

(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
22. Dezember 2022 (22.12.2022)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/263180 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F28D 1/03 (2006.01) H01M 8/04007 (2016.01)
H01M 8/04029 (2016.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/064950

(22) Internationales Anmeldedatum:
01. Juni 2022 (01.06.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2021 206 021.8
14. Juni 2021 (14.06.2021) DE

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

(72) Erfinder: BRÜMMER, Richard; Dachsweg 6, 70499 Stuttgart (DE). VON LÜTZAU, Frank; Am Hasenbrunnen 16, 71364 Winnenden (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, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV,

(54) Title: HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung: WÄRMEÜBERTRAGER

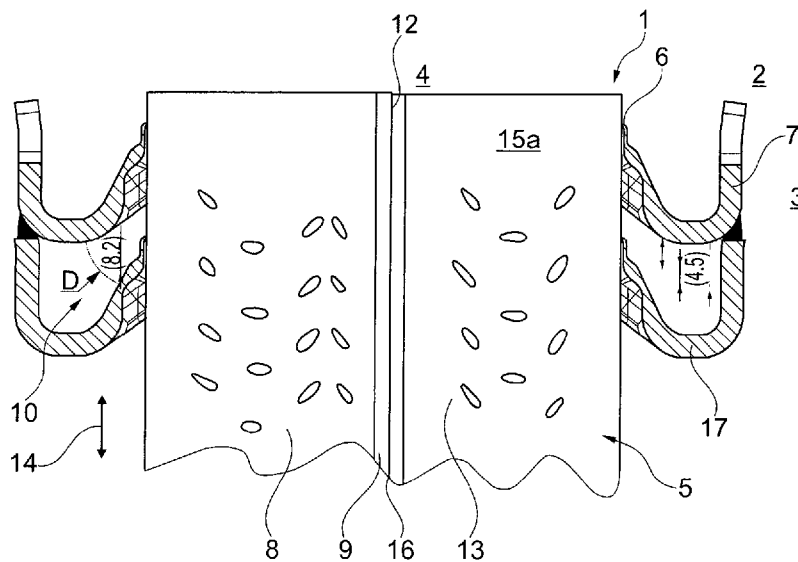


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a heat exchanger (1) for a fuel cell system (2) with an upper header tank (4) and a lower header tank, between which are arranged upright tubes (5) which are accommodated tightly at their upper end in associated openings (6) in a first tube plate (7). In order to achieve improved cooling, at least one duct (9) for distributing water is provided on an outer lateral surface (8) of at least one tube (5), and, below the first tube plate (7), there is a distributor (10) which is fluidically connected to the at least one duct (9) of the at least one tube (5).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager (1) für ein Brennstoffzellensystem (2) mit einem oberen Sammelkasten (4) und einem unteren Sammelkasten, zwischen denen stehende Rohre (5) angeordnet sind, die an ihrem oberen Ende dicht in zugehörigen Öffnungen (6) eines ersten Rohrbodens (7) aufgenommen sind. Um eine verbesserte Kühlung zu erreichen, ist an einer Außenmantelfläche (8) zumindest eines Rohres (5) zumindest ein Kanal (9) zur Wasserverteilung vorgesehen, und es ist unterhalb des



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)

ersten Rohrbodens (7) ein Verteiler (10) vorgesehen ist, der fluidisch mit dem zumindest einen Kanal (9) des zumindest einen Rohres (5) verbunden.

Wärmeübertrager

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmeübertrager für ein Brennstoffzellensystem mit einem oberen Sammelkasten und einem unteren Sammelkasten, gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung betrifft außerdem ein Brennstoffzellensystem mit zumindest einer Brennstoffzelle und einem solchen, diese Brennstoffzelle temperierenden Wärmeübertrager. Die Erfindung betrifft außerdem ein Kraftfahrzeug mit einem derartigen Brennstoffzellensystem.

Verglichen mit einer herkömmlichen Motorkühlung einer Brennkraftmaschine hat eine Kühlung einer Brennstoffzelle deutlich mehr zu leisten. Bei niedrigeren Prozesstemperaturen müssen dabei deutlich höhere Energiemengen über ein Kühlmittel abgeführt werden, da es auch bei einem nur geringfügigen Überschreiten einer zulässigen Maximaltemperatur zu Schäden kommen kann. Generell gilt dabei, dass bei einer im Wesentlichen gleichen Fahrleistung in einem mit einer Brennstoffzelle betriebenen Kraftfahrzeug mit bis zu der doppelten Energiemenge als Abwärme gerechnet und über einen Kühlmittelkühler abgeführt werden muss. Verbunden mit einer im einem Brennstoffzellensystem erforderlichen, um ca. 10 bis 15 °C niedrigeren Kühlmitteltemperatur, sind entsprechende Leistungssteigerungen nur über vergrößerte Kühlmittelkühler beziehungsweise generell nur über vergrößerte Wärmeübertrager nicht darstellbar. Eine Steigerung einer Kühlleistung über einen höheren Kühlluftstrom erfordert wiederum überproportional mehr Antriebsleistung in einem Lüfter, wobei aufgrund einer fehlenden mechanischen Kopplung mit einer Kurbelwelle bei einem Brennstoffzellenfahrzeug ein Elektromotor zum Einsatz kommen muss, der für den höheren Kühlluftstrom wiederum deutlich mehr elektrische Energie verbraucht, was sich negativ auf eine zur Verfügung stehende Fahrzeugreichweite auswirkt. In beiden Fällen gilt zudem, dass Fakto-

ren, wie ein begrenzter Bauraum, ein begrenztes Gewicht, ein vorgegebenes Design sowie auch die Herstellungskosten vergrößerten oder leistungstärkeren Wärmeübertrager enge Grenzen setzen.

Um beispielsweise bei aus dem Stand der Technik bekannten Wärmeübertragern eine erhöhte Kühlleistung zu erzielen, ist es deshalb bekannt, eine direkte Kühlung des Wärmeübertragers durch Beaufschlagung mit Berieselungswasser und Erzeugen eines Verdunstungseffektes einzusetzen.

Aus der DE 10 2008 051 368 A1 ist ein Kühlsystem zur Übertragung eines Wärmestroms von einer Wärmequelle an eine durch einen Luftstrom gebildete Wärmesenke mit einem geschlossenen Kühlmittelkreislauf bekannt, wobei der geschlossene Kühlmittelkreislauf einen mit der Wärmequelle in wärmeübertragender Verbindung stehenden, Wärme in den Kühlmittelkreislauf eintragenden ersten Wärmetauscher und einen mit der Wärmesenke in wärmeübertragender Verbindung stehenden, Wärme aus dem Kühlmittelkreislauf ausschleusenden, zweiten Wärmeübertrager umfasst sowie zusätzlich eine Adiabatik- bzw. Verdunstungsstufe mit mindestens einem Verdunstungswasser in den die Wärmesenke bildenden Luftstrom eintragenden Luftbefeuchter.

Aus der DE 196 37 926 A1 ist eine Kühleinrichtung für einen Ladeluftkühler mit einem Flüssigkeitsbehälter zum Aufbewahren einer Kühlflüssigkeit und einer in Nachbarschaft der Kühleinrichtung angeordneten Sprüheinrichtung bekannt, die eine Pumpe mit einer Pumpenleitung zum Transportieren der Kühlflüssigkeit zur Sprüheinrichtung aufweist. Über ein Rohr und Düsen wird dabei bei Bedarf Wasser auf eine in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeugs vordere Oberfläche eines Ladeluftkühlers gesprüht. Die Sprüheinrichtung erfordert dabei jedoch eine vergleichsweise aufwendige und mehrteilige Befestigung.

Aus der DE 23 58 631 A1 ist eine ähnliche Sprüheinrichtung bekannt, mittels welcher ein in eine Kühleinrichtung durchströmender Luftstrom mit Berieselungswasser beaufschlagt werden kann. Auch hier sind eine Pumpe, ein Vorratsbehälter und Düsen vorgesehen, die ein fein verteiltes Einspritzen des Berieselungswassers in den Luftstrom ermöglichen sollen. Die Fixierung der Düsen ist jedoch ebenfalls aufwendig gestaltet.

Aus der DE 11 2007 001 422 B4 ist ein Kühler mit einem thermischen Übertragungsbauteil mit einer mit einem Kühlfluid zu besprühenden Hauptfläche bekannt, wobei das thermische Übertragungsbauteil folgende Komponenten umfasst: Einen ersten Kanal, der auf der Hauptfläche ausgebildet ist, einen zweiten Kanal, der den ersten Kanal schneidet, wobei der zweite Kanal auf der Hauptfläche ausgebildet ist und wobei der erste Kanal derart ausgebildet ist, dass er sich von einer Endfläche des thermischen Übertragungsbauteils zu einer anderen Endfläche erstreckt. Hierdurch kann zwar eine erhöhte Kühlleistung geschaffen werden, jedoch ebenfalls wiederum nur mit vergleichsweise hohem Konstruktionsaufwand und zusätzlichem Bauraumbedarf.

Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich daher mit dem Problem, für einen Wärmeübertrager der gattungsgemäßen Art eine verbesserte, zumindest eine alternative Ausführungsform anzugeben, die insbesondere die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile überwindet.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die vorliegende Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, eine Kühlleistung eines Wärmeübertragers deutlich zu steigern und diesen zugleich bauraum-

optimiert und kostengünstig auszubilden, indem sowohl ein Verteiler für Berieselungswasser als auch entsprechende auf einer Außenmantelfläche eines Rohres des Wärmeübertragers eingebrachte Kanäle vorgesehen werden. Der erfindungsgemäße Wärmeübertrager für ein Brennstoffzellensystem besitzt dabei einen oberen Sammelkasten sowie einen unteren Sammelkasten sowie dazwischen stehend angeordnete Rohre, insbesondere Flachrohre, die an ihrem oberen Ende dicht in zugehörigen Öffnungen, insbesondere Durchzügen, eines ersten Rohrbodens aufgenommen sind. An einer Außenmantelfläche zumindest eines dieser Rohre ist dabei zumindest ein Kanal zu Wasserverteilung beziehungsweise Wasserbenetzung der Außenmantelfläche mit Berieselungswasser vorgesehen, wobei im Bereich des ersten Rohrbodens, insbesondere unterhalb desselben, ein Verteiler vorgesehen ist, der fluidisch mit dem zumindest einen Kanal des zumindest einen Rohres verbunden ist, wodurch Berieselungswasser aus dem Verteiler zu den einzelnen Kanälen an den Außenmantelflächen der Rohre geleitet und diese dadurch im Betrieb des Wärmeübertragers mit Berieselungswasser beaufschlagt werden können, wodurch ein Verdunstungseffekt und damit eine verbesserte Kühlleistung bei ansonsten gleich großem Kühler und gleich großem Kühlluftstrom erreicht werden kann. Die zum Verdampfen des Berieselungswassers benötigte Verdampfungsenthalpie wird dabei als Wärmeenergie der unmittelbaren Umgebung entnommen, die dadurch abkühlt. Die durch den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager gewonnene Leistungssteigerung erfolgt dabei ohne Erhöhung einer Stirnfläche beziehungsweise generell einer Wärmeübertragungsfläche oder eines Luftmassenstroms, wodurch weder der Bauraumbedarf noch die Lüfterleistung wesentlich erhöht werden. Mit dem zumindest einen Kanal auf der zumindest einen Außenmantelfläche des zumindest einen Rohres kann eine vorzugsweise gleichmäßige Verteilung des Berieselungswassers über die Außenmantelfläche des Rohres erreicht werden, wodurch eine großflächige Verdunstung des Berieselungswassers und damit auch eine deutliche Leistungssteigerung des Wärmeübertragers erreicht werden können.

Zweckmäßig sind die Rohre als Flachrohre ausgebildet, wobei der zumindest einen Kanal als Rinne oder als Sicke ausgebildet ist. Eine derartige Rinne beziehungsweise Sicke kann beispielsweise eine Falznut sein, sofern das Flachrohr beispielsweise als gefalztes Flachrohr ausgebildet ist. Hierdurch ist es möglich, den ohnehin an dem Falzrohr vorhandenen Falz als Kanal zur Verteilung des Berieselungswassers auf der Außenmantelfläche des Flachrohrs zu nutzen, wodurch in diesem Fall rein theoretisch sogar bislang aus dem Stand der Technik bekannte gefaltete Flachrohre zu Realisierung des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers verwendet werden können.

Weiterhin können die Rohre auch als Schweißrohr ausgebildet sein. Hierdurch ist es möglich, die an dem Schweißrohr vorhandene Sicke als Kanal zur Verteilung des Berieselungswassers auf der Außenmantelfläche des Flachrohrs zu nutzen, wodurch in diesem Fall rein theoretisch sogar bislang aus dem Stand der Technik bekannte geschweißte Flachrohre zu Realisierung des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers verwendet werden können.

Zusätzlich oder alternativ zum Falz bzw. der Sicke können auch zusätzliche Kanäle ausgebildet werden, über die das Berieselungswasser verteilt werden kann. Dies gilt unabhängig von der Herstellungsart des Rohres und ist auch bei Rohren möglich, die sonst keinen Falz oder Sicke haben, beispielsweise extrudierten Rohren.

Dabei ist selbstverständlich klar, dass zu einer besseren Verteilung des Berieselungswassers nicht nur der durch einen Falz gebildete Kanal eingesetzt werden kann, sondern weitere zusätzlich eingeprägte Kanäle, die mit dem durch den Falz gebildeten Kanal eine Verästelung bilden und dadurch eine großflächige Verteilung des Berieselungswassers über die Außenmantelfläche des Flachrohres und damit auch eine großflächige Verdunstung des Berieselungswassers und damit eine erhöhte Kühlleistung ermöglichen.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung ist der Kanal ausschließlich auf einer Breitseite zumindest eines Flachrohrs angeordnet, wobei ein Kanalgrund eine gegenüberliegende Breitseite berührt. Durch eine derartige Kanalgeometrie kann eine deutliche Vergrößerung der für die Wärmeübertragung zur Verfügung stehenden Fläche des Flachrohrs erreicht werden, wobei der Kanal aufgrund seiner vergleichsweise großen Tiefe eine große mit dem in dem Kanal strömenden Berieselungswasser in Kontakt stehende Fläche bietet, wodurch eine hohe Kühlleistung erzielbar ist. Durch einen vertieften Kanal kann ausreichend Verdunstungswasser in das Kühlnetz transportiert werden, das heißt, es kann mehr Wasser möglichst über die ganze Kanallänge bereitgestellt werden.

Zugleich kann mit einem derart ausgebildeten Kanal nicht nur eine Breitseite des Flachrohrs oberflächlich im Bereich des Kanals gekühlt werden, sondern eine besonders effektive Kühlung des Flachrohrs und zwar sowohl auf einer Breitseite als auch auf den vergleichsweise tiefen Kanalwänden. Durch die Berührung des Kanalgrundes mit der gegenüberliegenden Breitseite kann zugleich auch eine Teilung des Flachrohrs in unterschiedliche Längskanäle geschaffen werden, wobei beispielsweise eine Verlötung des Kanalgrundes mit einer Innenseite der gegenüberliegenden Breitseite zusätzlich eine Aussteifung des Flachrohrs bewirkt. Durch eine Verlötung des Kanalgrundes mit der gegenüberliegenden Breitseite ist durch das in dem Kanal vorhandene Berieselungswasser sogar eine lokale Kühlung der gegenüberliegenden Breitseite möglich.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist auf beiden Breitseiten zumindest eines Flachrohres jeweils zumindest ein Kanal angeordnet, die sich mit ihrem jeweiligen Kanalgrund berühren. Hierdurch ist eine Unterteilung des Flachrohrs in unterschiedliche, durch jeweils zwei gegenüberliegende Kanäle voneinander getrennte Längskanäle in dem Flachrohr möglich, wobei aufgrund der beiden, das Flachrohr teilenden Kanäle eine vergleichsweise

große Oberfläche zu Verdunstung von Berieselungswasser auf beiden Breitseiten geschaffen werden kann. Diese Lösung führt auch zu einem symmetrischen Rohr, und verhindert damit, dass die Rohre im Fertigungsprozess des Kühlerblocks ausgerichtet / sortiert bzw. orientiert werden müssen.

Dieser Vorteil ist auch bei einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung zu finden, bei der jeweils mindestens ein Kanal auf jeder der Breitseiten zumindest eines Flachrohrs versetzt angeordnet ist, wobei ein Kanalgrund eine gegenüberliegende Breitseite berührt (Fig. 10, Variante c)

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers weist der zumindest eine Kanal einen dreieckförmigen, einen trapezförmigen oder einen kreissegmentförmigen Querschnitt auf. Dabei ist natürlich denkbar, dass sowohl die Breitseite beziehungsweise die Oberfläche an der Breitseite als auch die Kanalwände selbst noch Strukturierungen, beispielsweise Noppen oder Sicken, aufweisen, die eine nochmalige Vergrößerung der für die Verdunstung zur Verfügung stehenden Oberfläche bilden, wodurch eine nochmals verbesserte Verdunstung und damit eine nochmals verbesserte Kühlung erreicht werden können.

Zweckmäßig ist der Verteiler als zweiter Rohrboden ausgebildet, der mit dem ersten Rohrboden einen Sammelraum für Berieselungswasser bildet. Eine derartige Variante mit einem "doppelten Rohrboden" ermöglicht einen äußerst geringen Bauraum- und Materialbedarf, da für einen Teil des Verteilers bereits der erste Rohrboden mitverwendet werden kann. Hierbei ist auch eine gleichzeitige Herstellung des Verteilers mit der Herstellung des Wärmeübertragers, beispielsweise in einem gemeinsamen Lötprozess, denkbar, wodurch sich der erfindungsgemäße Wärmeübertrager mit nur marginal höheren Herstellungskosten produzieren lässt.

Alternativ kann der Verteiler auch separat zum ersten Rohrboden ausgebildet und unterhalb und/oder in Durchströmungsrichtung vor den Rohren angeordnet sein.

Hierdurch ist es möglich, den Verteiler auch bei bekannten Wärmeübertragern nachzurüsten und dadurch deren Kühlleistung deutlich zu erhöhen. Insbesondere durch einen in Durchströmungsrichtung vor den Rohren beziehungsweise vor dem ersten Rohrboden angeordneten Verteiler kann eine bauraumoptimierte Lösung geschaffen werden, die bei geringfügig größerem Bauraumbedarf ein erhebliches Leistungssteigerungspotenzial hinsichtlich der Kühlleistung ermöglicht.

Bei einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lösung ist der Verteiler in der Art eines Rechens ausgebildet und greift mit Rechenzinken zwischen einzelne Rohre des Wärmeübertragers ein, wobei an den Rechenzinken Auslassöffnungen für Berieselungswasser angeordnet sind. Auch ein derart ausgebildeter Verteiler ist insbesondere für eine Nachrüstlösung besonders vorteilhaft, da er unabhängig vom eigentlichen Wärmeübertrager nachträglich an einen solchen angebaut werden kann, sofern zumindest ein Abstand zwischen zwei Rechenzinken des Verteilers mit einem Abstand zwischen zwei Rohren des Wärmeübertragers korreliert.

Die vorliegende Erfindung beruht weiter mit dem allgemeinen Gedanken, ein Brennstoffzellensystem mit zumindest einer Brennstoffzelle und einem diese temperierenden Wärmeübertrager entsprechenden den vorherigen Absätzen anzugeben, wobei das Berieselungswasser zur Leistungssteigerung des Wärmeübertragers ein Verbrennungsprodukt der Brennstoffzelle ist. Hierdurch ist es möglich, auf separat mitzuführendes Berieselungswasser zumindest größtenteils zu verzichten, da das zu Leistungssteigerung des Wärmeübertragers erforderliche Berieselungswasser von der Brennstoffzelle selbst bei deren Betrieb erzeugt wird. Zusätzlich oder alternativ kann selbstverständlich auch ein zumindest geringfügiger Tank zur Mitführung und Speicherung von Berieselungswasser vorgesehen werden, wobei die Nutzung des als Verbrennungsprodukt der Brennstoffzelle entstehenden Wassers als Berieselungswasser einen erheblichen Vorteil bietet.

Die vorliegende Erfindung beruht weiter auf dem allgemeinen Gedanken, ein Kraftfahrzeug mit einem derartigen Brennstoffzellensystem auszustatten und dadurch ein bauraumoptimiertes, leistungsstarkes und mit deutlich vergrößerter Reichweite ausgestattetes Kraftfahrzeug zu erhalten.

Alles im allem kann mit dem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager, mit dem erfindungsgemäßen Brennstoffzellensystem und mit dem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug eine deutliche Steigerung einer Kühlleistung erreicht werden, ohne wesentlichen Einfluss auf einen luftseitigen Druckabfall, ohne wesentlich größeren Bauraumbedarf und ohne wesentliche Vergrößerung des Wärmeübertragers beziehungsweise Erhöhung einer Lüfterleistung.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus der Zeichnung 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 eine Schnittdarstellung durch einen erfindungsgemäßen Wärmeübertrager im Bereich eines ersten Rohrbodens mit einem zweiten Rohrboden zu Bildung eines Verteilers,
- Fig. 2 eine Darstellung wie in Fig. 1, jedoch mit einem anderen zweiten Rohrboden,
- Fig. 3 eine weitere mögliche Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verteilers mit einem schrägen Verteiler,
- Fig. 4 eine Darstellung wie in Fig. 3, jedoch mit einem mittig vertieften Verteiler,
- Fig. 5 eine Darstellung mit einem beidseitig angeordneten Verteiler,
- Fig. 6 eine Darstellung mit einem einseitig und stromauf des Wärmeübertragers angeordneten rechenartigen Verteiler,
- Fig. 7 bis 10 unterschiedliche Querschnittsformen durch ein Rohr eines erfindungsgemäßen Wärmeübertragers.

Entsprechenden Fig.1 bis 6 weist ein erfindungsgemäßer Wärmeübertrager 1 für ein Brennstoffzellensystem 2 eines Kraftfahrzeugs 3 einen oberen Sammelkasten 4 sowie einen nicht gezeigten unteren Sammelkasten auf, zwischen denen stehende Rohre 5 angeordnet sind, die an ihrem oberen Ende dicht in zugehörigen Öffnungen 6, beispielsweise Durchzügen, eines ersten Rohrbodens 7 aufgenommen sind. Die Rohre 5 können dabei beispielsweise als Flachrohre ausgebildet sein und an einer Außenmantelfläche 8 zumindest einen Kanal 9 (vgl. insbesondere auch die Fig. 7 bis 10) zur Wasserverteilung, insbesondere zur Verteilung von Berieselungswasser 11, aufweisen. Unterhalb des ersten Rohrbodens 7 ist

dabei ein Verteiler 10 vorgesehen, der fluidisch mit dem zumindest einen Kanal 9 des zumindest einen Rohres 5 verbunden ist und in dem Berieselungswasser 11, beispielsweise als Verbrennungsprodukt einer Brennstoffzelle des Brennstoffzellensystems 2 gesammelt und zur Steigerung der Kühlleistung während des Betriebs des Wärmeübertragers 1 über die zumindest eine Außenmantelfläche 8 zumindest eines Rohres 5 abgegeben wird. Hierdurch kann das Berieselungswasser 11 (vgl. Fig. 4) auf der zumindest einen Außenmantelfläche 8 verdunsten, wobei die hierfür erforderliche Energie der Wärme eines in den Rohren 5 strömenden Kühlmittels entzogen und dadurch das Kühlmittel in den Rohren 5 besser gekühlt wird.

Mit dem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager 1 lassen sich so eine bauraumoptimierte Bauweise und zugleich eine gesteigerte Kühlleistung erreichen, ohne dass hierfür beispielsweise eine Lüfterleistung erhöht werden müsste, was insbesondere bei einem mit einer Brennstoffzelle angetriebenen Kraftfahrzeug 3 dazu führen würde, dass ein größerer beziehungsweise leistungstärkerer Lüfter eingebaut werden müsste, der mehr elektrische Energie benötigt und dadurch die Reichweite des Kraftfahrzeugs 3 einschränkt. Zugleich kann bei dem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager 1 und dessen Anwendung in einem mit einem Brennstoffzellensystem 2 ausgestatteten Kraftfahrzeug 3 das in der Brennstoffzelle als Verbrennungsprodukt entstehende Wasser als Berieselungswasser 11 zur verbesserten Kühlung herangezogen werden. Eine separate Wassermithfuhr ist dadurch entbehrlich, wodurch das Kraftfahrzeug 3 leichter ausgebildet werden kann.

Die Rohre 5 können dabei als Flachrohre ausgebildet sein, wobei zumindest ein Kanal 9 als Rinne oder als Sicke ausgebildet ist. Der zumindest eine Kanal 9 kann auch im Bereich eines Falzes 12 (vgl. Fig. 1) oder einer Schweißnaht angeordnet sein, sofern das Rohr 5 beispielsweise als gefalztes Rohr oder als Schweißrohr ausgebildet ist. Hierdurch ist es möglich, den durch den Falz 12 ohnehin vorhandenen Querschnitt als Kanal 9 zu nutzen.

Durch das über den Verteiler 10 über die zumindest eine Außenmantelfläche 8 des zumindest einen Rohres 9 verteilte Menge an Berieselungswasser 11 kann eine sowohl gleichmäßige Benetzung der Außenmantelfläche 8 aufgrund der vorzugsweise als Sicken beziehungsweise Rinnen ausgebildeten Kanäle 9 erfolgen und damit zugleich eine gleichmäßige Kühlung derselben durch das im Betrieb des Wärmeübertragers 1 verdunstenden Berieselungswasser 11. Selbstverständlich kann sich dabei eine Querschnittsgeometrie des zumindest einen Kanals 9 fertigungsbedingt, insbesondere im Hinblick auf ein Fertigungsverfahren für das jeweilige Rohr 5 ergeben, sodass der zumindest eine Kanal 9 beispielsweise im Wege eines Falzverfahrens, eines Schweißverfahrens oder Extrusionsverfahrens hergestellt wird.

Die auf der Außenmantelseite 8 der Rohre 5 angebrachten Kanäle 9 bilden unterhalb von Rippen 13 (vgl. die Fig. 1 und 7) Verbindungen beziehungsweise Durchgänge, welche einen Wassertransport von Rippenbogen zu Rippenbogen entlang einer Längsrichtung 14 der Rohre 5 ermöglichen.

Selbstverständlich können dabei zu einer verbesserten Verteilung des Berieselungswassers 11 auf der Außenmantelfläche 8 zumindest eines Rohres 5 nicht nur ein entsprechender Kanal 9 vorgesehen sein, sondern des weiteren auch Rippen 13 oder sonstige Vertiefungen beziehungsweise Erhebungen, die zum einen eine zum Wärmeübertrag zur Verfügung stehende Oberfläche vergrößern und zum anderen eine Lenkung des an den Rohren 5 ablaufenden Berieselungswassers 11 ermöglichen, wodurch eine verbesserte Verdunstung und dadurch eine verbesserte Kühlung erreicht werden können. Insbesondere soll eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Berieselungswassers 11 über die Rohrlänge und über alle Rohre 5 erfolgen.

Betrachtet man nochmals den erfindungsgemäßen Wärmeübertrager 1 gemäß der Fig. 1, so ist bei diesem der Verteiler 10 als zweiter Rohrboden 17 ausgebildet, was den großen Vorteil bietet, dass prinzipiell keine aufwendige Änderung einer bisherigen Konstruktion erforderlich ist. Lediglich ein Anpassen der Außenmantelflächen 8 der Rohre 5 ist hierzu erforderlich. Einer Art doppelter Rohrboden in der Art eines zweiten Rohrboden 17 ist auch bei der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wärmeübertragers 1 entsprechend der Fig. 2 dargestellt, wobei in diesen Fall der zweite Rohrboden 17 als dünnwandiges Blechteil ausgebildet ist, was einerseits eine stoffschlüssige Verbindung mit den Rohren 5 und dem ersten Rohrboden 7 ermöglicht, trotzdem jedoch im Vergleich zu dem Wärmeübertrager 1 gemäß der Fig. 1 einen für einen Luftstrom 18 zur Verfügung stehenden Querschnitt weniger stark einschränkt und dadurch die zur Wärmeübertragung zur Verfügung stehende Fläche im Vergleich zu dem Wärmeübertrager 1 gemäß der Fig. 1 vergrößert.

Bei dem Verteiler 10 gemäß der Fig. 3 weist dieser einen schrägen Boden 19 auf, wodurch das jeweils zugehörige Rohr 5 in Durchströmungsrichtung 20 unterschiedlich stark mit Berieselungswasser 11 beaufschlagt werden kann. Das gemäß der Fig. 3 dargestellte Rohr 5 besitzt zumindest zwei sich über die Längsrichtung 14 erstreckende Kanäle 9, wobei der in Fahrtrichtung vordere und in Durchströmungsrichtung 20 hintere Kanal 9 mehr Berieselungswasser 11 führt.

Der Wärmeübertrager 1 gemäß der Fig. 4 besitzt einen Verteiler 10 mit einem abgewinkelten Boden 19, der an seinem Tiefpunkt mit dem Kanal 9 fluidleitend verbunden ist und über diesen Berieselungswasser 11 auf die Außenmantelfläche 8 des als Flachrohr ausgebildeten Rohres 5 ableitet.

Gemäß der Fig. 5 ist ein zweiteiliger Verteiler 10 dargestellt, der in Fahrtrichtung vor und hinter den Rohren 5 angeordnet ist. Ziel der Verteilervarianten ist, dass das Wasser aus dem Verteiler 10 möglichst vollständig in die Kanäle 9 und daraus

dann über den Wärmeübertrager 1 verteilt wird, insbesondere soll auch möglichst unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit eine gleichmäßige Verteilung erreicht werden.

Die Idee bei der zweiteiligen Variante ist, dass die beiden Teile des Verteilers 10 mit sich in Durchströmungsrichtung 20 erstreckenden Rippen 24 am Rohr 5 einen Raum 23 für die Wasserverteilung bilden und das Berieselungswasser 11 aus diesem Raum 23 in die Kanäle 9 und von dort in Rohrlängsrichtung 14 über die Rohre 5 strömt. Die Rippen 24 laufen quer zum Kanal 9 und können sich über die komplette Breitseite 15 der Rohre 5 erstrecken. Ein Rippenbogen ist dabei eine Rundung einer wellenförmigen Rippe 24, das heißt der Teil der Rippe 24, der mit dem Rohr 5 verlötet wird. Wenn die Außenfläche des Rohrs 5 eben ist, und die Rippenbogen ebenfalls eben sind, bzw. keine Unterbrechungen aufweisen, wird eine über die ganze Kühltiefe durchgängige Verlotung erreicht. Eine Wasserverteilung entlang der Rohre 5, das heißt in deren Längsrichtung, wäre dann nicht möglich. Mit dem Kanal 9 „unterhalb“ von Rippenbögen kann eine Öffnung zwischen Verteiler 10 und Breitseite 15 des Rohres 5 erreicht werden, wodurch das Berieselungswasser 11 ungestört von den jeweiligen Rippen 24 bzw. Rippenbögen in Rohrlängsrichtung entlang verteilt werden kann und idealerweise an jeder Rippe 24 ein kleiner Teil des Berieselungswassers 11 aus dem Kanal 9 austritt und über die Rohre 5 bzw. deren Breitseite 15a, 15b verteilt wird und damit zur Steigerung des Wärmeübertrags beiträgt.

In einer weiteren Ausgestaltung kann der Verteiler auch nur einseitig vor oder hinter den Rohren 5 angebracht sein. Zusätzlich kann auf der Gegenseite eine Abdeckung vorgesehen sein, um den Austritt des Berieselungswassers 11 zu vermeiden.

Zusätzlich zu den im Rohr 5 angebrachten Kanälen 9 kann an der Rippe 24 (im Rippenbogen bzw. Radius) eine Umformung vorgenommen werden, die für einen

Durchgang / Öffnung sorgt, durch die Berieselungswasser 11 von Rippenbogen zu Rippenbogen geleitet werden kann und damit ebenfalls eine Verteilung des Berieselungswassers 11 entlang der Längsrichtung 14 der Rohre 5 ermöglicht wird. Diese Aussparung kann entweder als Ausschnitt (stanzend / schneidend hergestellt) oder einfach nur durch Zurückprägen des entsprechenden Teils des Rippenbogens erfolgen. Die Einprägung kann während dem Walzprozess der Rippe 24 oder auch im Nachgang, vor dem Einbau der Rippe 24 in das Rohr 5 / Rippenpaket (Kühlernetz) erfolgen. Um die Leistungsfähigkeit der Rippe 24 zu erhalten bzw. eine Deformation der Kiemen in der Rippe 24 im Bereich dieser Umformung zu verhindern, muss bzw. kann das Kiemenfeld im Nahbereich dieser Umformung ggf. angepasst / für diese Umformung optimiert werden. Die Form der Aussparung / Einprägung kann V-förmig, trapezförmig, oder (kreis)bogenförmig sein. Durch insbesondere eingeprägte Rippen 24 kann die Wasserverteilung verbessert werden, insbesondere können dadurch die Kanäle 9 die an den Breitseiten 15a, 15b angeordnet sind, erweitert werden - bzw. dadurch die an beispielsweise Schweißrohren schon vorhandenen kleineren Kanäle soweit erweitert werden, dass diese in Kombination mit einer solchen Rippe 24 ausreichend große Querschnitte aufweisen, um die Wasserverteilung zu ermöglichen.

Gemäß der Fig. 6 wiederum ist ein Verteiler 10 gezeigt, der in der Art eines Rechens ausgebildet ist und mit Rechenzinken 21 in Zwischenräume zwischen zwei benachbarte Flachrohre eingreift, wobei an den Rechenzinken 21 Auslassöffnungen 22, beispielsweise auch Düsen, für Berieselungswasser 11 angeordnet sind. Je nach Fahrgeschwindigkeit des mit dem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager 1 ausgestatteten Kraftfahrzeugs 3 erfolgt dabei eine mehr oder weniger großflächige Verteilung des Berieselungswassers 11 über die Außenmantelfläche 8.

Die zweiteilige Variante mit beidseitigem oder einseitigem Verteiler, bzw. dem Rechen sind Ausführungsformen, die sich evtl. nachrüsten lassen oder ohne eine

grundlegende Änderung des Herstellprozesses als Add-On am Ende der bisherigen Fertigungslinie ergänzen lassen können. Die Ausführungsform mit dem Rechen ist ähnlich der skizzierten mit dem zweiteiligen Verteiler 10, nur, dass hier der Raum für die Wasserverteilung nicht ganz genau definiert ist.

Der Verteiler 10 kann dabei prinzipiell separat zum Wärmeübertrager 1 ausgebildet sein, wie dies beispielsweise gemäß der Fig. 6 dargestellt ist, oder aber einen Bestandteil des Wärmeübertragers bilden, wie dies gemäß den Fig. 1 bis 4 dargestellt ist, wobei in letzteren Fall der Verteiler 10 zumindest bereichsweise stoffschlüssig mit dem Wärmeübertrager 1, beispielsweise mit dessen erstem Rohrboden 7 verbunden, insbesondere verlötet, ist.

Betrachtet man die einzelnen möglichen Querschnittsformen der Rohre 5 (vgl. die Fig. 7 bis 10), die keineswegs abschließend sind, so kann man gemäß der Fig. 7 einen Querschnitt eines Rohres 5 erkennen, bei dem der Kanal 9 ausschließlich auf einer Breitseite 15a angeordnet ist, wobei in diesen Fall ein Kanalgrund 16 die gegenüberliegende Breitseite 15b nicht berührt. Auf beiden Breitseiten 15a, 15b können jedoch Rippen 13 oder Sicken vorgesehen sein. Betrachtet man den Querschnitt des Rohres 5 gemäß der Fig. 8 so kann man dort zwei Kanäle 9 erkennen, die ebenfalls ausschließlich auf der Breitseite 15a angeordnet sind, deren Kanalgrund 16 jedoch die gegenüberliegenden Breitseite 15b berührt und beispielsweise sogar mit dieser stoffschlüssig verbunden ist, wodurch das als Flachrohr ausgebildete Rohr 5 in Längsrichtung 14, das heißt gemäß den Fig. 7 bis 10 orthogonal zur Blattebene, in mehrere Kammern aufgeteilt ist.

Betrachtet man die Querschnittsform des Rohres 5 gemäß der Fig. 9 als weiteres Ausführungsbeispiel, so kann man erkennen, dass bei diesem auf beiden Breitseiten 15a und 15b Kanäle 9 vorgesehen sind, die sich im Kanalgrund 16 mit dem gegenüberliegenden Kanalgrund 16 oder auch der Breitseite 15a, 15b berühren

oder auch nicht berühren können. Im Beispiel berühren sie sich mit ihrem jeweiligen Kanalgrund 16 beim linken Kanal 9 nicht, jedoch beim rechten Kanal 9.

Eine Querschnittsform der Kanäle 9 gemäß den Fig. 7 bis 8 ist dabei ausgerundet ausgebildet, wobei selbstverständlich abweichend davon auch im Querschnitt rechteckige Kanäle 9 (vgl. Fig. 10b und 10c) oder trapezförmige Kanäle 9 (vgl. Fig. 10a) oder nicht gezeigte dreiecksförmige, halbrunde, ovalsegmentförmige Kanäle 9 vorgesehen werden können. Durch eine Breite des jeweiligen Kanals 9 beziehungsweise eine Tiefe des Kanalgrundes 16 lässt sich sowohl eine Führung des Berieselungswassers 11 entlang der Längsrichtung 14 des jeweiligen Rohres 5 als auch eine Verteilung desselben und damit eine Verdunstung desselben und indirekt damit wiederum eine Kühlleistung des Wärmeübertragers 1 beeinflussen.

Mit dem erfindungsgemäßen Wärmeübertrager 1 für ein Brennstoffzellensystem 2 ist bei gleich großem Wärmeübertrager eine deutlich erhöhte Kühlleistung möglich, wobei insbesondere bei einem Brennstoffzellensystem 2 zugleich noch das als Verbrennungsprodukt anfallende Wasser als Berieselungswasser 11 verwendet werden kann. Hierdurch lässt sich eine deutlich verbesserte Kühlung und damit Temperierung des mit einem derartigen Brennstoffzellensystem 2 ausgestatteten Kraftfahrzeugs 3 erreichen.

Patentansprüche

1. Wärmeübertrager (1) für ein Brennstoffzellensystem (2) mit einem oberen Sammelkasten (4) und einem unteren Sammelkasten, zwischen denen stehende Rohre (5) angeordnet sind, die an ihrem oberen Ende dicht in zugehörigen Öffnungen (6) eines ersten Rohrbodens (7) aufgenommen sind, dadurch gekennzeichnet,

- dass an einer Außenmantelfläche (8) zumindest eines Rohres (5) zumindest ein Kanal (9) zur Verteilung von Berieselungswasser (11) vorgesehen ist,
- dass unterhalb des ersten Rohrbodens (7) ein Verteiler (10) vorgesehen ist, der fluidisch mit dem zumindest einen Kanal (9) des zumindest einen Rohres (5) verbunden ist.

2. Wärmeübertrager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass die Rohre (5) als Flachrohre ausgebildet sind, wobei der zumindest eine Kanal (9) als Rinne oder Sicke ausgebildet ist.

3. Wärmeübertrager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

dass der Kanal (9) ausschließlich auf einer Breitseite (15a) zumindest eines Flachrohrs angeordnet ist, wobei ein Kanalgrund (16) eine gegenüberliegende Breitseite (15b) berührt.

4. Wärmeübertrager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

dass auf beiden Breitseiten (15a, 15b) zumindest eines Rohrs (5) jeweils zumindest ein Kanal (9) angeordnet ist, die sich mit ihrem jeweiligen Kanalgrund (16) berühren.

5. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Kanal (9) einen dreieckförmigen, einen ovalsegmentförmigen, einen trapezförmigen oder einen kreissegmentförmigen Querschnitt aufweist.
6. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verteiler (10) als zweiter Rohrboden (17) ausgebildet ist, der mit dem ersten Rohrboden (7) einen Sammelraum für Berieselungswasser (11) bildet.
7. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Verteiler (10) separat zum ersten Rohrboden (7) ausgebildet und unterhalb desselben angeordnet ist.
8. Wärmeübertrager nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Verteiler (10) separat zum ersten Rohrboden (7) ausgebildet und in Durchströmungsrichtung (20) vor oder hinter den Rohren (5) angeordnet ist.
9. Wärmeübertrager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Verteiler (10) in der Art eines Rechens ausgebildet ist und mit Rechenzinken (21) zwischen die einzelnen Rohre (5) greift, wobei an den Rechenzinken (21) Auslassöffnungen (22) für Berieselungswasser (11) angeordnet sind.
10. Wärmeübertrager nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass der Verteiler (10) zumindest bereichsweise stoffschlüssig mit dem Wärmeübertrager (1) verbunden ist.

11. Brennstoffzellensystem (2) mit zumindest einer Brennstoffzelle und einem diese temperierenden Wärmeübertrager (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Berieselungswasser (11) ein Verbrennungsprodukt der Brennstoffzelle ist.

12. Kraftfahrzeug (3) mit einem Brennstoffzellensystem (2) nach Anspruch 11.

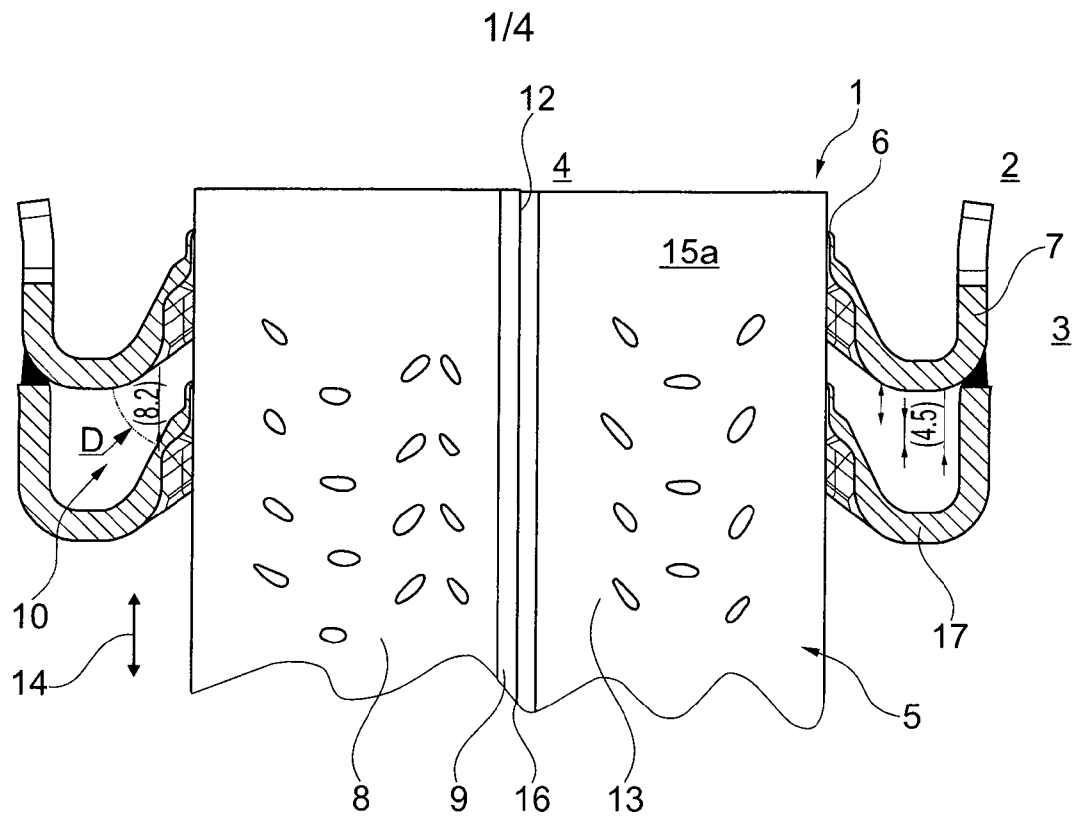


Fig. 1

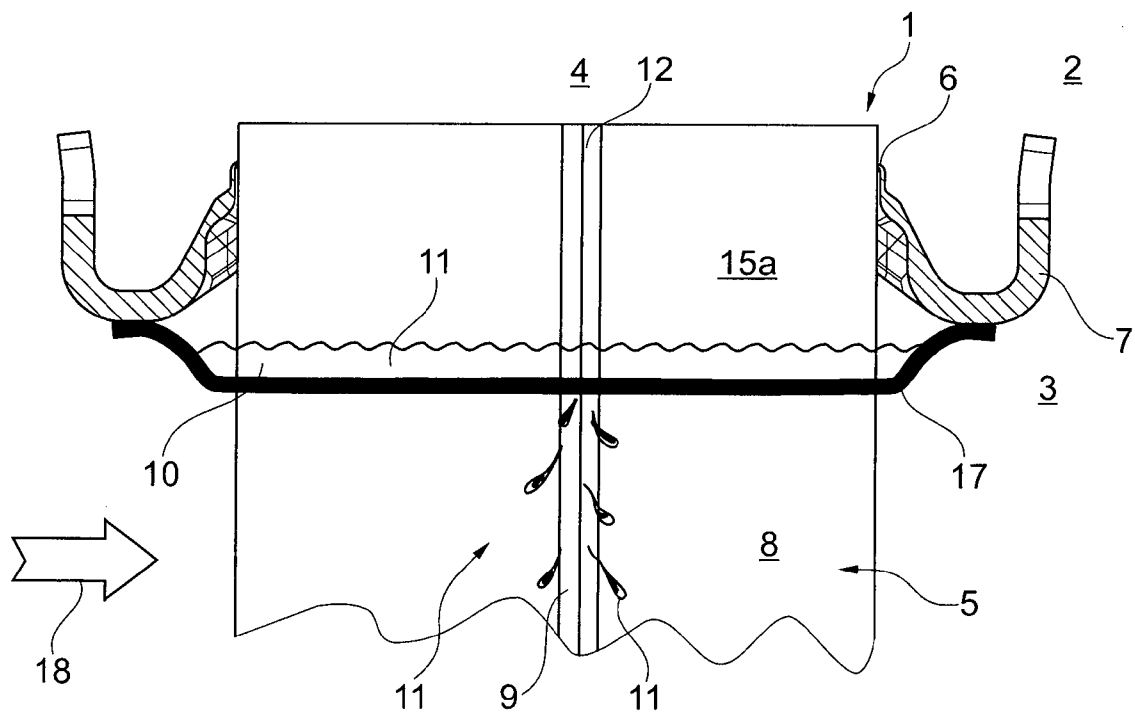


Fig. 2

2/4

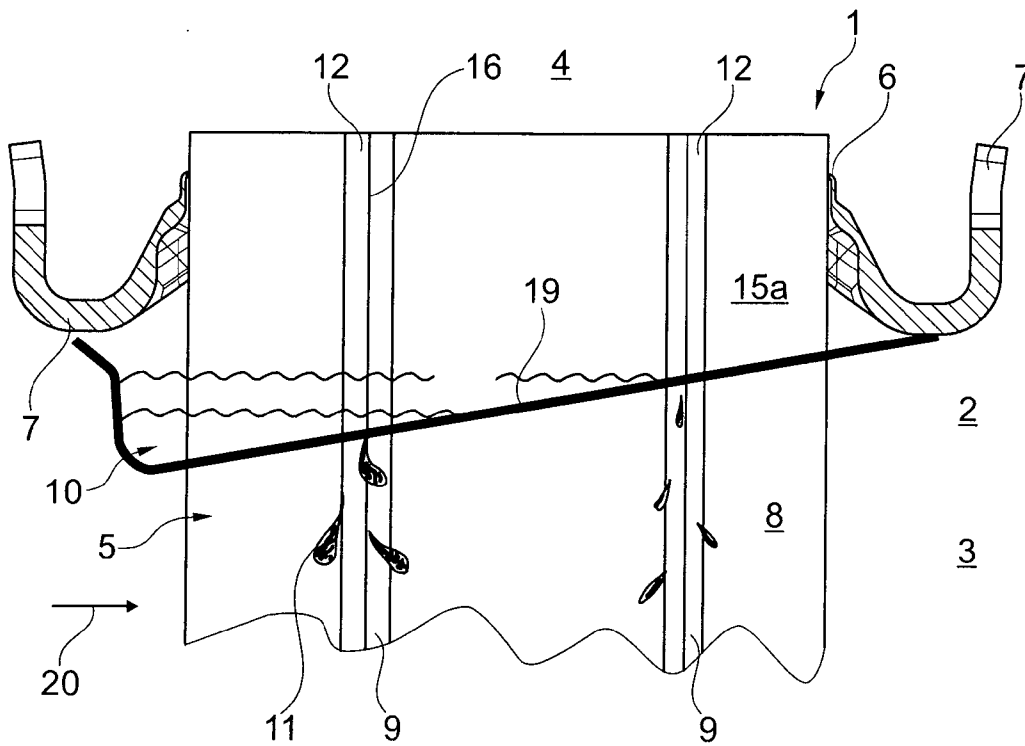


Fig. 3

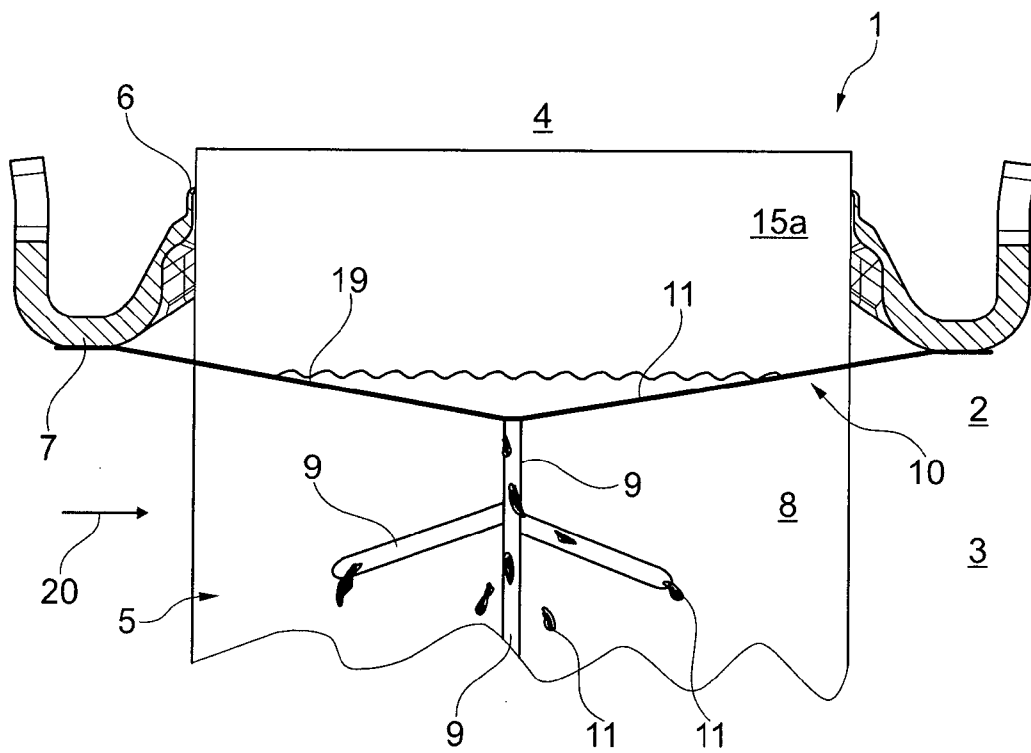
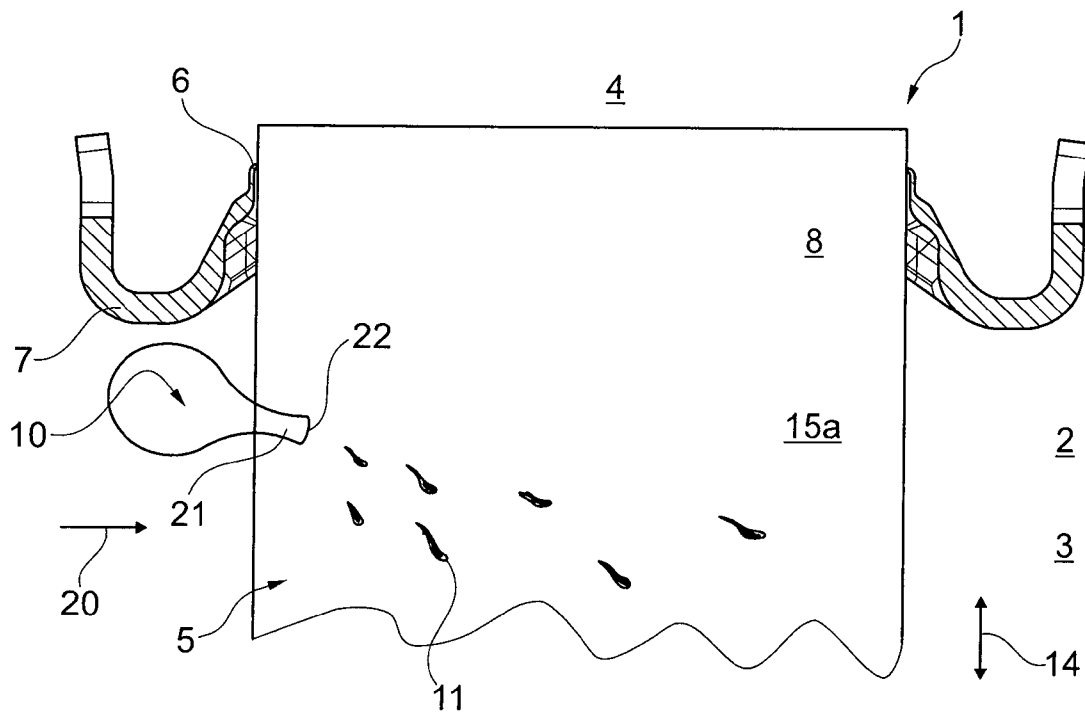
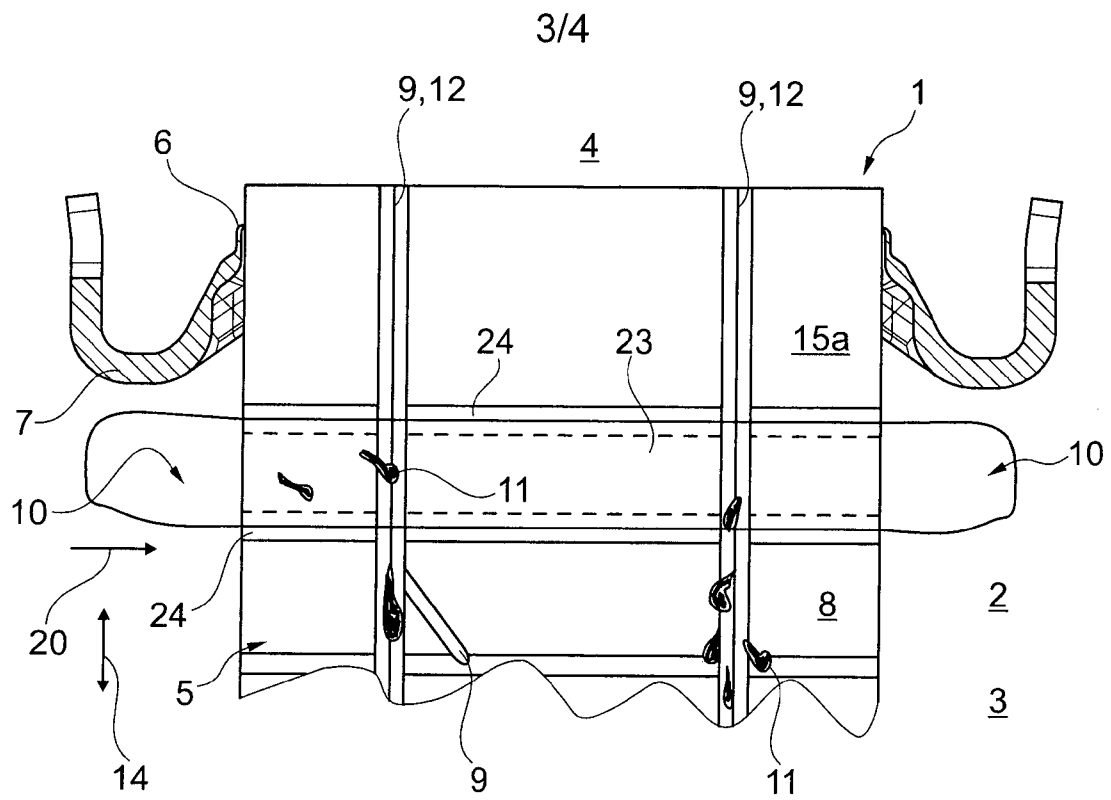


Fig. 4



4/4

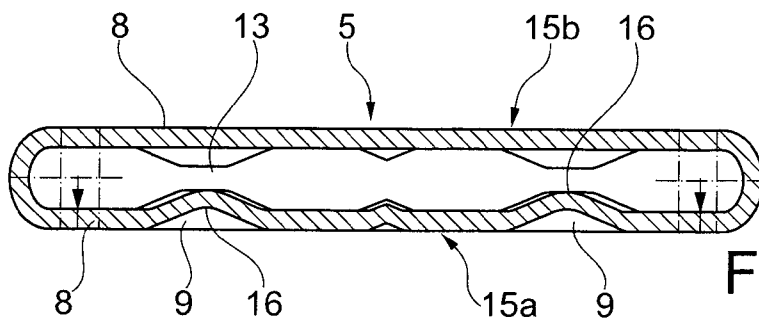


Fig. 7

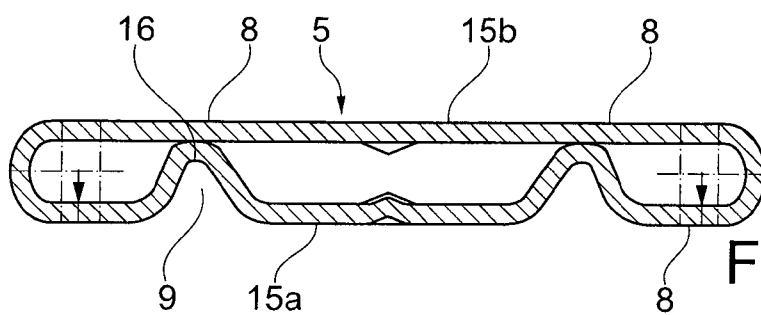


Fig. 8

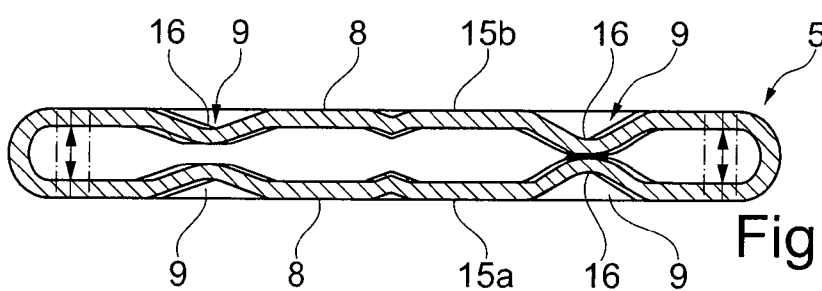
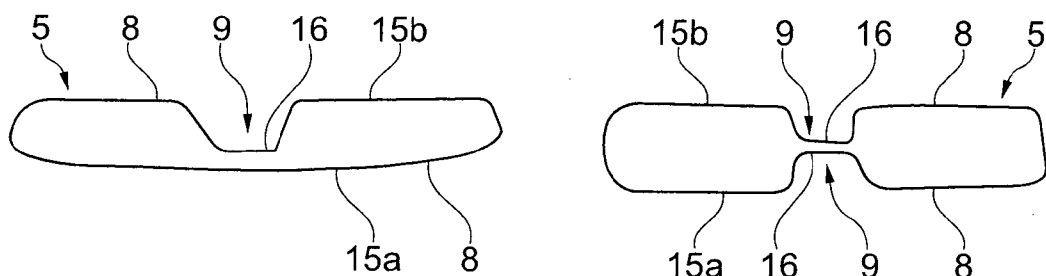


Fig. 9



a.)

b.)

c.)

Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/064950

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F28D 1/03**(2006.01)i; **H01M 8/04029**(2016.01)i; **H01M 8/04007**(2016.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28D; H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2002184901 A1 (ISHIKAWA TAKAYUKI [JP]) 12 December 2002 (2002-12-12) figures 10,11,12	1,2,5-12 3,4
A	US 10882392 B2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 05 January 2021 (2021-01-05) figure 1	1-12
A	US 6852435 B2 (DEERE & CO [US]) 08 February 2005 (2005-02-08) figures 1,2	1-12
A	DE 102017209735 A1 (AUDI AG [DE]) 13 December 2018 (2018-12-13) paragraph [0002]; figure 2	1-12



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

03 September 2022

Date of mailing of the international search report

12 September 2022

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

Bain, David

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/064950

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2002184901	A1	12 December 2002	EP	1265305	A2	11 December 2002
				JP	3438725	B2	18 August 2003
				JP	2002367645	A	20 December 2002
				US	2002184901	A1	12 December 2002
US	10882392	B2	05 January 2021	DE	102019112444	A1	09 January 2020
				JP	2020009569	A	16 January 2020
				US	2020009960	A1	09 January 2020
US	6852435	B2	08 February 2005	BR	0301956	A	24 August 2004
				CA	2424172	A1	23 January 2004
				EP	1384967	A2	28 January 2004
				JP	4669208	B2	13 April 2011
				JP	5307782	B2	02 October 2013
				JP	2004055532	A	19 February 2004
				JP	2011040401	A	24 February 2011
				MX	PA03006226	A	04 February 2004
				US	2004018405	A1	29 January 2004
DE	102017209735	A1	13 December 2018	NONE			

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. **F28D1/03 H01M8/04029 H01M8/04007**
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F28D H01M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2002/184901 A1 (ISHIKAWA TAKAYUKI [JP]) 12. Dezember 2002 (2002-12-12)	1, 2, 5-12
A	Abbildungen 10, 11, 12 -----	3, 4
A	US 10 882 392 B2 (TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 5. Januar 2021 (2021-01-05) Abbildung 1 -----	1-12
A	US 6 852 435 B2 (DEERE & CO [US]) 8. Februar 2005 (2005-02-08) Abbildungen 1, 2 -----	1-12
A	DE 10 2017 209735 A1 (AUDI AG [DE]) 13. Dezember 2018 (2018-12-13) Absatz [0002]; Abbildung 2 -----	1-12



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. September 2022

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/09/2022

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

Bevollmächtigter Bediensteter

Bain, David

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/064950

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2002184901 A1	12-12-2002	EP 1265305 A2	11-12-2002
		JP 3438725 B2	18-08-2003
		JP 2002367645 A	20-12-2002
		US 2002184901 A1	12-12-2002
US 10882392 B2	05-01-2021	DE 102019112444 A1	09-01-2020
		JP 2020009569 A	16-01-2020
		US 2020009960 A1	09-01-2020
US 6852435 B2	08-02-2005	BR 0301956 A	24-08-2004
		CA 2424172 A1	23-01-2004
		EP 1384967 A2	28-01-2004
		JP 4669208 B2	13-04-2011
		JP 5307782 B2	02-10-2013
		JP 2004055532 A	19-02-2004
		JP 2011040401 A	24-02-2011
		MX PA03006226 A	04-02-2004
		US 2004018405 A1	29-01-2004
DE 102017209735 A1	13-12-2018	KEINE	