feuchteübertritts bei Umströmung der Hohlfasern verringert, kompensiert oder überkompensiert. Die verbleibende Partialdruckdifferenz bewirkt gleichbleibend guten Feuchteübertritt vom zweiten zum ersten Gas.

Figur 3 zeigt eine erste Platte 40 nach Stand der Technik aus wasserdurchlässigem Material in Aufsicht und Figur 4 die erste Platte 40 im Schnitt entlang der in Figur 3 mit A bezeichneten Linie. Eine solche Platte 40 aus wasserdurchlässigem Material, die den kapillaren Durchtritt von Feuchtigkeit durch Poren des Materials erlaubt, wird auch als Membranbefeuchterplatte bezeichnet.

Auf den flächigen Seiten der Platte 40 sind gleich hoch vorstehende und parallel zueinander verlaufende Stege 41, 42 ausgebildet, die offene Kanäle 51, 61 bilden. Jeder der Stege 41, 42 hat eine konstante Breite und jeder der Kanäle 51, 61 hat eine konstante Breite, wobei unterschiedliche Stege 41, 42 und/oder Kanäle 51, 61 unterschiedliche Breiten haben können. Werden die Kanäle 51, 61 durch Anordnung der Platte 40 in einem Gehäuse verschlossen, so kann durch die Kanäle 51 auf einer der flächigen Seiten der Platte 40 das zu befeuchtende erste Gas und durch die Kanäle 61 auf der anderen flächigen Seite der Platte 40 das befeuchtende zweite Gas im Gegenstrom geleitet werden. Bedingt durch den Partialdruckunterschied des Wassers zwischen dem ersten und dem zweiten Gas diffundiert Feuchtigkeit durch die Platte und befeuchtet das erste Gas.

Figur 5 zeigt eine zweite Platte 400 aus wasserdurchlässigem Material, das den kapillaren Durchtritt von Feuchtigkeit durch Poren des Materials erlaubt, in Aufsicht und Figur 6 die zweite Platte 400 im Schnitt entlang der in Figur 5 mit B bezeichneten Linie. Die in den Figuren 5 und 6 dargestellte Platte 400 stellt ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung dar.

Wieder sind auf den flächigen Seiten der Platte 400 gleich hoch vorstehende Stege 410, 420 ausgebildet, die offene Kanäle 510, 610 bilden. Die Kanäle 510, 610 verlaufen zwar grundsätzlich parallel, nicht jedoch die Seitenwände der Kanäle 510, 610, da sich die Breite der Kanäle 510, 610 über die Länge der Platte 500 linear ändert. Dies wird erreicht durch Stege 510, 610, die über die Länge der Platte 500 linear breiter werden.

Dabei verjüngen sich die Stege 410 auf der einen flächigen Seite der Platte 100 entgegengesetzt zu den Stegen 420 auf der anderen flächigen Seite. Es ist jedoch auch möglich, dass sich die Stege 410 auf der einen flächigen Seite der Platte 100 gleichgerichtet zu den Stegen 420 auf der anderen flächigen Seite verjüngen.

Es ist auch möglich, jeden Steg 410, 420 zwischen zwei Kanälen 510, 610 durch zwei nicht parallele Hilfsstege zu ersetzen, zwischen denen ein nicht als Kanal genutzter Freiraum verbleibt.

Die Platte 400 ist aus wasserdurchlässigem Material und erlaubt den kapillaren Durchtritt von Feuchtigkeit durch Poren des Materials, nicht jedoch von Gas.

Werden die Kanäle durch die Anordnung der Platte 400 in einem Gehäuse verschlossen, so kann durch die Kanäle 510 auf einer der flächigen Seiten der Platte das zu befeuchtende erste Gas und durch die Kanäle 610 auf der anderen flächigen Seite der Platte das befeuchtende zweite Gas im Gegenstrom geleitet werden. Bedingt durch den Partialdruckunterschied des Wassers zwischen dem ersten und dem zweiten Gas diffundiert Feuchtigkeit durch die Platte und befeuchtet das erste Gas. Dabei bleibt die Partialdruckdifferenz auf der gesamten Strecke groß genug für einen wirkungsvollen Feuchteübertritt und entsprechend gute Befeuchtung des ersten Gases und/oder Entfeuchtung des zweiten Gases.

In den dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispielen ändern sich die Breite bzw. Querschnittsfläche des bzw. der Kanäle für die Durchführung des zu befeuchtenden Gases linear. Es sind jedoch im Sinne der Erfindung andere Breitenänderungen möglich. Der erfinderische Effekt beruht auf der Verringerung der Kanalbreite bzw. des Kanalquerschnitts in Strömungsrichtung. Für den erfinderischen Effekt ist es ausreichend, wenn eine Kanalbreite bzw. ein Kanalquerschnitt auf einer Einlassseite, auf der das zu befeuchtende Gas dem Kanal zugeführt wird, größer ist als auf einer Auslassseite, auf der das befeuchtete Gas aus dem Kanal abgeführt wird.

Bezugszeichenliste

10, 100	Befeuchter
20, 200	Gehäuse
210	Befeuchtungskanal
110, 120	Grundwände
130	wasserdurchlässiges Material, als Hohlfaser oder als Platte mit Stegen ausgebildet
140, 150	parallele Seitenwände des Gehäuses
40, 400	Platte
41, 42	Stege konstanter Breite
410, 420	Stege mit veränderlicher Breite
51, 61	Kanäle konstanter Breite
510, 610	Kanäle mit veränderlicher Breite

Patentansprüche

1. Befeuchter (100) mit mindestens einem Befeuchtungskanal (210, 510), wobei der Befeuchter so ausgestaltet ist, dass im Befeuchtungskanal (210, 510) ein zu befeuchtendes, erstes Gas in einer Strömungsrichtung und durch ein wasserdurchlässiges Material (130) getrennt an einem befeuchtenden, zweiten Gas vorbeigeführt werden kann, sodass Wasser vom zweiten Gas in das erste Gas übertritt, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich eine dem ersten Gas zur Verfügung stehende Querschnittsfläche des Befeuchtungskanals (210, 510) in der Strömungsrichtung verringert.
2. Befeuchter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Befeuchter ein Gehäuse (200) umfasst, durch das der Befeuchtungskanal (210) begrenzt ist, wobei der Befeuchter (100) eine Vielzahl von Hohlfasern (130) aus dem wasserdurchlässigen Material zur Durchführung des zweiten Gases umfasst, wobei sich die Hohlfasern (130) im Gehäuse (200) senkrecht zur Strömungsrichtung erstrecken, wobei in der Strömungsrichtung eine Anordnungsdichte der Hohlfasern (130) konstant ist und sich das Gehäuse (200) in der Strömungsrichtung verjüngt.
3. Platte (400) aus wasserdurchlässigem Material, wobei die Platte (400) auf einer flächigen Seite Stege (410) aufweist, die sich in einer Strömungsrichtung erstrecken und einen Befeuchtungskanal (510) begrenzen, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich ein Abstand zwischen den Stegen (410) in der Strömungsrichtung monoton verringert.
4. Platte (400) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Vielzahl von Stegen (410) eine Vielzahl von zueinander parallelen Befeuchtungskanälen (510) begrenzen, wobei sich Breiten der Stege (410) in der Strömungsrichtung monoton vergrößern, sodass sich Querschnittsflächen der Befeuchtungskanäle (410) in der Strömungsrichtung verringern.
5. Platte nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Platte (400) auf der anderen flächigen Seite sich in die Strömungsrichtung erstreckende weitere Stege (420) aufweist.
6. Platte nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich Breiten der Stege (420) auf der anderen flächigen Seite in der Strömungsrichtung monoton vergrößern.

7. Befeuchter nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Befeuchter mindestens eine Platte (400) nach mindestens einem der Ansprüche 3 bis 6 in einem Gehäuse aufweist.
8. Vorrichtung mit einer Brennstoffzelle und mit einem Befeuchter (100) nach einem der Ansprüche 1, 2 und 7 zur Befeuchtung von Zuluft für die Brennstoffzelle mithilfe von Abgas der Brennstoffzelle.
9. Kraftfahrzeug mit einer Vorrichtung nach Anspruch 8.

1/3

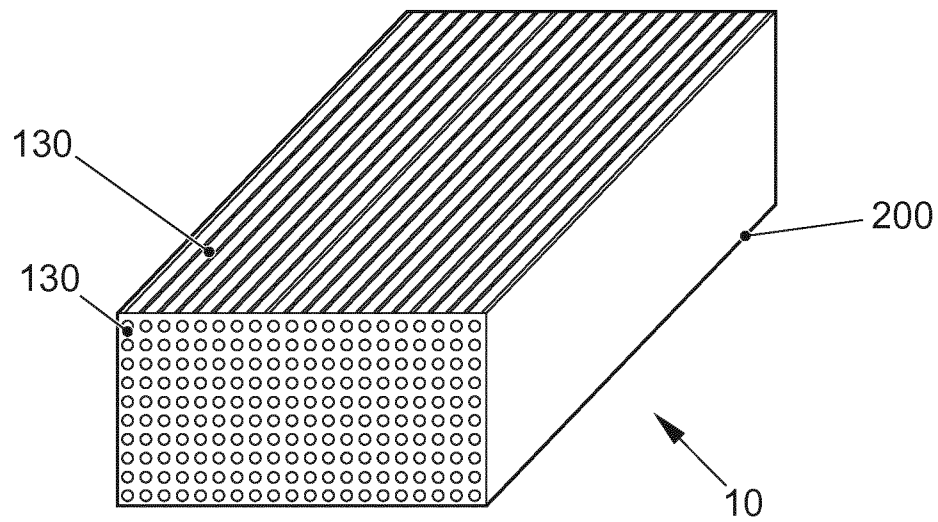


FIG. 1

Stand der Technik

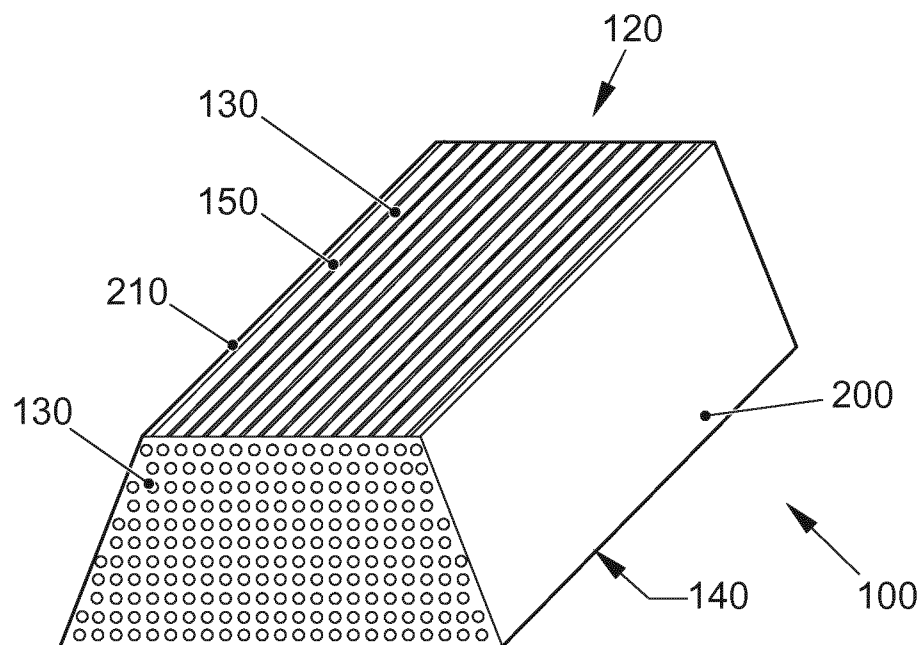


FIG. 2

2/3

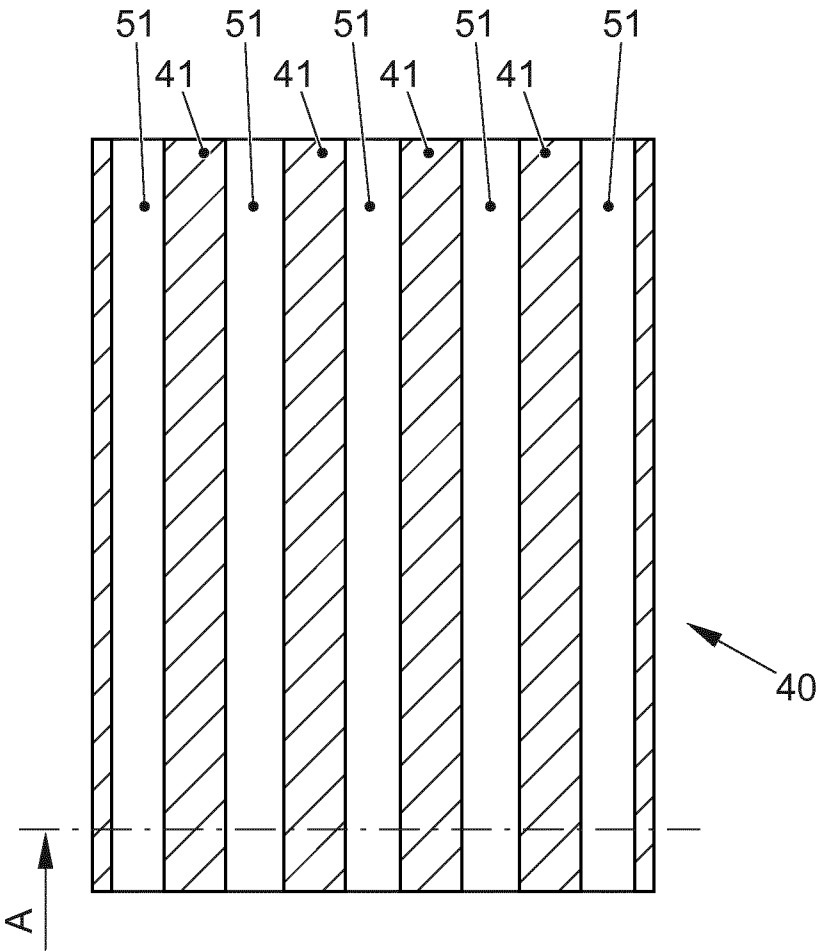


FIG. 3
Stand der Technik

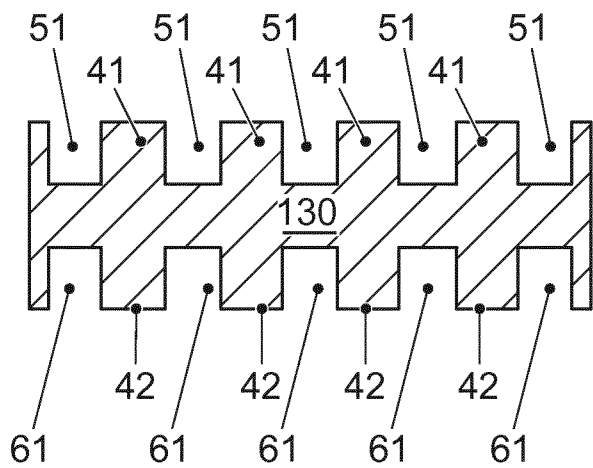


FIG. 4
Stand der Technik

3/3

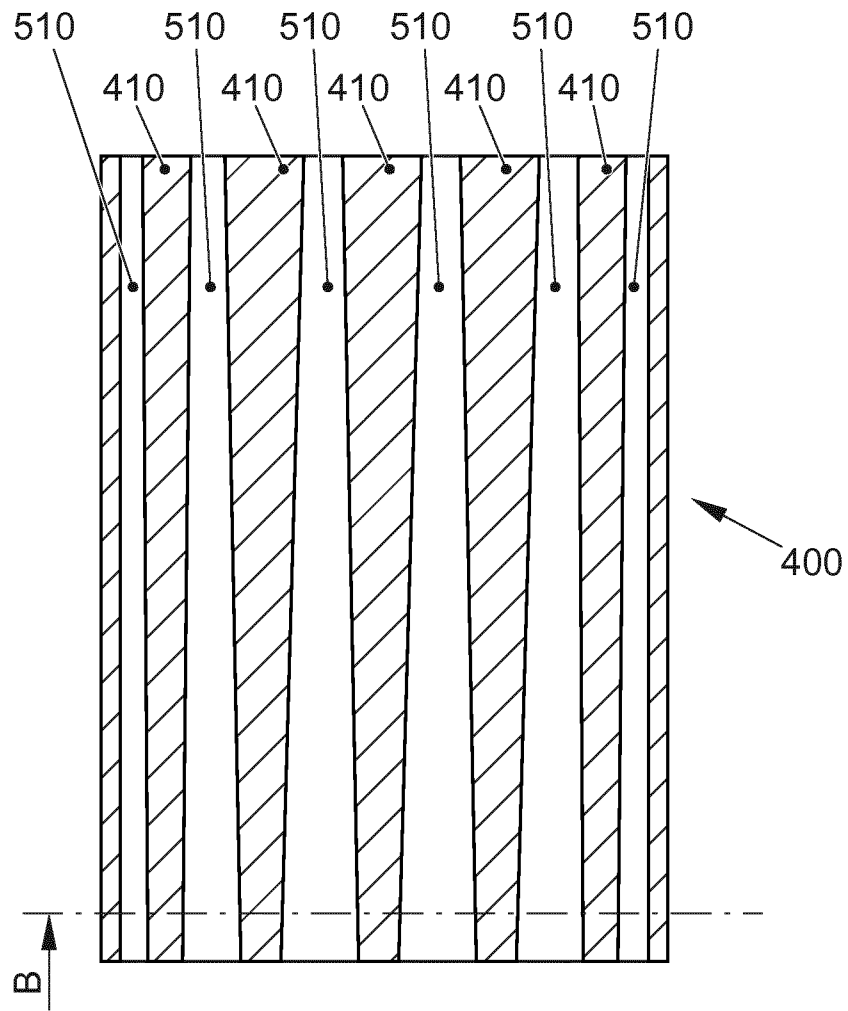


FIG. 5

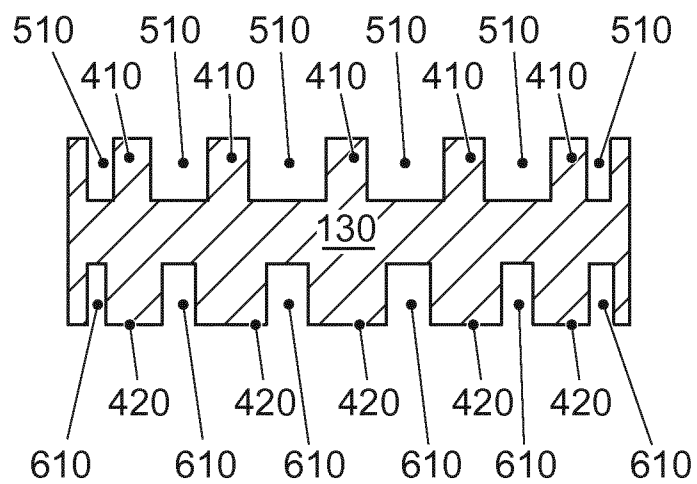


FIG. 6