(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
20. Januar 2022 (20.01.2022)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/013209 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F28D 3/02 (2006.01) *F28F 9/02* (2006.01)
F28D 3/04 (2006.01) *F28F 19/00* (2006.01)
F28D 5/02 (2006.01) *H01M 8/04007* (2016.01)
F28D 21/00 (2006.01) *F28D 1/04* (2006.01)
F28F 1/02 (2006.01) *F28D 1/053* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/069439

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juli 2021 (13.07.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 208 710.5
13. Juli 2020 (13.07.2020) DE

(71) Anmelder: **MAHLE INTERNATIONAL GMBH** [DE/DE]; Pragstraße 26-46, 70376 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **BRÜMMER, Richard**; Dachsweg 6, 70499 Stuttgart (DE). **BÜRCK, Christian**; Hauffstr. 8/1, 71032 Böblingen (DE). **LUTZ, Rainer**; In der Gartenstadt 28, 71711 Steinheim (DE). **SCHULTES, Jan**; Eupener Straße 6, 70374 Stuttgart (DE). **STRAUSS, Thomas**; Neuffenstr. 37, 73274 Notzingen (DE).

(74) Anwalt: **BRP RENAUD UND PARTNER MBB**; Königstraße 28, 70173 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, 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,

(54) **Title:** HEAT EXCHANGER, FUEL CELL ASSEMBLY AND METHOD

(54) **Bezeichnung:** WÄRMEÜBERTRAGER, BRENNSTOFFZELLEN-ANORDNUNG UND VERFAHREN

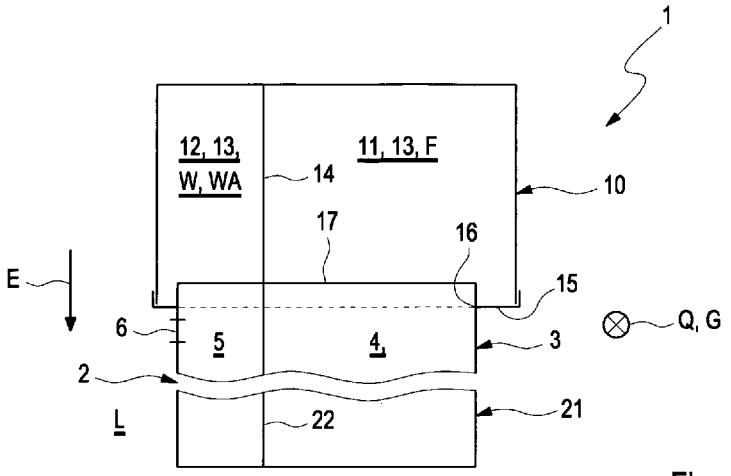

Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a heat exchanger (1) comprising multiple tube elements (2) which are arranged spaced apart from one another and designed such that a fluid (F) can flow through same on the inside and air (L) can flow around same on the outside, wherein a water channel (5) is formed in or on at least one tube element (2) through which water (W) can flow, fluidically separate from the fluid (F), wherein at least one opening (6) is formed in the at least one tube element (2), via which the water channel (5) fluidically communicates with the external environment of said tube element (2), wherein the at least one opening (6) is arranged in the tube element (2) such that at least one of the tube elements (2) can be wetted, in particular sprinkled, with water (W) guided through the water channel (5) and exiting the water channel (5) through the opening (6).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager (1) mit mehreren, jeweils im Abstand zueinander angeordneten Rohrkörpern (2), die jeweils innenseitig von einem Fluid (F) durchströmbar und außenseitig mit Luft (L) umströmbar ausgebildet sind, wobei in oder an wenigstens einem Rohrkörper (2) ein Wasserkanal (5) ausgebildet ist, welcher - fluidisch getrennt vom Fluid (F) - von Wasser (W) durchströmbar ist, wobei in dem wenigstens einen Rohrkörper (2) wenigstens eine Öffnung (6) ausgebildet ist, über welche

WO 2022/013209 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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)*

der Wasserkanal (5) fluidisch mit der äußeren Umgebung dieses Rohrkörpers (2) kommuniziert, wobei die wenigstens eine Öffnung (6) so in dem Rohrkörper (2) angeordnet ist, dass wenigstens einer der Rohrkörper (2) mit durch den Wasserkanal (5) geführtem und durch die Öffnung (6) hindurch aus dem Wasserkanal (5) austretendem Wasser (W) benetzbar, insbesondere berieselbar, ist.

Wärmeübertrager, Brennstoffzellen-Anordnung und Verfahren

Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager sowie eine Brennstoffzellen-Anordnung mit einem solchen Wärmeübertrager. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Herstellen eines solchen Wärmeübertragers.

Bei herkömmlichen Brennstoffzellen, worunter im Folgenden eine Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle verstanden wird, wird Wasserstoff mittels Sauerstoff als Oxidationsmittel oxidiert und ein Großteil der dabei freiwerdenden Energie in elektrischer Form abgegriffen. Hierbei fällt ein gegenüber einer Verbrennung des Wasserstoffs mit Sauerstoff vergleichsweise geringer Anteil der bei der Oxidation freiwerdenden Energie als Wärme an. Daher wird der in der Brennstoffzelle stattfindende Oxidationsprozess im Fachjargon oft auch als "kalte Verbrennung" bezeichnet. Solche Brennstoffzellen werden seit geraumer Zeit in Kraftfahrzeugen eingesetzt, um einen elektrischen Antriebsstrang eines solchen Kraftfahrzeugs mit elektrischer Energie bzw. Leistung zu versorgen.

Bei der kalten Verbrennung wird der Wasserstoff mittels des Sauerstoffs zu Wasser oxidiert, welches von der Brennstoffzelle als (Neben-)Produkt der kalten Verbrennung abgegeben wird. Dieses Wasser kann für diverse Zwecke weiterverwendet werden, so zur Temperierung eines Wärmeübertragers bzw. eines diesen Wärmeübertrager durchströmenden Temperierungs-Fluids.

Hierbei erweist es sich jedoch oftmals als technisch problematisch, eine Führung des Wassers in bzw. an dem Wärmeübertrager zu realisieren.

Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung – insbesondere um der voranstehenden Herausforderung Rechnung zu tragen – für Wär-

meübertrager sowie für Brennstoffzellen-Anordnungen mit einem solchen Wärmeübertrager und für Verfahren zum Herstellen eines Wärmeübertragers neue Wege aufzuzeigen.

Diese Aufgabe wird durch den Wärmeübertrager gemäß dem unabhängigen Patentanspruch 1 sowie durch die Brennstoffzellen-Anordnung gemäß dem nebengeordneten Patentanspruch 12 und durch das Verfahren des nebengeordneten Patentanspruchs 13 gelöst.

Grundidee der Erfindung ist demnach, wenigstens einen von Luft umströmbaren Rohrkörper eines Wärmeübertragers mit einem von einem Fluid durchströmbaren Fluidkanal und mit einem fluidisch von dem Fluidkanal getrennten und von Wasser durchströmbaren Wasserkanal auszubilden. Dabei ist der Wasserkanal nach außen derart fluidisch geöffnet ausgebildet, dass wenigstens einer der Rohrkörper außenseitig mit durch den Wasserkanal geführtem Wasser benetzbar ist. Vorteilhaft kann so der das Wasser führende Wasserkanal in den Rohrkörper integriert werden, was separate Wasserleitungen obsolet macht. Dies schlägt sich in einem besonders geringen Montageaufwand sowie damit einhergehend in Kostenvorteilen bei der Herstellung nieder.

Ein erfindungsgemäßer Wärmeübertrager, welcher zweckmäßig für einen Einsatz in einer Brennstoffzellen-Anordnung geeignet ist, weist mehrere, jeweils im Abstand zueinander angeordnete Rohrkörper auf, die jeweils innenseitig von einem Fluid, insbesondere einer Flüssigkeit oder einem Gas, durchströmbar und außenseitig mit Luft umströmbar ausgebildet sind. Dabei ist in oder an wenigstens einem Rohrkörper ein Wasserkanal ausgebildet, welcher – fluidisch getrennt vom Fluid – von Wasser durchströmbar ist. In diesem wenigstens einen Rohrkörper ist wenigstens eine Öffnung ausgebildet, über welche der Wasserkanal fluidisch mit der äußeren Umgebung dieses Rohrkörpers kommuniziert. Die wenigstens eine Öffnung ist so in dem Rohrkörper angeordnet, dass wenigstens einer der Rohrkörper mit

durch den Wasserkanal geführtem und durch die Öffnung hindurch aus dem Wasserkanal austretendem Wasser benetzbar ist. Bevorzugt ist wenigstens einer der Rohrkörper mit durch den Wasserkanal geführtem und durch die Öffnung hindurch aus dem Wasserkanal austretendem Wasser berieselbar. Wie oben bereits angedeutet kann somit vorteilhaft der das Wasser führende Wasserkanal in wenigstens einen der Rohrkörper integriert werde, sodass zusätzliche Wasserleitungen eingespart werden können, was sich positiv auf den Montageaufwand und die Herstellungskosten des Wärmeübertragers auswirkt. Darüber hinaus baut der erfindungsgemäße Wärmeübertrager besonders kompakt, was insbesondere im Kraftfahrzeugbereich auf Grund der dort typischerweise stark beengten Bauraumverhältnisse von Vorteil ist.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des Wärmeübertragers umfasst der wenigstens eine Rohrkörper mit Wasserkanal eine Umfangswandung, mittels welcher ein von dem Fluid durchströmbarer Fluidkanal fluidisch von der äußeren Umgebung des Rohrkörpers getrennt ist. Dieser wenigstens eine Rohrkörper weist außerdem zur Ausbildung des Wasserkanals eine Trennwandung auf, welche den Wasserkanal fluidisch vom Fluidkanal trennt. Dabei sind die Umfangswandung und die Trennwandung vorzugsweise integral aneinander ausgeformt, d.h. einstückig und materialeinheitlich ausgebildet. Dies erlaubt eine besonders kompakt bauende Realisierung des wenigstens einen Rohrkörpers mit Wasserkanal.

Bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Wärmeübertragers ist vorgesehen, dass die Rohrkörper sich entlang einer Erstreckungsrichtung erstrecken und entlang einer quer zur Erstreckungsrichtung verlaufenden Querrichtung im Abstand zueinander angeordnet sind. Vorzugsweise entspricht die Querrichtung im Wesentlichen einer Schwerkraftrichtung in einer Betriebsposition des Wärmeübertragers. Dies hat zur Folge, dass eine Außenseite eines in Querrichtung zum Rohrkörper mit Wasserkanal benachbarten, insbesondere in Schwerkraftrichtung unterhalb des Rohrkörpers mit Wasserkanal angeordneten, Rohrkörpers über die

Öffnung mit Wasser aus dem Wasserkanal infolge einer Schwerkraftwirkung benetzbar, insbesondere berieselbar, ist. Vorteilhaft wird damit eine besonders effiziente Wärmeübertragung zwischen dem Wasser und dem Wärmeübertrager bzw. dem den Wärmeübertrager durchströmenden Fluid erreicht.

Bei einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Wärmeübertragers ist in mehreren, bevorzugt in allen, der Rohrkörper des Wärmeübertragers jeweils ein Wasserkanal mit zugehöriger Öffnung des jeweiligen Rohrkörpers ausgebildet. Dabei ist die wenigstens eine Öffnung vorzugsweise in der Umfangswandung der betreffenden Rohrkörper ausgebildet. Vorteilhaft kann so das Benetzen bzw. Berieseln mit dem Wasser besonders großflächig erfolgen, was die Effizienz der Wärmeübertragung zwischen Wärmeübertrager bzw. dem denselben durchströmenden Fluid und dem Wasser steigert.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Wärmeübertragers sieht vor, dass der Wasserkanal über die Öffnung des den Wasserkanal aufweisenden Rohrkörpers quer zur Erstreckungsrichtung und entlang der Querrichtung fluidisch geöffnet ist. Dies erweist sich als unter strömungstechnischen Aspekten als besonders vorteilhaft.

Bei einer anderen vorteilhaften Weiterbildung des Wärmeübertragers ist die wenigstens eine Öffnung sich entlang der Erstreckungsrichtung des betreffenden Rohrkörpers über eine Gesamtlänge des betreffenden Rohrkörpers unterbrechungsfrei erstreckend ausgebildet ist. Der Wasserkanal ist also in der Art einer offenen Rinne des betreffenden Rohrkörpers ausgebildet. Ein solcher Wasserkanal besticht durch eine gute Zugänglichkeit zu Wartungs- bzw. Reinigungszwecken.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung des Wärmeübertragers weist der den Wasserkanal umfassende Rohrkörper mehrere quer zur Erstreckungsrichtung geöffnete Öffnungen auf. Diese mehreren Öffnungen des betreffenden Rohrkörpers sind, bevorzugt bezüglich der Erstreckungsrichtung und/oder der Querrichtung, besonders bevorzugt regelmäßig oder unregelmäßig verteilt, im Abstand zueinander angeordnet. Dies erlaubt ein besonders gleichmäßiges Austragen des den Wasserkanal durchströmenden Wassers über die Öffnungen.

Eine weitere vorteilhafte Weiterbildung des Wärmeübertragers sieht vor, dass wenigstens einer der Rohrkörper zumindest eine innenseitig entlang der Erstreckungsrichtung verlaufende Fluidkanal-Trennwand umfasst, die den Fluidkanal in fluidisch voneinander getrennte Teil-Fluidkanäle unterteilt, die vorzugsweise in dem Wärmeübertrager fluidisch parallel geschaltet sind. Eine solche Fluidkanal-Trennwand wirkt vorteilhaft mechanisch aussteifend auf den betreffenden Rohrkörper und damit auch auf den gesamten Wärmeübertrager.

Bei einer anderen bevorzugten Weiterbildung des Wärmeübertragers umfasst der Wärmeübertrager einen, vorzugsweise gehäuseartig ausgebildeten, Kasten, der innenseitig einen Fluidraum und einen Wasserraum begrenzt, welche in einem Kasteninnenraum des Kastens mittels einer Kasten-Trennwand als Teil des Kastens fluidisch voneinander getrennt sind. Dabei sind der Wasserraum und der Fluidraum mittels eines Rohrbodens abgedeckt, welcher Durchbrüche zum Aufnehmen jeweils eines Rohrkörpers aufweist. Die Rohrkörper sind entlang der Erstreckungsrichtung einen Ends jeweils in einem der dafür vorgesehenen Durchbrüche des Rohrbodens so aufgenommen, dass der Wasserkanal mit dem Wasserraum und der Fluidkanal mit dem Fluidraum fluidisch kommunizierend verbunden ist. Der Fluidraum kann als Fluidsammler zum Sammeln des Fluids nach dem Durchströmen der Rohrkörper oder als Fluidverteiler zum Verteilen des Fluids auf die Rohrkörper fungieren. Der Wasserraum kann als Wassersammler zum Sammeln des Wassers nach dem Durchströmen des wenigstens einen Wasserkanals oder

als Wasserverteiler zum Verteilen des Wassers auf den wenigstens einen Wasserkanal fungieren. Einzelne mit den Rohrkörpern bzw. dem wenigstens einen Wasserkanal fluidisch verbundene Zuführungs- oder Abführungsleitungen können somit vorteilhaft eingespart werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung des Wärmeübertragers weist der den Wasserkanal aufweisende Rohrkörper an einer quer zu seiner Erstreckungsrichtung verlaufenden Stirnseite des Rohrkörpers zwischen dem Wasser- und dem Fluidkanal eine entlang der Erstreckungsrichtung vertiefte Ausnehmung auf. Diese Ausnehmung ist zwischen zwei je in einem Bereich des Wasserkanals und in einem Bereich des Fluidkanals an der Stirnseite des Rohrkörpers ausgeformten Fortsätzen angeordnet. Dabei weist der Rohrboden einen ersten Durchbruch auf, über welchen der Wasserraum fluidisch nach außen geöffnet ist. Der Rohrboden weist ferner einen zweiten Durchbruch auf, über welchen der Fluidraum fluidisch nach außen geöffnet ist. Der im Bereich des Wasserkanals an der Stirnseite des Rohrkörpers ausgeformte Fortsatz ist in dem ersten Durchbruch des Rohrbodens und der im Bereich des Fluidkanals an der Stirnseite des Rohrkörpers ausgeformte Fortsatz ist in dem zweiten Durchbruch aufgenommen. Die Fortsätze sind derart in dem ersten bzw. zweiten Durchbruch des Rohrbodens aufgenommen, dass der Wasserkanal mit dem Wasserraum und der Fluidkanal mit dem Fluidraum fluidisch kommunizierend verbunden ist. Dies erlaubt eine besonders zuverlässige Befestigung der Rohrkörper am Rohrboden.

Gemäß einer anderen vorteilhaften Weiterbildung des Wärmeübertragers ist wenigstens einer, vorzugsweise jeweils jeder, der Durchbrüche des Rohrbodens von einem integral am Rohrboden ausgeformten Durchzugskragen eingefasst. Vorzugsweise steht dieser Durchzugskragen dem Kasteninnenraum zugewandt von dem Rohrboden ab. Alternativ kann der Durchzugskragen dem Kasteninnenraum

abgewandt von dem Rohrboden abstehen. Mittels eines solchen Durchzugskragens wird vorteilhaft eine Fügefläche zwischen Rohrboden und dem in dem Durchbruch mit Durchzugskragen aufgenommenen Rohrkörper vergrößert.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung weist der Wärmeübertrager ein Schutzgitter mit Gitterstäben zum Schutz des bzw. der Rohrkörper vor Steinschlag auf.

Zweckmäßig ist der Wasserkanal zwischen dem wenigstens einen Rohrkörper und dem Schutzgitter angeordnet. Diese Variante baut besonders kompakt.

Bevorzugt begrenzt das Schutzgitter, insbesondere wenigstens ein Gitterstab des Schutzgitters, den Wasserkanal, vorzugsweise zusammen mit dem Rohrkörper, teilweise. Besonders bevorzugt ist der vom Schutzgitter teilweise begrenzte Wasserkanal offen ausgebildet.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist der wenigstens eine Rohrkörper mit Wasserkanal mittels einer stoffschlüssigen Verbindung mit dem wenigstens einen anderen Rohrkörper, der von dem Fluid durchströmbar ausgebildet ist, verbunden. Dies erlaubt es, den Rohrkörper bzw. den Wasserkanal separat herzustellen und erst nach der Herstellung an dem den Fluidkanal bildenden bzw. begrenzenden Rohrkörper zu befestigen.

Besonders bevorzugt kann der wenigstens eine Rohrkörper mit dem Wasserkanal aus dem Wasserkanal bestehen. Mit anderen Worten, der Rohrkörper mit dem Wasserkanal dient ausschließlich zum Begrenzen dieses Wasserkanals und begrenzt keinen von dem Fluid durchströmbaren Fluidkanal.

Zweckmäßig ist der wenigstens eine Rohrkörper mit Wasserkanal mit einem Wassersammler verbunden, der separat zu einem Fluidsammler ausgebildet ist, wel-

cher mit dem wenigstens einen von dem Fluid durchströmbaren Rohrkörper verbunden ist. Somit können für Fluidsammler und Wassersammler unterschiedliche Ausgestaltungsformen gewählt werden. Insbesondere kann am Wassersammler ein Schutzgitter vorgesehen sein.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Brennstoffzellen-Anordnung, die vorzugsweise für einen Einsatz in einem Kraftfahrzeug eingerichtet ist. Die Brennstoffzellen-Anordnung umfasst eine Brennstoffzelle, die im Betrieb als Produkt kalter Verbrennung Abwasser abgibt. Außerdem umfasst die Brennstoffzellen-Anordnung einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager gemäß der voranstehenden Beschreibung, dessen Wasserkanal mit dem von der Brennstoffzelle abgegebenen Abwasser versorgbar oder versorgt ist. Die oben aufgezeigten Vorteile des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers übertragen sich auch auf die erfindungsgemäße Brennstoffzellen-Anordnung mit einem solchen Wärmeübertrager.

Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Herstellen eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers wie oben beschrieben. Das Verfahren umfasst vier Maßnahmen a), b), c) und d). Gemäß Maßnahme a) erfolgt ein Bereitstellen von Rohrkörpern, die innenseitig von einem Fluid durchströmbar und außenseitig mit Luft umströmbar ausgebildet sind. In oder an wenigstens einem der Rohrkörper ist außerdem ein Wasserkanal ausgebildet ist, welcher – fluidisch getrennt vom Fluid – von Wasser, insbesondere Abwasser einer Brennstoffzelle, durchströmbar ist. Die Maßnahme b) des Verfahrens sieht ein Anordnen der Rohrkörper an einem Rohrboden vor, sodass die Rohrkörper in dafür vorgesehenen Durchbrüchen des Rohrbodens aufgenommen werden. Gemäß Maßnahme c) erfolgt ein stoffschlüssiges Fügen, insbesondere Verlöten oder Verkleben, der Rohrkörper mit dem Rohrboden, sodass zwischen den Rohrkörpern und einem den jeweiligen Rohrkörper aufnehmenden Durchbruch des Rohrbodens eine fluiddichte Fuge erzeugt wird. Gemäß Maßnahme d) wird wenigstens eine Öffnung des wenigstens einen

den Wasserkanal aufweisenden Rohrkörpers erzeugt. Die oben erläuterten Vorteile des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers übertragen sich in analoger Weise auch auf das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen eines solchen Wärmeübertragers.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird die Maßnahme d) zeitlich vor den Maßnahmen b) und c) durchgeführt. Dies bietet den Vorteil, da die noch nicht verbauten Rohrkörper besser handhabbar sind, einer vereinfachten Erzeugung der wenigstens einen Öffnung. Alternativ wird Maßnahme d) zeitlich zwischen Maßnahme b) und Maßnahme c) durchgeführt wird. Dies erlaubt eine besonders präzise Ausrichtung der wenigstens einen Öffnung auf eine Sollposition der wenigstens einen Öffnung im fertigen Wärmeübertrager. Alternativ wird Maßnahme d) zeitlich nach dem Maßnahmen b) und c) durchgeführt. Dies erlaubt ein besonders sicheres Einspannen bzw. Fixieren des Wärmeübertragers beim Erzeugen der wenigstens einen Öffnung.

Zweckmäßig wird in Maßnahme d) die wenigstens eine Öffnung mechanisch, insbesondere spanend und/oder stanzend und/oder quetschend, erzeugt. Ein Wärmeeintrag in das Material des Rohrkörpers wird damit vorteilhaft gering gehalten. Alternativ oder zusätzlich wird in Maßnahme d) die wenigstens eine Öffnung thermisch, insbesondere mittels eines Lasers, erzeugt. Ein solches thermisches Erzeugen der wenigstens einen Öffnung erfordert eine besonders geringe Fertigungszeit.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern

auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder ähnliche oder funktional gleiche Komponenten beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch

Fig. 1 ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers in einem Schnitt entlang einer Erstreckungsrichtung von Rohrkörpern des Wärmetauschers,

Fig. 2 ein weiteres Beispiel des erfindungsgemäßen Wärmetauschers in einem Schnitt entlang der Erstreckungsrichtung der Rohrkörper des Wärmetauschers,

Fig. 3 beispielhaft ein Ablaufschaubild eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen eines Wärmeübertragers,

Fig. 4a bis 4c Beispiele von Rohrkörpern für den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager je in einem Schnitt quer zur Erstreckungsrichtung,

Fig. 5a bis 5c weitere Beispiele von Rohrkörpern für den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager je in einem Schnitt quer zur Erstreckungsrichtung,

Fig. 6a und 6b weitere Beispiele von Rohrkörpern für den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager je in einem Schnitt quer zur Erstreckungsrichtung,

Fig. 7 bis 10 weitere Beispiele erfindungsgemäßer Wärmeübertrager jeweils in einem Schnitt quer zur Erstreckungsrichtung,

Fig. 11a, 11b eine Variante des Beispiels der Figur 1, bei welchem der den Wasserkanal begrenzende Rohrkörper stoffschlüssig mit dem zwei Fluidkanäle begrenzenden Rohrkörper im Zuge der Herstellung des Wärmeübertragers verbunden wird.

In den Figuren 1 und 2 ist jeweils grobschematisch ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 1 in einem Schnitt entlang einer Erstreckungsrichtung E, entlang welcher sich Rohrkörper 2 des Wärmeübertragers 1 erstrecken, gezeigt. Der Wärmeübertrager 1 ist für einen Einsatz in einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellen-Anordnung eingerichtet. Der Wärmeübertrager 1 umfasst mehrere Rohrkörper 2, die jeweils im Abstand zueinander angeordnet sind. Die Rohrkörper 2 sind jeweils innenseitig von einem Fluid F durchströmbar und außenseitig von Luft L umströmbar ausgebildet. In oder an wenigstens einem der Rohrkörper 2 ist ein Wasserkanal 5 ausgebildet, der – fluidisch getrennt vom Fluid F – von Wasser W durchströmbar ist. In diesem wenigstens einen Rohrkörper 2 mit dem Wasserkanal 5 ist eine Öffnung 6 ausgebildet. Über die Öffnung 6 kommuniziert der Wasserkanal 5 fluidisch mit der äußeren Umgebung des betreffenden Rohrkörpers 2. Die Öffnung 6 ist dabei so in dem Rohrkörper 2 angeordnet, dass wenigstens einer der Rohrkörper 2 des Wärmeübertragers 1 mit durch den Wasserkanal 5 geführtem und durch die Öffnung 6 hindurch austretendem Wasser W benetzbar ist. Beispielsweise ist wenigstens einer der Rohrkörper 2 mit diesem durch die Öffnung 6 hindurch aus dem Wasserkanal 5 austretenden Wasser W berieselbar.

In den Figuren 4a, 4b und 4c sind jeweils Beispiele an Rohrkörpern 2 für den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager 1 quer zu ihrer Erstreckungsrichtung E geschnitten dargestellt. Dabei sind die Rohrkörper 2 gemäß diesen Beispielen jeweils als Falz-Rohr ausgebildet.

Die Figuren 5a, 5b, 5c sowie 6a und 6b zeigen jeweils Beispiele an Rohrkörpern 2 für den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager 1 quer zu ihrer Erstreckungsrichtung E geschnitten. Dabei sind die Rohrkörper 2 gemäß diesen Beispielen jeweils als Extrusions-Rohr oder Schweiß-Rohr ausgebildet.

Den Figuren 1, 2, 4a, 4b, 4c, 5a, 5b, 5c sowie 6a und 6b ist zu entnehmen, dass der Rohrkörper 2 eine Umfangswandung 21 umfasst, mittels welcher ein von dem Fluid F durchströmbarer Fluidkanal 4 des Rohrkörpers 2 fluidisch von der äußeren Umgebung des Rohrkörpers 2 getrennt ist. Der wenigstens eine Rohrkörper 2 mit dem Wasserkanal 5 weist zur Ausbildung des Wasserkanals 5 eine Trennwandung 22 auf. Die Trennwandung 22 trennt den Wasserkanal 5 fluidisch vom Fluidkanal 4. Den gezeigten Beispielen entsprechend sind dabei Umfangswandung 21 und die Trennwandung 22 integral aneinander ausgeformt.

Bei den Beispielen des Wärmeübertragers 1 der Figuren 1 und 2 sind die Rohrkörper 2 entlang einer quer zur Erstreckungsrichtung E verlaufenden Querrichtung Q im Abstand zueinander angeordnet. Die Querrichtung Q entspricht beispielsweise in einer Betriebsposition des Wärmeübertragers 1 im Wesentlichen einer Schwerkraftrichtung G, sodass eine Außenseite 3 eines in Querrichtung Q zum Rohrkörper 2 mit Wasserkanal 5 benachbarten Rohrkörpers 2 über die Öffnung 6 mit Wasser W aus dem Wasserkanal 5 infolge einer Schwerkraftwirkung auf das Wasser W benetzbar bzw. berieselbar ist.

In den Beispielen der Figuren 1 und 2 ist in mehreren Rohrkörpern 2 jeweils ein Wasserkanal 5 mit zugehöriger Öffnung 6 des jeweiligen Rohrkörpers 2 ausgebildet. Es kann in jedem Rohrkörper 2 des Wärmeübertragers 1 ein Wasserkanal 5 mit zugehöriger Öffnung 6 des jeweiligen Rohrkörpers 2 ausgebildet sein. Dabei ist den gezeigten Beispielen entsprechend die wenigstens eine Öffnung 6 in der Umfangswandung 21 des den Wasserkanal 5 aufweisenden Rohrkörpers 2 ausgebildet.

Den Beispielen der Figuren 5b und 5c entsprechend ist der Wasserkanal 5 ist über die Öffnung 6 des den Wasserkanal 5 aufweisenden Rohrkörpers 2 quer zur Erstreckungsrichtung E und entlang der Querrichtung Q fluidisch geöffnet.

Die Figuren 6a und 6b veranschaulichen, dass bei diesen Beispielen des Rohrkörpers 2 für den Wärmeübertrager 1 die Öffnung 6 sich entlang der Erstreckungsrichtung E des den Wasserkanal 5 aufweisenden Rohrkörpers 2 über dessen Gesamtlänge unterbrechungsfrei erstreckend ausgebildet ist. Der Wasserkanal 5 ist gemäß diesen Beispielen also in der Art einer offenen Rinne 7 im betreffenden Rohrkörper 2 ausgebildet.

Figur 2 lässt erkennen, dass der den Wasserkanal 5 aufweisende Rohrkörper des Wärmeübertragers 1 beispielsweise mehrere quer zur Erstreckungsrichtung E geöffnete Öffnungen 6 aufweist. Dabei sind die mehreren Öffnungen 6 dieses Rohrkörpers im Abstand zueinander angeordnet. Die mehreren Öffnungen 6 des Rohrkörpers 2 können bezüglich der Erstreckungsrichtung E und, alternativ oder zusätzlich, bezüglich der Querrichtung Q im Abstand zueinander angeordnet sein. Dabei können die mehreren Öffnungen 6 regelmäßig oder unregelmäßig verteilt angeordnet sein.

Die Figuren 4c, 5c sowie 6a und 6b zeigen jeweils, dass wenigstens einer der Rohrkörper 2 beispielsweise eine innenseitig entlang der Erstreckungsrichtung E

verlaufende Fluidkanal-Trennwand 8 umfasst. Die Fluidkanal-Trennwand 8 unterteilt dabei den Fluidkanal 4 in fluidisch voneinander getrennte Teil-Fluidkanäle 9. Die Teil-Fluidkanäle 9 können in dem Wärmeübertrager 1 fluidisch parallel geschaltet sein.

Die Figuren 1 und 2 illustrieren ferner, dass der Wärmeübertrager 1 einen gehäuseartig ausgebildeten Kasten 10 umfasst. Der Kasten 10 begrenzt innenseitig einen Fluidraum 11 und einen Wasserraum 12. Der Fluidraum 11 und der Wasserraum 12 sind in einem Kasteninnenraum 10 des Kastens 11 mittels einer Kasten-Trennwand 14 des Kastens 11 fluidisch voneinander getrennt. Dabei sind der Wasserraum 12 und der Fluidraum 11 mittels eines Rohrbodens 15 des Wärmeübertragers 1 abgedeckt. Der Rohrboden 15 weist Durchbrüche 16 zum Aufnehmen jeweils eines Rohrkörpers 2 auf. Die Durchbrüche 16 können beispielsweise als Durchzüge ausgebildet sein. Die Rohrkörper 2 sind entlang der Erstreckungsrichtung E einen Ends jeweils in einem der dafür vorgesehenen Durchbrüche 16 der Rohrbodens 15 aufgenommen. Dabei sind die Rohrkörper 2 derart in den Durchbrüchen 16 aufgenommen, dass der Wasserkanal 5 des wenigstens einen den Wasserkanal 5 aufweisenden Rohrkörpers 2 mit dem Wasserraum 12 und der Fluidkanal 4 der Rohrkörper 2 mit dem Fluidraum fluidisch kommunizierend verbunden sind.

Gemäß dem Beispiel der Figur 2 weist der den Wasserkanal 5 umfassende Rohrkörper 2 an einer quer zu seiner Erstreckungsrichtung E verlaufenden Stirnseite 17 des Rohrkörpers 2 eine entlang der Erstreckungsrichtung E vertiefte Ausnehmung 18 auf. Diese Ausnehmung 18 ist an der Stirnseite 17 des Rohrkörpers 2 zwischen dem Wasserkanal 5 und dem Fluidkanal 4 angeordnet. Die Ausnehmung 18 ist zwischen zwei je in einem Bereich des Wasserkanals 5 und in einem Bereich des Fluidkanals 4 an der Stirnseite 17 des Rohrkörpers 2 ausgeformten Fortsätzen 19 angeordnet. Dabei weist der Rohrboden 15 gemäß dem gezeigten Beispiel einen ersten Durchbruch 16, 16a auf, über welchen der Wasserraum 12

fluidisch nach außen geöffnet ist. Der Rohrboden weist außerdem einen zweiten Durchbruch 16, 16b auf, über welchen der Fluidraum 11 fluidisch nach außen geöffnet ist. Der erste und der zweite Durchbruch 16, 16a, 16b sind im gezeigten Beispiel quer zur Erstreckungsrichtung E und quer zur Querrichtung Q im Abstand zueinander angeordnet. Es ist ferner erkennbar, dass der im Bereich des Wasserkanals 5 an der Stirnseite 17 des Rohrkörpers 2 ausgeformte Fortsatz 19 in dem ersten Durchbruch 16, 16a des Rohrbodens 15 aufgenommen ist. Der im Bereich des Fluidkanals 4 an der Stirnseite 17 des Rohrkörpers 2 ausgeformte Fortsatz 19 ist in dem zweiten Durchbruch 16, 16b des Rohrbodens 15 aufgenommen. Dabei sind die Fortsätze 19 derart in dem ersten bzw. dem zweiten Durchbruch 16, 16a, 16b aufgenommen, dass der Wasserkanal 5 mit dem Wasserraum 12 und der Fluidkanal 4 mit dem Fluidraum 11 fluidisch kommunizierend verbunden ist.

Wenigstens einer der Durchbrüche 16, 16a, 16b des Rohrbodens 15, beispielsweise jeder dieser Durchbrüche 16, 16a, 16b, ist von einem Durchzugskragen eingefasst, der integral an dem Rohrboden 15 angeformt ist, was aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Figuren allerdings nicht gezeigt ist. Der Durchzugskragen kann beispielsweise dem Kasteninnenraum 13 zugewandt vom Rohrboden 15 abstehen.

Der Wärmeübertrager 1 der Figuren 1 und 2 kann von einer erfindungsgemäßen Brennstoffzellen-Anordnung umfasst sein. Diese Brennstoffzellen-Anordnung weist eine Brennstoffzelle auf, welche im Betrieb als Produkt kalter Verbrennung Abwasser WA abgibt. Dabei ist der Wasserkanal 5 des Wärmeübertragers 1 mit dem von der Brennstoffzelle abgegebenen Abwasser WA versorgbar bzw. versorgt.

In der Figur 3 ist mittels eines Ablaufschaubilds beispielhaft ein erfindungsgemäßes Verfahren 20 zum Herstellen eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 1, beispielsweise des Wärmeübertragers 1 der Figuren 1 oder 2, veranschaulicht. Es

ist erkennbar, dass das Verfahren 20 vier Maßnahmen a), b) sowie c) und d) umfasst. Dabei werden gemäß Maßnahme a) Rohrkörper 2 bereitgestellt, die innenseitig von einem Fluid F durchströmbar und außenseitig von Luft L umströmbar ausgebildet sind. In wenigstens einem dieser Rohrkörper 2 ist außerdem ein Wasserkanal 4 ausgebildet, welcher – fluidisch getrennt vom Fluid F – von Wasser W, beispielsweise von Abwasser WA einer Brennstoffzelle, durchströmbar ist. Maßnahme b) sieht vor, dass die Rohrkörper 2 an einem Rohrboden 15 des herzustellenden Wärmeübertragers 1 angeordnet werden, sodass die Rohrkörper 2 in dafür vorgesehenen Durchbrüchen des Rohrbodens 15 aufgenommen werden. Gemäß Maßnahme c) erfolgt ein stoffschlüssiges Fügen, beispielsweise Verlöten oder Verkleben, der Rohrkörper 2 mit dem Rohrboden 15, sodass zwischen den Rohrkörpern 2 und einem den jeweiligen Rohrkörper 2 aufnehmenden Durchbruch 16 des Rohrbodens 15 eine fluiddichte Fuge erzeugt wird. Ein Erzeugen wenigstens einer Öffnung des wenigstens einen den Wasserkanal 5 aufweisenden Rohrkörpers 2 erfolgt außerdem gemäß Maßnahme d).

Dem Beispiel der Figur 3 entsprechend werden die Maßnahmen a) bis d) des Verfahrens 2 zeitlich in der Reihenfolge a) – b) – c) – d) vorgenommen. Maßnahme d) wird also beispielsweise zeitlich nach den Maßnahmen b) und c) durchgeführt. Alternativ kann die Maßnahme d) des Verfahrens 20 zeitlich vor den Maßnahmen b) und c) oder zeitlich zwischen den Maßnahmen b) und c) durchgeführt werden. Die wenigstens eine Öffnung 6 wird in Maßnahme d) mechanisch erzeugt. Ein solches mechanisches Erzeugen der Öffnung 6 kann spanend, stanzend oder quetschend – oder eine Kombination daraus – erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann das Erzeugen der wenigstens einen Öffnung 6 gemäß Maßnahme d) thermisch, beispielsweise mittels eines Lasers, erfolgen.

In den Figuren 7 bis 10 sind jeweils quer zur Erstreckungsrichtung E geschnitten verschiedene weitere Beispiele des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 1 ge-

zeigt. Demnach kann der Wärmeübertrager 1 ein Schutzgitter 24 umfassen, welches Gitterstäbe 24a aufweist. Dieses Schutzgitter 24 kann zum Schutz des bzw. der Rohrkörper 2 vor Steinschlag dienen. Jeweils einer der Gitterstäbe 24a kann zusammen mit einem der Rohrkörper 2 den Wasserkanal 5 begrenzen. Der Wasserkanal 5 kann also quer zur Erstreckungsrichtung E und zur Querrichtung Q betrachtet zwischen dem jeweiligen Rohrkörper 2 und dem jeweiligen Gitterstab 24a angeordnet sein.

Gemäß den Figuren 7 bis 10 kann sich der jeweilige Gitterstab 24a entlang der Erstreckungsrichtung E erstrecken. Dabei kann am jeweiligen Gitterstab 24a dem Rohrkörper 2 zugewandt eine Stabvertiefung 25 vorhanden sein, die sich entlang der Erstreckungsrichtung E erstreckt. Es ist ferner erkennbar, dass bezüglich der Querrichtung Q beidseits des Rohrkörpers 2 eine Rippe 23 vorhanden sein kann, die als Strömungs-Leitelement fungieren kann. Dabei können beidseits des Rohrkörpers 2 mehrere solche Rippen 23 entlang der Erstreckungsrichtung E im Abstand zueinander angeordnet sein.

Die Figur 7 lässt erkennen, dass die Rohrkörper 2 und die Rippen 23 quer zur Querrichtung Q und quer zur Erstreckungsrichtung E bündig miteinander abschließen können. Dabei kann der jeweilige Gitterstab 24a des Schutzgitters 24 quer zur Erstreckungsrichtung E und quer zur Querrichtung Q im Abstand zu dem jeweiligen Rohrkörper 2 und den Rippen 23 angeordnet sein.

Demgegenüber ist der Figur 8 zu entnehmen, dass die Trennwandung 22 des Rohrkörpers 2 mit den Rippen 23 quer zur Querrichtung Q und quer zur Erstreckungsrichtung E betrachtet nicht bündig abschließen kann. Vielmehr kann die Trennwandung 22 quer zur Querrichtung Q und quer zur Erstreckungsrichtung E zurückversetzt sein. Dabei kann der jeweilige Gitterstab 24a des Schutzgitters 24 quer zur Querrichtung Q und quer zur Erstreckungsrichtung E an den Rippen 23 anliegen.

Dem Beispiel der Figur 9 entsprechend kann die Trennwandung 22 des Rohrkörpers 2 wie auch beim Beispiel der Figur 8 quer zur Querrichtung Q und quer zur Erstreckungsrichtung E gegenüber den Rippen 23 nach innen zurückversetzt sein. Dabei kann gemäß Figur 9 der jeweilige Gitterstab 24a des Schutzgitters 24 entlang der Querrichtung Q betrachtet zwischen den Rippen 23 angeordnet sein.

Dem Beispiel der Figur 10 ist außerdem zu entnehmen, dass der jeweilige Gitterstab 24a des Schutzgitters 24 quer zur Querrichtung Q und quer zur Erstreckungsrichtung E außen an den Rippen 23 anliegen kann.

Figur 11a zeigt in einer Schnittdarstellung eine weitere Variante, insbesondere des Beispiels der Figur 1, bei welcher der Rohrkörper 2 mit Wasserkanal 5 zum Durchströmen mit Wasser W– dieser Rohrkörper 2 ist in Figur 11 zusätzlich mit dem Bezugszeichen 27 bezeichnet - mittels einer stoffschlüssigen Verbindung 26 – beispielsweise mittels einer Klebverbindung oder Lötverbindung oder Schweißverbindung - mit dem Rohrkörper 2 verbunden ist, der im Beispielszenario zwei Fluidkanäle 4 zum Durchströmen mit dem Fluid F begrenzt. Dies erlaubt es, den Rohrkörper 27 bzw. den Wasserkanal 5 separat herzustellen und erst nach der Herstellung am Rohrkörper 2 bzw. an den Fluidkanälen 4 zu befestigen.

Figur 11b ist eine Draufsicht auf die Variante der Figur 11a. Man erkennt, dass bei der Variante der Figuren 11a, 11b sowohl für die beiden Fluidkanäle 4 als auch für den Wasserkanal 5 – gegensätzlich zum Beispiel der Figur 1 - zwei separate, jeweils gehäuseartig ausgebildete Kästen 10 umfasst. Einer der beiden Kästen 10, der als Fluidsammler 29 für das durch die beiden Fluidkanäle 4 strömende Fluid F fungiert, begrenzt innenseitig den Fluidraum 11. Der andere der beiden Kästen 10 begrenzt als Wassersammler 28 den Wasserraum 12. Somit können für beide

Kästen 10, insbesondere für den als Fluidsammler 29 fungierenden Kasten 10, individuelle technische Ausgestaltungsformen verwendet werden. Am Wassersammler 28 kann ein Schutzgitter 24 vorgesehen sein.

*****

Ansprüche

1. Wärmeübertrager (1), insbesondere für eine Brennstoffzellen-Anordnung,
- mit wenigstens zwei, vorzugsweise mehreren, im Abstand zueinander angeordneten Rohrkörpern (2), die jeweils innenseitig von einem Fluid (F) durchströmbar und außenseitig mit Luft (L) umströmbar ausgebildet sind,
- wobei in oder an wenigstens einem Rohrkörper (2; 27) ein Wasserkanal (5) ausgebildet ist, welcher - fluidisch getrennt vom Fluid (F) - von Wasser (W) durchströmbar ist,
- wobei in dem wenigstens einen Rohrkörper (2) wenigstens eine Öffnung (6) ausgebildet ist, über welche der Wasserkanal (5) fluidisch mit der äußeren Umgebung dieses Rohrkörpers (2) kommuniziert,
- wobei die wenigstens eine Öffnung (6) so in dem Rohrkörper (2) angeordnet ist, dass wenigstens einer der Rohrkörper (2) mit durch den Wasserkanal (5) geführtem und durch die Öffnung (6) hindurch aus dem Wasserkanal (5) austretendem Wasser (W) benetzbar, insbesondere berieselbar, ist.

2. Wärmeübertrager (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der wenigstens eine Rohrkörper (2) eine Umfangswandung (21) umfasst, mittels welcher ein von dem Fluid (F) durchströmbarer Fluidkanal (4) fluidisch von der äußeren Umgebung des Rohrkörpers (2) getrennt ist,
- der wenigstens eine Rohrkörper (2) zur Ausbildung des Wasserkanals (5) eine Trennwandung (22) umfasst, welche den Wasserkanal (5) fluidisch vom Fluidkanal (4) trennt, wobei vorzugsweise die Umfangswandung (21) und die Trennwandung (22) integral aneinander ausgeformt sind.

3. Wärmeübertrager (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
- die Rohrkörper (2) sich entlang einer Erstreckungsrichtung (E) erstrecken und entlang einer quer zur Erstreckungsrichtung (E) verlaufenden Querrichtung (Q) im Abstand zueinander angeordnet sind,
- bevorzugt die Querrichtung (Q) im Wesentlichen einer Schwerkraftrichtung (G) in einer Betriebsposition des Wärmeübertragers (1) entspricht, sodass eine Außenseite (3) eines in Querrichtung (Q) zum Rohrkörper (2) mit Wasserkanal (5) benachbarten Rohrkörpers (2) über die Öffnung (6) mit Wasser (W) aus dem Wasserkanal (5) infolge einer Schwerkraftwirkung benetzbar, insbesondere berieselbar, ist.

4. Wärmeübertrager (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
- in mehreren, bevorzugt in allen, der Rohrkörper (2) jeweils ein Wasserkanal (5) mit zugehöriger Öffnung (6) des jeweiligen Rohrkörpers (2) ausgebildet ist; und/oder dass
- die wenigstens eine Öffnung (6) in der Umfangswandung (21) ausgebildet ist.

5. Wärmeübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wasserkanal (5) über die Öffnung (6) des den Wasserkanal (5) aufweisenden Rohrkörpers (2) quer zur Erstreckungsrichtung (E) und entlang der Querrichtung (Q) fluidisch geöffnet ist.

6. Wärmeübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass

die wenigstens eine Öffnung (6) sich entlang der Erstreckungsrichtung (E) des betreffenden Rohrkörpers (2) über eine Gesamtlänge des betreffenden Rohrkörpers (2) unterbrechungsfrei erstreckend ausgebildet ist, sodass der Wasserkanal (5) in der Art einer offenen Rinne (7) des betreffenden Rohrkörpers (2) ausgebildet ist.

7. Wärmeübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- der den Wasserkanal (5) aufweisende Rohrkörper (2) mehrere quer zur Erstreckungsrichtung (E) geöffnete Öffnungen (6) aufweist,
- wobei die mehreren Öffnungen (6) des betreffenden Rohrkörpers (2), bevorzugt bezüglich der Erstreckungsrichtung (E) und/oder der Querrichtung (Q), besonders bevorzugt regelmäßig oder unregelmäßig verteilt, im Abstand zueinander angeordnet sind.

8. Wärmeübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens einer der Rohrkörper (2) innenseitig entlang der Erstreckungsrichtung (E) verlaufend zumindest eine Fluidkanal-Trennwand (8) umfasst, die den Fluidkanal (4) in fluidisch voneinander getrennte Teil-Fluidkanäle (9) unterteilt, die vorzugsweise in dem Wärmeübertrager (1) fluidisch parallel geschaltet angeordnet sind.

9. Wärmeübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- der Wärmeübertrager (1) einen Kasten (10) umfasst, der innenseitig einen Fluidraum (11) und einen Wasserraum (12) begrenzt, welche in einem Kasteninnenraum (13) des Kastens (11) mittels einer Kasten-Trennwand (14) des Kastens (10) fluidisch voneinander getrennt sind,

- wobei der Wasserraum (12) und der Fluidraum (11) mittels eines Rohrbodens (15) abgedeckt sind, welcher Durchbrüche (16) zum Aufnehmen jeweils eines Rohrkörpers (2) aufweist,
- wobei die Rohrkörper (2) entlang der Erstreckungsrichtung (E) einen Ends jeweils in einem der dafür vorgesehenen Durchbrüche (16) des Rohrbodens (15) so aufgenommen sind, dass der Wasserkanal (5) mit dem Wasserraum (12) und der Fluidkanal (4) mit dem Fluidraum (11) fluidisch kommunizierend verbunden sind.

10. Wärmeübertrager (1) nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass
- der den Wasserkanal (5) aufweisende Rohrkörper (2) an einer quer zu seiner Erstreckungsrichtung (E) verlaufenden Stirnseite (17) des Rohrkörpers (2) zwischen dem Wasser- und dem Fluidkanal (5, 4) eine entlang der Erstreckungsrichtung (E) vertiefte Ausnehmung (18) aufweist, welche zwischen zwei je in einem Bereich des Wasserkanals (5) und in einem Bereich des Fluidkanals (4) an der Stirnseite (17) des Rohrkörpers (2) ausgeformten Fortsätzen (19) angeordnet ist,
- wobei der Rohrboden (15) einen ersten Durchbruch (16, 16a) aufweist, über welchen der Wasserraum (12) fluidisch nach außen geöffnet ist,
- wobei der Rohrboden (15) einen zweiten Durchbruch (16, 16b) aufweist, über welchen der Fluidraum (11) fluidisch nach außen geöffnet ist,
- wobei der im Bereich des Wasserkanals (5) an der Stirnseite (17) des Rohrkörpers (2) ausgeformte Fortsatz (19) in dem ersten Durchbruch (16, 16a) des Rohrbodens (15) und der im Bereich des Fluidkanals (4) an der Stirnseite (17) des Rohrkörpers (2) ausgeformte Fortsatz (19) in dem zweiten Durchbruch (16, 16b) aufgenommen ist, sodass der Wasserkanal (5) mit dem Wasserraum (12) und der Fluidkanal (4) mit dem Fluidraum (11) fluidisch kommunizierend verbunden ist.

11. Wärmeübertrager (1) nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass
wenigstens einer, vorzugsweise jeder, der Durchbrüche (16, 16a, 16b) des Rohrbodens (15) von einem integral am Rohrboden (15) ausgeformten Durchzugskragen eingefasst ist, der bevorzugt dem Kasteninnenraum (13) zugewandt von dem Rohrboden (15) absteht.

12. Wärmeübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wärmeübertrager (1) ein Schutzgitter (24) mit Gitterstäben (24a) zum Schutz des bzw. der Rohrkörper (2) vor Steinschlag aufweist.

13. Wärmeübertrager (1) nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wasserkanal (5) zwischen dem wenigstens einen Rohrkörper (2) und dem Schutzgitter (24) angeordnet ist.

14. Wärmeübertrager (1) nach Anspruch 12 oder 13,
dadurch gekennzeichnet, dass
- das Schutzgitter (24), insbesondere wenigstens ein Gitterstab (24a) des Schutzgitters (24), den Wasserkanal (5) teilweise begrenzt;
- vorzugsweise der vom Schutzgitter (24) teilweise begrenzte Wasserkanal (5) offen ausgebildet ist.

15.Wärmeübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der wenigstens eine Rohrkörper (2, 27) mit Wasserkanal (5) mittels einer stoffschlüssigen Verbindung (26) mit dem wenigstens einen anderen Rohrkörper (2), der von dem Fluid (F) durchströmbar ist, verbunden ist.

16. Wärmeübertrager (1) nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass
der wenigstens eine Rohrkörper (2, 27) mit dem Wasserkanal (5) aus dem Wasserkanal (5) besteht.

17. Wärmeübertrager (1) nach Anspruch 15 oder 16,
dadurch gekennzeichnet, dass
der wenigstens eine Rohrkörper (2, 27) mit dem Wasserkanal (5) mit einem Wassersammler (28) verbunden ist, der separat zu einem Fluidsammler (29) ausgebildet ist, welcher mit dem wenigstens einen von dem Fluid (F) durchströmbaren Rohrkörper (2) verbunden ist.

18. Brennstoffzellen-Anordnung, insbesondere für ein Kraftfahrzeug,
- mit einer Brennstoffzelle, die im Betrieb als Produkt kalter Verbrennung Abwasser (WA) abgibt,
- mit einem Wärmeübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dessen Wasserkanal (5) mit dem von der Brennstoffzelle abgegebenen Abwasser (WA) versorgbar oder versorgt ist.

19. Verfahren (20) zum Herstellen eines Wärmeübertragers (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 17, insbesondere für eine Brennstoffzellen-Anordnung nach Anspruch 18,
umfassend folgende Maßnahmen:
a) Bereitstellen von Rohrkörpern (2), wobei die Rohrkörper (2) innenseitig von einem Fluid (F) durchströmbar und außenseitig mit Luft (L) umströmbar ausgebildet sind und wobei in wenigstens einem der Rohrkörper (2) ein Wasserkanal (5) ausgebildet ist, welcher - fluidisch getrennt vom Fluid (F) - von Wasser (W), insbesondere Abwasser (WA) einer Brennstoffzelle, durchströmbar ist;

b) Anordnen der Rohrkörper (2) an einem Rohrboden (15), sodass die Rohrkörper (2) in dafür vorgesehenen Durchbrüchen (16) des Rohrbodens (15) aufgenommen werden;
c) Stoffschlüssiges Fügen, insbesondere Verlöten oder Verkleben, der Rohrkörper (2) mit dem Rohrboden (15), sodass zwischen den Rohrkörpern (2) und einem den jeweiligen Rohrkörper (2) aufnehmenden Durchbruch (16) des Rohrbodens (15) eine fluiddichte Fuge erzeugt wird;
d) Erzeugen wenigstens einer Öffnung (6) des wenigstens einen den Wasserkanal (5) aufweisenden Rohrkörpers (2).

20. Verfahren (20) nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, dass
- Maßnahme d) zeitlich vor den Maßnahmen b) und c) durchgeführt wird; oder dass
- Maßnahme d) zeitlich zwischen Maßnahme b) und Maßnahme c) durchgeführt wird; oder dass
- Maßnahme d) zeitlich nach den Maßnahmen b) und c) durchgeführt wird.

21. Verfahren (20) nach Anspruch 19 oder 20,
dadurch gekennzeichnet, dass
- in Maßnahme d) die wenigstens eine Öffnung (6) mechanisch, insbesondere spanend und/oder stanzend und/oder quetschend, erzeugt wird; und/oder dass
- in Maßnahme d) die wenigstens eine Öffnung (6) thermisch, insbesondere mittels eines Lasers, erzeugt wird.

*****

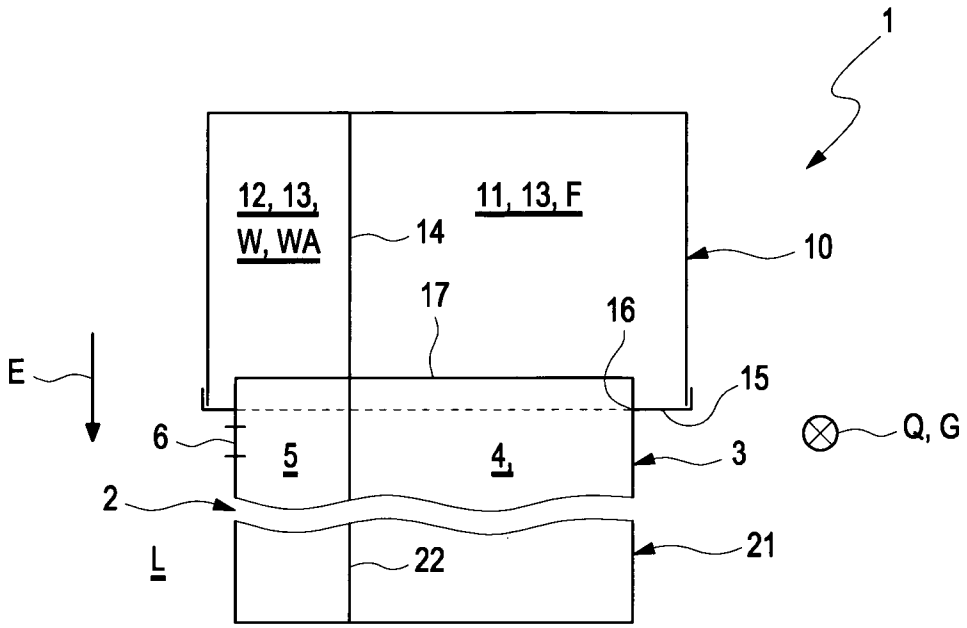

Fig. 1

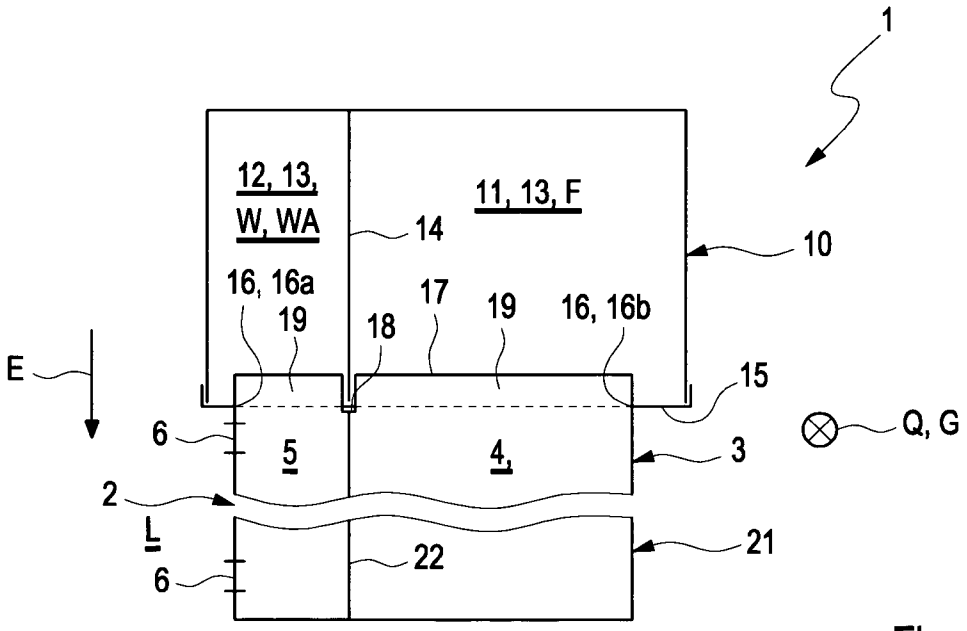

Fig. 2

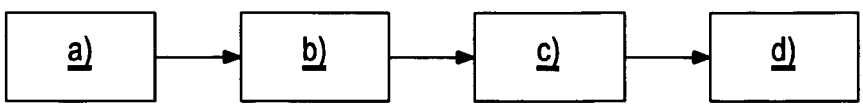

Fig. 3

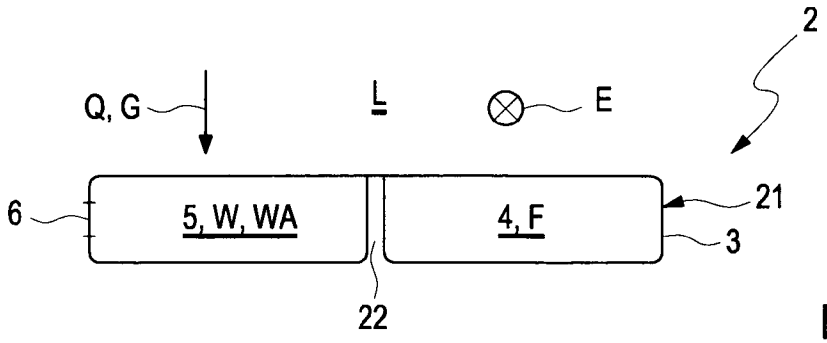

Fig. 4 a

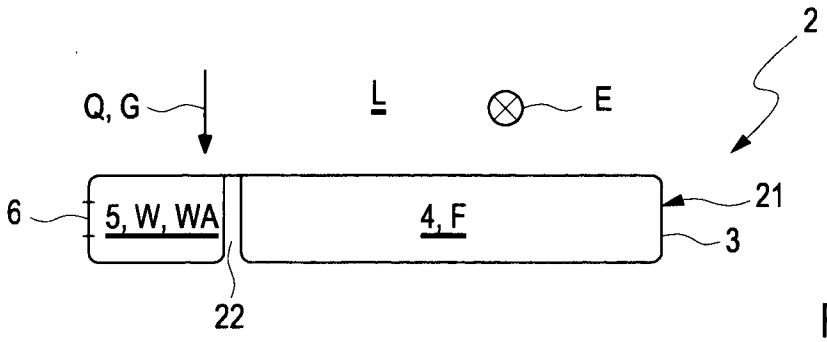

Fig. 4 b

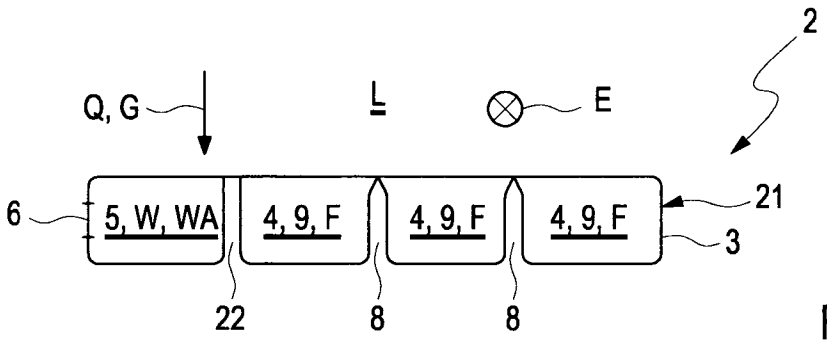

Fig. 4 c

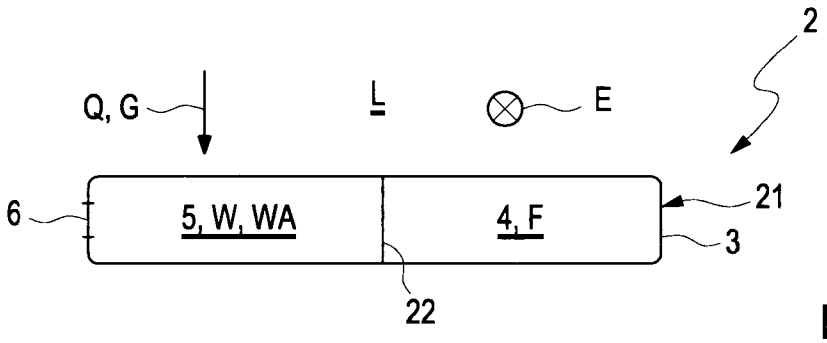

Fig. 5 a

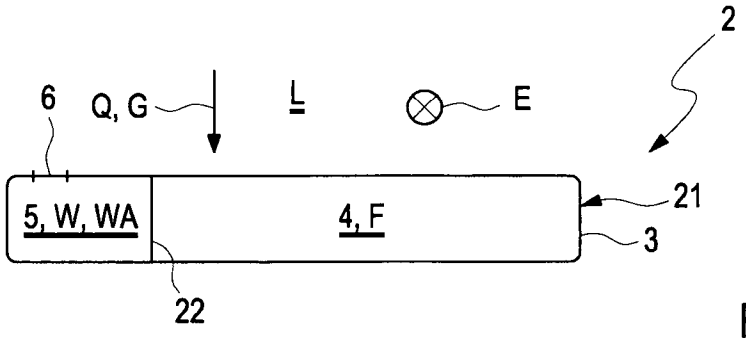

Fig. 5 b

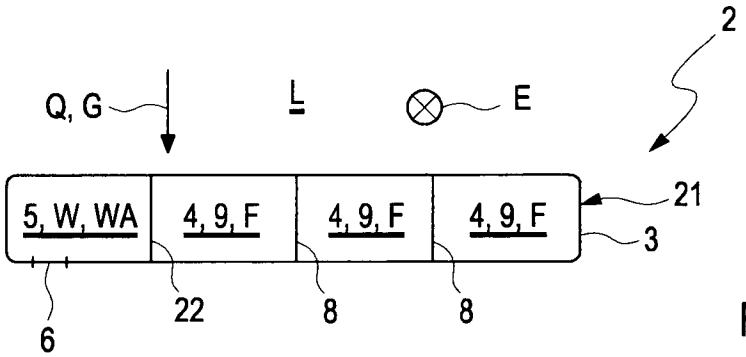

Fig. 5 c

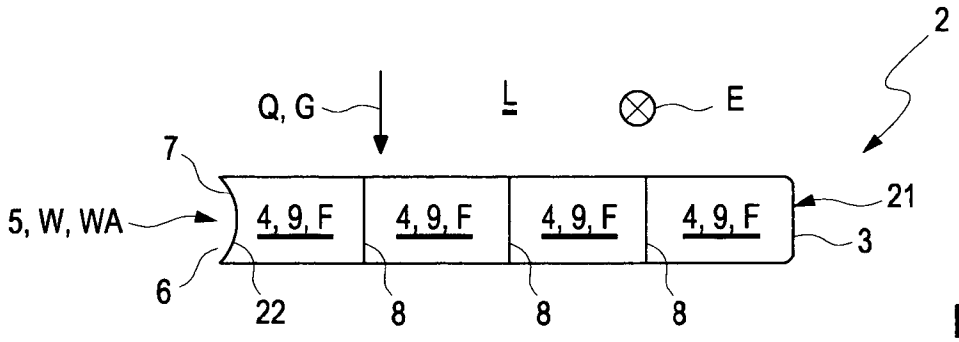

Fig. 6 a

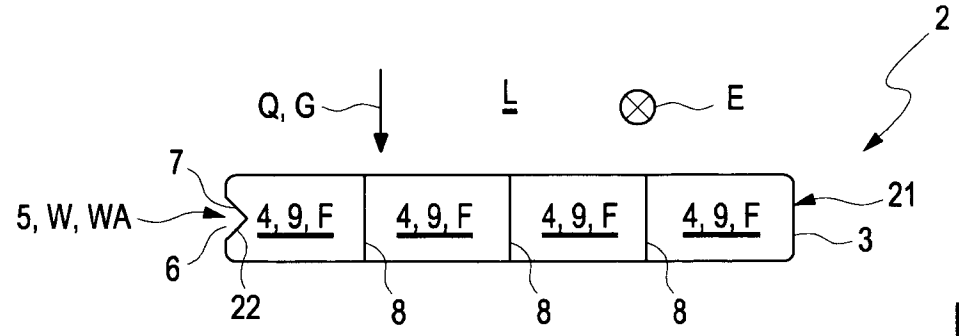

Fig. 6 b

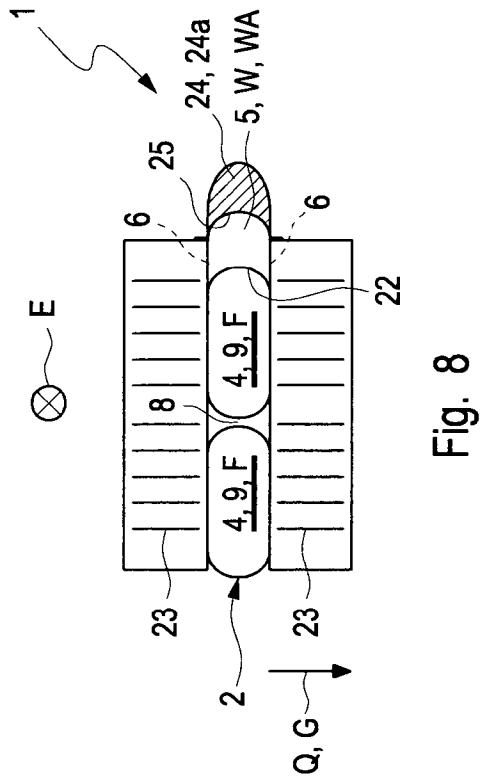

Fig. 8

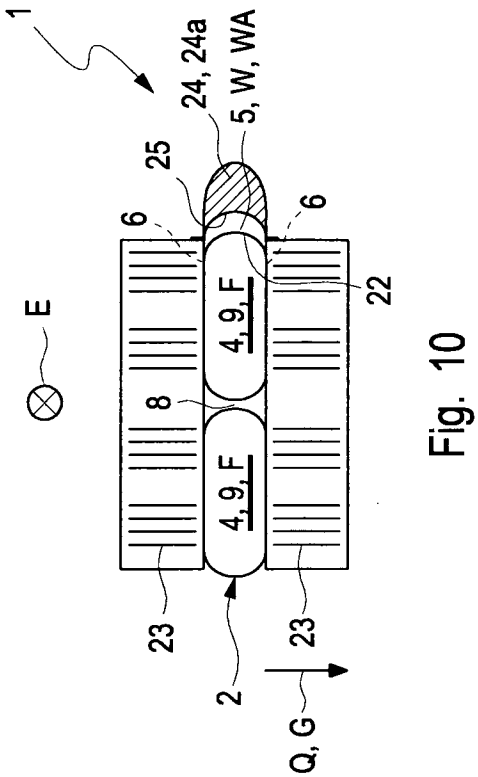

Fig. 10

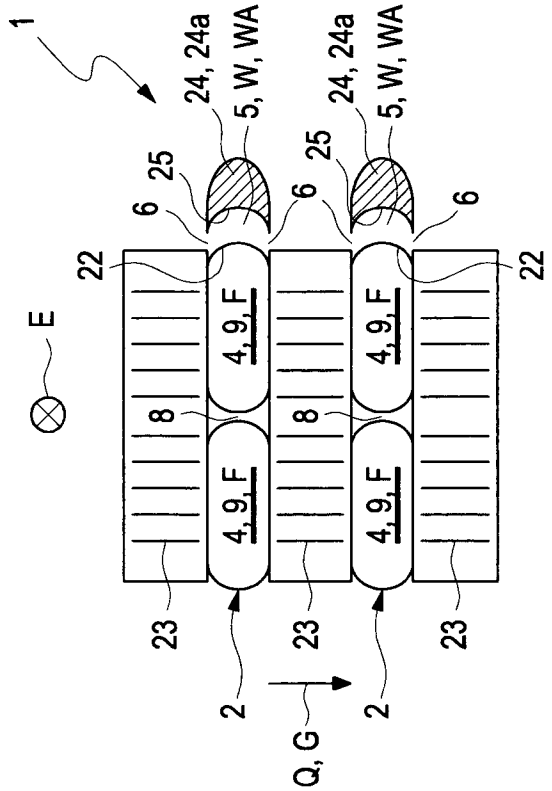

Fig. 7

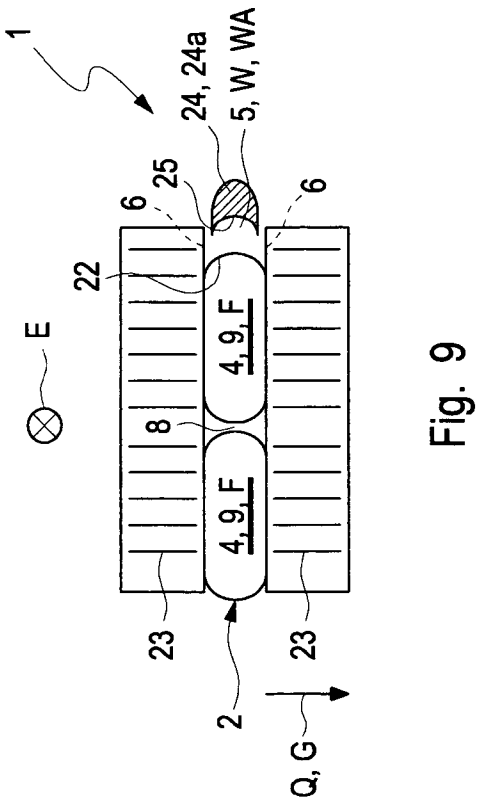

Fig. 9

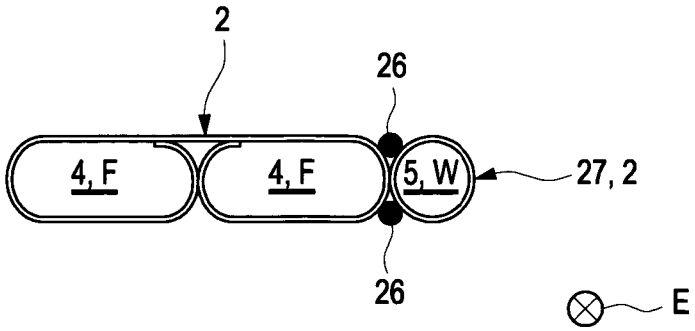

Fig. 11 a

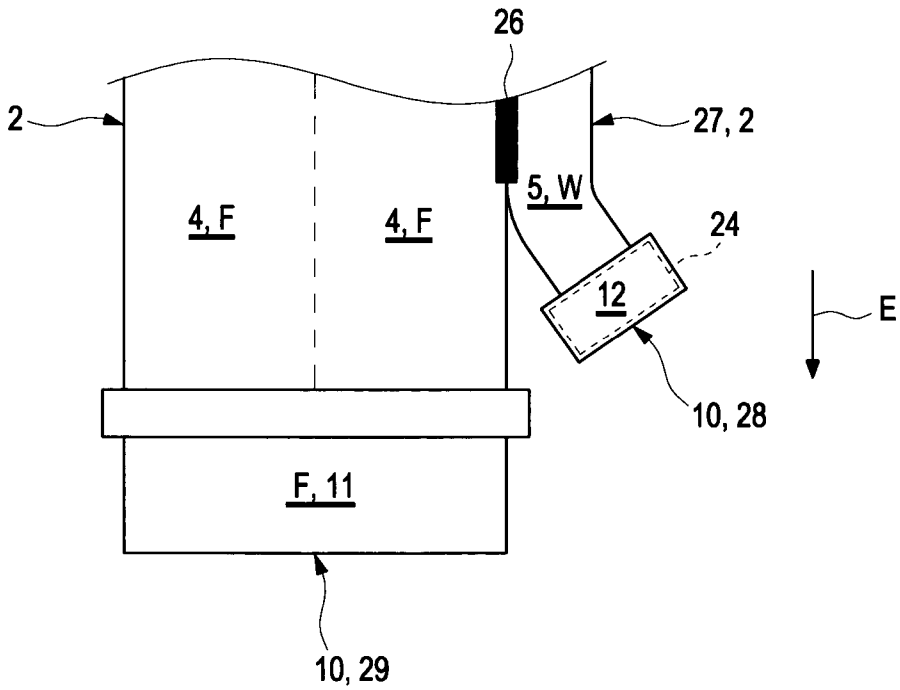

Fig. 11 b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2021/069439

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F28D 3/02(2006.01)i; ***F28D 3/04***(2006.01)i; ***F28D 5/02***(2006.01)i; ***F28D 21/00***(2006.01)i; ***F28F 1/02***(2006.01)i; ***F28F 9/02***(2006.01)i; ***F28F 19/00***(2006.01)i; ***H01M 8/04007***(2016.01)i; ***F28D 1/04***(2006.01)i; ***F28D 1/053***(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28D; F28F

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.
A	US 4274266 A (SHIRES DONALD) 23 June 1981 (1981-06-23) the whole document	1-21
A	WO 9841798 A1 (HITACHI LTD [JP]; FUJII TATSUO [JP] ET AL.) 24 September 1998 (1998-09-24) the whole document	1-21
A	US 5419147 A (COOPER WILLIAM G [US]) 30 May 1995 (1995-05-30) the whole document	1-21
A	GB 2577431 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 25 March 2020 (2020-03-25) abstract; figures 12-14	1-21
A	JP S5756297 U (N.N.) 02 April 1982 (1982-04-02) figure 1	1-21

☐ 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	Date of mailing of the international search report
06 October 2021	**14 October 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 **Bloch, Gregor** Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2021/069439

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	4274266	A	23 June 1981	NONE			
WO	9841798	A1	24 September 1998	JP	3269634	B2	25 March 2002
				US	6253571	B1	03 July 2001
				WO	9841798	A1	24 September 1998
US	5419147	A	30 May 1995	NONE			
GB	2577431	A	25 March 2020	GB	2577431	A	25 March 2020
				JP	6824410	B2	03 February 2021
				JP	WO2019012619	A1	06 February 2020
				WO	2019012619	A1	17 January 2019
JP	S5756297	U	02 April 1982	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/069439

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F28D3/02 F28D3/04 F28D5/02 F28D21/00 F28F1/02
F28F9/02 F28F19/00 H01M8/04007 F28D1/04 F28D1/053
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F28D F28F

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.
A	US 4 274 266 A (SHIRES DONALD) 23. Juni 1981 (1981-06-23) das ganze Dokument -----	1-21
A	WO 98/41798 A1 (HITACHI LTD [JP]; FUJII TATSUO [JP] ET AL.) 24. September 1998 (1998-09-24) das ganze Dokument -----	1-21
A	US 5 419 147 A (COOPER WILLIAM G [US]) 30. Mai 1995 (1995-05-30) das ganze Dokument -----	1-21
A	GB 2 577 431 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 25. März 2020 (2020-03-25) Zusammenfassung; Abbildungen 12-14 ----- -/--	1-21

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
6. Oktober 2021	14/10/2021

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Bloch, Gregor

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/069439

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP S57 56297 U (N.N.) 2. April 1982 (1982-04-02) Abbildung 1 -----	1-21

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/069439

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4274266 A	23-06-1981	KEINE	
WO 9841798 A1	24-09-1998	JP 3269634 B2	25-03-2002
		US 6253571 B1	03-07-2001
		WO 9841798 A1	24-09-1998
US 5419147 A	30-05-1995	KEINE	
GB 2577431 A	25-03-2020	GB 2577431 A	25-03-2020
		JP 6824410 B2	03-02-2021
		JP WO2019012619 A1	06-02-2020
		WO 2019012619 A1	17-01-2019
JP S5756297 U	02-04-1982	KEINE	