

(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. Mai 2020 (22.05.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/099229 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 8/04029 (2016.01) H01M 10/625 (2014.01)
B60L 58/00 (2019.01) H01M 10/66 (2014.01)
H01M 8/04007 (2016.01) H01M 10/663 (2014.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/080496

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. November 2019 (07.11.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 219 203.0
12. November 2018 (12.11.2018) DE

(71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; I/FL-G, 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder: WEIS, Johannes; Hanstr. 5, 85057 Ingolstadt (DE). LICHIOUS, Thomas; Robert-Koch-Straße 42, 85080 Gaimersheim (DE). WEUSTENFELD, Thomas; 8423 Manton Street, Apt 6G, Briarwood, New York, New York 11435 (US). ALBL, Sebastian; Fichtestraße 22, 85080 Gaimersheim (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) Title: FUEL CELL DEVICE AND METHOD FOR COOLING A FUEL CELL SYSTEM

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFZELLENVORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM KÜHLEN EINES BRENNSTOFFZELLENSYSTEMS

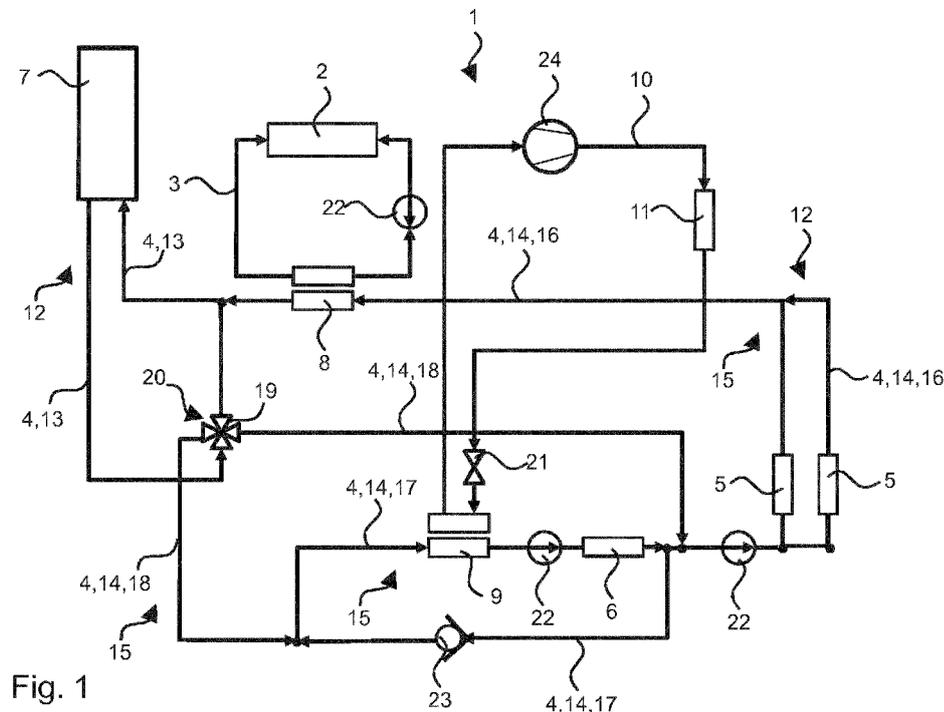


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a fuel cell device (1) for a vehicle which has a fuel cell system (2) comprising a fuel cell stack and which has a first cooling circuit (3) for cooling the fuel cell system (2) and a second cooling circuit (4) for cooling an electronic unit (5) and/or an energy storage device (6). The first cooling circuit (3) and the second cooling circuit (4) are thermally connected to each other, only the second cooling circuit (4) having a radiator (7) for cooling the cooling water flowing in the second cooling circuit (4). The invention also relates to a method for cooling a fuel cell device (1).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenvorrichtung (1) für ein Fahrzeug mit einem einen Brennstoffzellensystem (2) aufweisenden Brennstoffzellensystem (2) und mit einem ersten Kühlkreislauf (3) zum Kühlen des Brennstoffzellensystems (2) und mit einem zweiten Kühlkreislauf (4) zum Kühlen einer elektronischen Einheit (5) und/oder eines Energiespeichers (6). Der erste Kühlkreislauf (3) und der zweite Kühlkreislauf (4) sind thermisch miteinander verbunden, wobei nur der zweite Kühlkreislauf (4) einen Radiator (7) zum Kühlen des im zweiten Kühlkreislauf (4) fließenden Kühlwassers aufweist. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Kühlen einer Brennstoffzellenvorrichtung (1).



WO 2020/099229 A1

OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(2), sowie mit einem zweiten Kühlkreislauf (4) zum Kühlen einer elektronischen Einheit (5) und/oder eines Energiespeichers (6). Der erste Kühlkreislauf (3) und der zweite Kühlkreislauf (4) sind thermisch miteinander verbunden, wobei nur der zweite Kühlkreislauf (4) einen Kühler (7) zum Kühlen von im zweiten Kühlkreislauf (4) strömenden Kühlwasser aufweist. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Kühlen einer Brennstoffzellenvorrichtung (1).

5 Brennstoffzellenvorrichtung und Verfahren zum Kühlen eines Brennstoffzellensystems

BESCHREIBUNG:

10

Die Erfindung betrifft eine Brennstoffzellenvorrichtung für ein Fahrzeug mit einem einen Brennstoffzellenstapel aufweisenden Brennstoffzellensystem und mit einem Kühlkreislauf zum Kühlen des Brennstoffzellensystems, sowie mit einem zweiten Kühlkreislauf zum Kühlen einer elektronischen Einheit und/oder eines Energiespeichers, wobei der erste Kühlkreislauf und der

15 zweite Kühlkreislauf thermisch miteinander verbunden sind.

20

Brennstoffzellen dienen dazu, in einer elektrochemischen Reaktion elektrische Energie bereitzustellen, die beispielsweise zum Betreiben eines Kraftfahrzeugs genutzt werden kann, beispielsweise zur Versorgung des Antriebsstrangs, der mindestens eine Elektronische Einheit und mindestens einen als eine Batterie gebildeten Energiespeicher umfasst. Ein Brennstoffzellensystem umfasst dabei eine Mehrzahl von in einem Brennstoffzellenstapel zusammengefassten Brennstoffzellen, denen kathodenseitig über einen

25 mittels eines Verdichtermotors antreibbaren Verdichter Kathodengas, vorzugsweise Luft, und anodenseitig von einem Brennstoffspeicher Brennstoff, vorzugsweise Wasserstoff, zugeführt wird. Vorteilhafterweise umfasst das Brennstoffzellensystem darüber hinaus einen Befeuchter zur Befeuchtung des zuzuführenden Kathodengases.

30

Üblicherweise muss sowohl das Brennstoffzellensystem als auch der Energiespeicher und die elektronische Einheit gekühlt werden, um eine Überhitzung und damit Schädigung derselben zu verhindern. Dazu sind im Stand der Technik separate Kühlkreisläufe vorgesehen, so dass ein vergleichswei-

se großer Bauraum für die die einzelnen Kühlkreise umfassende Brennstoffzellenvorrichtung bereitgestellt werden muss.

Die US 9,136,549 B2 zeigt eine derartige Brennstoffzellenvorrichtung, die
5 separate Kühlkreisläufe für das Brennstoffzellensystem und für die elektronische Einheit bzw. den Energiespeicher aufweist, wobei die Kühlkreisläufe thermisch miteinander verbunden sind.

Darüber hinaus muss das bei der Kühlung der Brennstoffzellen des Brennstoffzellensystems eingesetzte Kühlmittel eine sehr niedrige Leitfähigkeit aufweisen, um einen Kurzschluss innerhalb der Brennstoffzelle zu vermeiden. Zudem besteht die Gefahr, dass durch ein leitfähiges Kühlmittel auch Karosserieteile leitfähig werden. Zwar können Kühlmittel mit einer sehr niedrigen Leitfähigkeit produziert werden, allerdings wird das Kühlmittel durch
10 den Ionenaustrag aus den mit dem Kühlmittel in Kontakt stehenden Bauteilen während des Fahrzeugbetriebs wieder leitfähig. Zur Reduzierung des Ioneneintrags in das Kühlmittel müssen daher erhebliche Maßnahmen getroffen werden, beispielsweise ein Spülen der einzelnen Komponenten oder es müssen spezielle, kostenintensive Materialien eingesetzt werden. Insbesondere das Spülen der Einzelkomponenten stellt einen enormen Aufwand
15 dar, da eine Vielzahl von Einzelkomponenten gespült werden muss, die gespülten Komponenten unter sehr reinen Bedingungen gelagert und transportiert werden müssen und die Komponenten ohne Schmutzeintrag zu einem Gesamtkühlsystem zusammengebaut werden müssen.

25

Daher ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Brennstoffzellenvorrichtung der eingangs genannten Art und ein Verfahren zum Kühlen einer Brennstoffzellenvorrichtung bereitzustellen, die die oben genannten Nachteile reduzieren.

30

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 9 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Insbesondere weist nur der zweite Kühlkreislauf einen Kühler zum Kühlen von im zweiten Kühlkreislauf strömenden Kühlwasser auf, unter Verzicht auf einen eigenen Kühler im ersten Kühlkreislauf. Der erste Kühlkreislauf ist also kühlerrfrei. Dies ermöglicht den ersten Kühlkreislauf zur Kühlung des Brennstoffzellensystems auf eine vergleichsweise geringe Größe zu reduzieren, so dass ein geringerer Bauraum für den ersten Kühlkreislauf und damit auch für die Brennstoffzellenvorrichtung benötigt wird. Weiterhin wird Gewicht eingespart und dadurch die Brennstoffzellenvorrichtung effektiver bzw. leistungsfähiger.

10

Dabei ist es vorteilhaft, wenn der erste Kühlkreislauf und der zweite Kühlkreislauf thermisch mittels eines Wärmeübertragers verbunden sind zur Übertragung der im ersten Kühlkreislauf durch das Brennstoffzellensystem produzierten Abwärme auf den zweiten Kühlkreislauf auf einem ersten Temperaturniveau. Insbesondere ist es vorgesehen, dass der Wärmeübertrager als ein Wasser-Wasserwärmetauscher gebildet ist. Ein Wasser-Wasserwärmetauscher ist kleiner als die sonst üblicherweise verwendeten Wasser-Luft-Frontendkühler ausgebildet, d.h. die mit dem Kühlmittel in Kontakt stehende Oberfläche ist beim Wasser-Wasser-Wärmetauscher geringer, so dass der Ioneneintrag in das Kühlmittel reduziert wird.

20

Um die durch das Brennstoffzellensystem und durch die elektronische Einheit und/oder den Energiespeicher erzeugte Abwärme optimal nutzen zu können, ist ein mit dem zweiten Kühlkreislauf mittels eines zweiten Wärmeübertragers thermisch verbundener Klimakreislauf vorgesehen, zur Übertragung der im ersten Kühlkreislauf und im zweiten Kühlkreislauf produzierten Abwärme auf den Klimakreislauf auf einem gegenüber dem ersten Temperaturniveau erhöhten zweiten Temperaturniveau. Dies ermöglicht sowohl die Abwärme des Brennstoffzellensystems als auch die Abwärme der elektronischen Einheit und/oder des Energiespeichers für den Klimakreislauf zu nutzen. In anderen Worten ist die von dem Brennstoffzellensystem produzierte Abwärme und die durch den Energiespeicher und/oder der Elektronischen Einheit produzierte Abwärme auf den Klimakreislauf mittels des zweiten Wärmeübertragers übertragbar, so dass dem Kühlmittel im zweiten Kühl-

30

kreislauf Wärme auf einem hohen Temperaturniveau entzogen und die jeweiligen Komponenten im ersten bzw. zweiten Kühlkreislauf weiter gekühlt werden können. Weiterhin ist der zweite Wärmeübertrager vorzugsweise als Chiller gebildet.

5

Insbesondere ist es in diesem Zusammenhang vorgesehen, dass der Klimakreislauf einen dritten Wärmeübertrager zum Anheben der Temperatur eines Fahrzeuginnenraums aufweist. Die Brennstoffzellenvorrichtung ist dabei vorzugsweise Teil eines Fahrzeugs. Gegenüber dem Stand der Technik besteht

10

hier der Vorteil, dass nicht nur die durch das Brennstoffzellensystem produzierte Abwärme zur Heizung eines Fahrzeuginnenraums genutzt wird, sondern auch die durch die Elektronische Einheit und/oder den Energiespeicher produzierte Abwärme. Dies bedeutet, dass die Übertragung von Wärme auf

15

den Klimakreislauf vom zweiten Kühlkreislauf auf einem sehr viel höheren Temperaturniveau erfolgt, als im Stand der Technik, so dass auf ein zusätzliches elektrisches Zuheizen bzw. auf eine zusätzliche elektrische Heizung für den Fahrzeuginnenraum verzichtet werden kann. Der dritte Wärmeübertrager ist dabei bevorzugt als ein Heizregister gebildet.

20

Um eine effektive Regelung, d. h. eine optimale Kühlung des Brennstoffzellensystems, der elektronischen Einheit und/oder des Energiespeichers zu gewährleisten, ist es vorgesehen, dass der zweite Kühlkreislauf mehrere Unterkreisläufe umfasst, dass die Unterkreisläufe an einer Mündungsstelle miteinander strömungsverbunden sind, und dass der Massenstrom des Kühl-

25

wassers in den Unterkreisläufen mittels eines an der Mündungsstelle angeordneten oder in diese eingekoppelten Stellglieds regelbar ist. Dabei ist das Stellglied bevorzugt als ein Mehrfachventil gebildet, so dass für die Regelung der Massenströme in den Unterkreisläufen genau ein Stellglied unter Verzicht auf weitere Stellglieder benötigt wird.

30

In diesem Zusammenhang ist es bevorzugt, wenn die Unterkreisläufe als ein Kühlerkreislauf und als ein zur elektronischen Einheit und/oder zu dem Energiespeicher führender Antriebskreislauf gebildet sind. Der Antriebskreislauf umfasst dabei vorzugsweise mehrere miteinander strömungsverbundene

Subkreisläufe, wobei die Subkreisläufe als ein Energiespeicherkreislauf zur Kühlung des Energiespeichers, und als ein Elektronische-Einheit-Kreislauf zur Kühlung der elektronischen Einheit, sowie als ein den Energiespeicherkreislauf und den Elektronische-Einheit-Kreislauf miteinander strömungsverbindenden Verbindungskreislauf gebildet sind. Die Anordnung der Unterkreisläufe und Subkreisläufe entspricht im Prinzip der aus dem Stand der Technik bekannten Anordnung von separaten Kühlkreisen, so dass ein Umrüsten der Kühlkreisläufe, d.h. der Verzicht auf einen weiteren Kühler im ersten Kühlkreislauf, die Herstellung einer thermische Verbindung zwischen dem ersten Kühlkreislauf und dem zweiten Kühlkreislauf sowie zwischen dem zweiten Kühlkreislauf und dem Klimakreislauf auf einfache Art und Weise möglich ist. Dabei ist es bevorzugt, wenn der Wärmeübertrager den Elektronische-Einheit-Kreislauf mit dem ersten Kreislauf thermisch verbindet, während der zweite Wärmeübertrager den Energiespeicherkreislauf mit dem Klimakreislauf thermisch verbindet.

Zur Steigerung der durch das Brennstoffzellensystem erzeugten Leistung sind vorzugsweise mehrere Elektronische Einheiten vorgesehen, wobei diese Elektronischen Einheiten im elektronische-Einheit-Kreislauf parallel strömungsmechanisch verschaltet sind.

Das Verfahren zur Kühlung einer Brennstoffzellenvorrichtung umfasst insbesondere die folgenden Schritte:

- Übertragung der im Brennstoffzellensystem produzierten Abwärme vom ersten Kühlkreislauf auf den zweiten Kühlkreislauf mittels des Wärmeübertragers auf einem ersten Temperaturniveau und dadurch Erhitzen des im zweiten Kühlkreislaufs zirkulierenden Kühlmittels.

Dies ermöglicht ein Verfahren zur Kühlung des Brennstoffzellensystems bereitzustellen, bei dem der erste Kühlkreislauf vergleichsweise klein unter Verzicht auf einen eigenen Kühler ausgebildet ist und die durch das Brennstoffzellensystem produzierte Abwärme dennoch abgeführt werden kann. Die Vorteile der Brennstoffzellenvorrichtung sind auch auf das entsprechende Verfahren anwendbar.

- Zur optimalen Nutzung der durch das Brennstoffzellensystem und durch die elektronische Einheit und/oder durch den Energiespeicher erzeugte Abwärme, sowie zur Verbesserung der Kühlung in dem ersten Kühlkreislauf und in dem zweiten Kühlkreislauf umfasst das Verfahren noch die folgenden Schritte:
- 5 - Übertragung der durch die Elektronische Einheit und/oder durch den Energiespeicher, sowie durch die Wärmeübertragung vom ersten Brennstoffzellensystem erzeugten Wärme vom zweiten Kühlkreislauf auf den Klimakreislauf auf einem gegenüber dem ersten Temperaturniveau höher liegenden zweiten Temperaturniveau und dadurch Erhitzen eines im Klimakreislauf zirkulierenden Kältemittels und
 - 10 - Übertragung der Wärme vom erhitzten Kältemittel auf eine in einem Fahrzeuginnenraum befindliche Luft mittels des dritten Wärmeübertragers und dadurch Anheben einer Temperatur in dem Fahrzeuginnenraum von einem ersten Temperaturwert auf einen gegenüber dem ersten Temperaturwert erhöhten zweiten Temperaturwert.
 - 15
 - 20 Folglich kann die vom Brennstoffzellensystem und von der elektronischen Einheit und/oder dem Energiespeicher erzeugte Abwärme vom zweiten Kreislauf auf den Klimakreislauf übertragen werden. Aufgrund der im Vergleich zum Stand der Technik zusätzlichen Übertragung der von der Elektronischen Einheit und/oder dem Energiespeicher erzeugten Abwärme auf den
 - 25 Klimakreislauf, findet eine Wärmeübertragung auf einem vergleichsweise hohen Temperaturniveau statt, so dass zur Heizung eines Fahrzeuginnenraums auf ein elektronisches Zuheizen zusätzlich zur Wärmeübertragung vom Klimakreislauf auf den Fahrzeuginnenraum verzichtet werden kann.
 - 30 Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen sowie anhand der Zeichnung. Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Brennstoffzellenvorrichtung mit dem ersten Kühlkreislauf, dem zweiten Kühlkreislauf und dem Klimakreislauf.

5 Figur 1 zeigt eine Brennstoffzellenvorrichtung 1 für ein Fahrzeug mit einem Brennstoffzellenstapel aufweisenden Brennstoffzellensystem 2 und mit einem ersten Kühlkreislauf 3 zum Kühlen des Brennstoffzellensystems 2, sowie mit einem zweiten Kühlkreislauf 4 zum Kühlen einer elektronischen Einheit 5 und eines Energiespeichers 6, wobei der erste Kühlkreislauf 3 und
10 der zweite Kühlkreislauf 4 thermisch miteinander verbunden sind. Dabei weist nur der zweite Kühlkreislauf 4 einen Kühler 7 zum Kühlen von im zweiten Kühlkreislauf 4 strömenden Kühlwasser auf. Dagegen ist der erste Kühlkreislauf 3 kühlerfrei gebildet, d.h. es wird auf einen eigenen Kühler im ersten Kühlkreislauf 3 verzichtet.

15

Der erste Kühlkreislauf 3 und der zweite Kühlkreislauf 4 sind dabei thermisch mittels eines Wärmeübertragers 8 verbunden, der als ein Wasser-Wasserwärmetauscher gebildet ist. Durch den Wärmeübertrager 8 kann die im ersten Kühlkreislauf 3 durch das Brennstoffzellensystem 2 produzierte
20 Abwärme auf den zweiten Kühlkreislauf 4 auf einem ersten Temperaturniveau übertragen werden. Das im ersten Kühlkreislauf 3 zirkulierende Kühlwasser wird dabei durch eine Pumpe 22 befördert. Durch die Bildung des Wärmeübertragers 8 als ein Wasser-Wasserwärmetauscher wird der Ionen- eintrag im ersten Kühlkreislauf 3 durch den Entfall eines sonst üblicherweise
25 verwendeten Wasser-Luft-Frontendkühlers reduziert, da ein Wasser-Wasser Wärmeübertrager eine deutlich kleinere, mit dem Kühlmittel in Kontakt stehende Oberfläche aufweist.

Der zweite Kühlkreislauf 4 umfasst mehrere Unterkreisläufe 12. In dem vor-
30 liegenden Ausführungsbeispiel sind die Unterkreisläufe 12 als ein Kühlkreislauf 13, in dem das Kühlmittel vom Kühler 7 und zum Kühler 7 geführt wird, also um den Kühler 7 zirkuliert, und als ein zur Elektronischen Einheit 5 und zum Energiespeicher 6 führender Antriebskreislauf 14 gebildet. Die beiden Unterkreisläufe 12 münden dabei an einer Mündungsstelle 20 ineinander,

- wobei an der Mündungsstelle 20 ein Stellglied 19 angeordnet oder in diese eingekoppelt ist. Dadurch kann der Massenstrom des Kühlwassers in den jeweiligen Unterkreisläufen 12 und damit die Kühlung des Energiespeichers 6 und der elektronischen Einheit 5 geregelt werden. Das Stellglied 19 ist dabei als ein Mehrfachventil gebildet, so dass genau ein als Mehrfachventil gebildetes Stellglied 19 zur Regelung der Massenströme in den Unterkreisläufen 12 ausreicht unter Verzicht auf weitere Stellglieder in den Unterkreisläufen 12.
- 10 Der Antriebskreislauf 14 umfasst dabei mehrere miteinander strömungsverbundene Subkreisläufe 15. Die Subkreisläufe 15 sind dabei als ein Energiespeicherkreislauf 17 zur Kühlung des Energiespeichers 6 und als ein Elektronische-Einheit-Kreislauf 16 zur Kühlung der elektronischen Einheit 6, sowie als ein den Energiespeicherkreislauf 17 und den elektronische-Einheit-
- 15 Kreislauf 16 miteinander strömungsverbindenden Verbindungskreislauf 18 gebildet. Durch diese Anordnung von Unterkreisläufen und Subkreisläufen ist ein einfaches Nachrüsten oder Umrüsten der Brennstoffzellenvorrichtung, insbesondere des ersten Kühlkreislaufs 3 möglich. In der vorliegenden Ausführungsform verbindet der Wärmeübertrager 8 den ersten Kühlkreislauf 3 mit dem Elektronische-Einheit-Kreislauf 16 thermisch. Das Stellglied 19 ist an
- 20 der Mündungsstelle 20 zwischen dem zweiten Kühlkreislauf 4 und dem Verbindungskreislauf 18 angeordnet. Stromabwärts des Wärmeübertragers 8 ist der Elektronische-Einheit-Kreislauf 16 mit dem Kühlerkreislauf 13 strömungsmechanisch verbunden.
- 25 Weiterhin ist ein mit dem zweiten Kühlkreislauf 4 mittels eines zweiten Wärmeübertragers 9 thermisch verbundener Klimakreislauf 10 vorgesehen zur Übertragung der im ersten Kühlkreislauf 3 und im zweiten Kühlkreislauf 4 produzierten Abwärme auf den Klimakreislauf 10 auf einem gegenüber dem
- 30 ersten Temperaturniveau erhöhten zweiten Temperaturniveau. In der vorliegenden Ausführungsform ist der zweite Wärmeübertrager 9 als ein Chiller gebildet, der den Energiespeicherkreislauf 17 mit dem Klimakreislauf 10 thermisch verbindet. Auch der Klimakreislauf 10 ist in der vorliegenden Ausführungsform kühlerefrei, d.h. unter Verzicht eines weiteren Kühlers 7 gebil-

det. Der Klimakreislauf 10 umfasst darüber hinaus einen Kompressor 24, einen nicht näher dargestellten Verdampfer, Expansionsventile und einen Kondensator. Zur Steuerung des Massenstroms im Klimakreislauf 10 ist weiterhin ein zweites Stellglied 21 vorgesehen, welches bevorzugt als ein regelbares Drosselventil gebildet ist.

Der Energiespeicherkreislauf 17 umfasst des Weiteren eine stromab des zweiten Wärmeübertragers 9 angeordnete bzw. eingekoppelte Pumpe 22 zur Beförderung des Kühlmittels innerhalb des Energiespeicherkreislaufs 17. Darüber hinaus ist stromab der Pumpe 22 ein Rückschlagventil 23 im Energiespeicherkreislauf 17 angeordnet oder in diesen eingekoppelt zur Verhinderung eines Rückflusses des Kühlmittels.

In der vorliegenden Ausführungsform sind zwei elektronische Einheiten 5 vorgesehen, die im zweiten Kühlkreislauf 4, genauer im Elektronische-Einheit-Kreislauf 16 des Antriebskreislaufs 14 parallel verschaltet sind.

Das Verfahren zur Kühlung der Brennstoffzellenvorrichtung umfasst dabei die folgenden Schritte: Zunächst wird die durch das Brennstoffzellensystem 2 produzierte Abwärme vom ersten Kühlkreislauf 3 auf den zweiten Kühlkreislauf 4 mittels des Wärmeübertragers 8 auf einem ersten Temperaturniveau übertragen und dadurch das im zweiten Kühlkreislauf 4 zirkulierende Kühlmittel erhitzt. Dem Kühlmittel im ersten Kühlkreislauf 3 wird dadurch die Wärme entzogen und dieses dadurch abgekühlt. Weiterhin wird das durch das Brennstoffzellensystem 2 bereits erhitzte Kühlmittel durch die von den elektronischen Einheiten 5 und dem Energiespeicher 6 produzierte Abwärme weiter erwärmt. Mittels des zweiten Wärmeübertragers 9 wird die durch die elektronischen Einheiten 5 und den Energiespeicher 6, sowie durch die Wärmeübertragung vom ersten Brennstoffzellensystem 2 erzeugte Wärme vom zweiten Kühlkreislauf 4 auf den Klimakreislauf 10 auf einem gegenüber dem ersten Temperaturniveau höher liegenden zweiten Temperaturniveau übertragen. Dadurch wird das im Klimakreislauf 10 zirkulierende Kältemittel erhitzt, indem dem Kühlmittel des zweiten Kühlkreislaufs 4 die Wärme entzogen wird und das Kühlmittel im zweiten Kühlkreislauf 4 wird dadurch abge-

kühlt. Das erhitzte Kältemittel des Klimakreislaufs 10 wird wiederum genutzt, um Wärme mittels des dritten Wärmeübertragers 11 auf eine im Fahrzeuginnenraum befindliche Luft zu übertragen, so dass die Temperatur im Fahrzeuginnenraum von einem ersten Temperaturwert auf einen gegenüber dem
5 ersten Temperaturwert erhöhten zweiten Temperaturwert angehoben wird. Das Heizen des Fahrzeuginnenraums erfolgt folglich allein über die durch das Brennstoffzellensystem, die elektronische Einheit und den Energiespeicher erzeugte Abwärme und benötigt kein zusätzliches elektrisches Zuheizen.

10

Der Vorteil der vorliegenden Brennstoffzellenvorrichtung 1 und des entsprechenden Verfahrens liegt dabei darin, dass der erste Kühlkreislauf 3 zum Kühlen des Brennstoffzellensystems 2 sehr klein gestaltet werden kann und nur den Wärmeübertrager 8 und die Pumpe 22 umfasst. Auf einen zusätzlichen Kühler 7 kann verzichtet werden, so dass der für die Brennstoffzellenvorrichtung 1 bereitzustellende Bauraum reduziert werden kann. Durch die thermische Verbindung des Klimakreislaufs 10 mit dem zweiten Kühlkreislauf 4 kann eine Wärmeübertragung vom zweiten Kühlkreislauf 4 auf den Klimakreislauf 10 auf einem vergleichsweise hohen Temperaturniveau erfolgen. Im
15 Gegensatz zum Stand der Technik wird nicht nur die durch das Brennstoffzellensystem 2 erzeugte Abwärme, sondern zusätzlich die durch den Energiespeicher 6 und durch die elektronischen Einheiten 5 erzeugte Abwärme auf den Klimakreislauf 10 mittels des zweiten Wärmeübertragers 9 übertragen. Auf ein zusätzliches elektrisches Zuheizen kann verzichtet werden, da
20 die Wärmeübertragung auf einem gegenüber dem Stand der Technik wesentlich höheren Temperaturniveau stattfindet. Gleichzeitig ist es durch die verbesserte Abführung der durch das Brennstoffzellensystem 2, durch die elektronischen Einheiten 5 und durch den Energiespeicher 6 erzeugten Abwärme besser möglich, die entsprechenden Bauteile zu kühlen. Indem der
25 Klimakreislauf 10 mit dem zweiten Kühlkreislauf 4 und nicht mit dem ersten Kühlkreislauf 3 thermisch verbunden ist, kann der erste Kühlkreislauf wesentlich kleiner gestaltet werden. Auf einen sonst üblichen Heizungswärmeübertrager im ersten Kühlkreislauf 3 kann verzichtet werden. Durch den Entfall eines weiteren Kühlers 7 im ersten Kühlkreislauf 3 wird zudem der Ionenein-
30

trag in das Kühlmittel reduziert, da der Wasser-Wasser Wärmetauscher wesentlich kleiner und damit eine geringere mit dem Kühlmittel in Kontakt stehende Oberfläche als der sonst üblicherweise im ersten Kühlkreislauf 3 verbaute Wasser-Luft-Frontendkühler aufweist.

BEZUGSZEICHENLISTE:

- 5 1 Brennstoffzellenvorrichtung
 2 Brennstoffzellensystem
 3 erster Kühlkreislauf
 4 zweiter Kühlkreislauf
 5 Elektronische Einheit
- 10 6 Energiespeichers
 7 Kühler
 8 Wärmeübertrager
 9 zweiter Wärmeübertrager
 10 Klimakreislauf
- 15 11 dritter Wärmeübertrager
 12 Unterkreislauf
 13 Kühlerkreislauf
 14 Antriebskreislauf
 15 Subkreislauf
- 20 16 Elektronische-Einheit-Kreislauf
 17 Energiespeicherkreislauf
 18 Verbindungskreislauf
 19 Stellglied
 20 Mündungsstelle
- 25 21 Zweites Stellglied
 22 Pumpe
 23 Rückschlagventil
 24 Kompressor

30

ANSPRÜCHE:

- 5 1. Brennstoffzellenvorrichtung (1) für ein Fahrzeug mit einem einen Brennstoffzellenstapel aufweisenden Brennstoffzellensystem (2) und mit einem ersten Kühlkreislauf (3) zum Kühlen des Brennstoffzellensystems (2), sowie mit einem zweiten Kühlkreislauf (4) zum Kühlen einer elektronischen Einheit (5) und/oder eines Energiespeichers (6), wobei der erste Kühlkreislauf (3) und der zweite Kühlkreislauf (4) 10 thermisch miteinander verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass nur der zweite Kühlkreislauf (4) einen Kühler (7) zum Kühlen von im zweiten Kühlkreislauf (4) strömenden Kühlwasser aufweist, und dass der erste Kühlkreislauf (3) kühlerrfrei ist.
- 15 2. Brennstoffzellenvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Kühlkreislauf (3) und der zweite Kühlkreislauf (4) thermisch mittels eines Wärmeübertragers (8) verbunden sind zur Übertragung der im ersten Kühlkreislauf (3) durch das Brennstoffzellensystem (2) produzierten Abwärme auf den zweiten Kühlkreislauf (4) 20 auf einem ersten Temperaturniveau.
- 25 3. Brennstoffzellenvorrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeübertrager (8) als ein Wasser-Wasserwärmetauscher gebildet ist.
- 30 4. Brennstoffzellenvorrichtung (1) nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein mit dem zweiten Kühlkreislauf (4) mittels eines zweiten Wärmeübertragers (9) thermisch verbundener Klimakreislauf (10) vorgesehen ist zur Übertragung der im ersten Kühlkreislauf (3) und im zweiten Kühlkreislauf (4) produzierten Abwärme auf den Klimakreislauf (10) auf einem gegenüber dem ersten Temperaturniveau erhöhten zweiten Temperaturniveau.
- 35 5. Brennstoffzellenvorrichtung (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Klimakreislauf (10) einen dritten Wärmeübertrager

(11) zum Anheben der Temperatur eines Fahrzeuginnenraums aufweist.

- 5 6. Brennstoffzellenvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Kühlkreislauf (4) mehrere Unterkreisläufe (12) umfasst, dass die Unterkreisläufe (12) an einer Mündungsstelle (20) miteinander strömungsverbunden sind, und dass der Massenstrom des Kühlwassers in den Unterkreisläufen (12) mittels eines an der Mündungsstelle (20) angeordneten oder in diese eingekoppelten Stellglieds (19) regelbar ist.
- 10 7. Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterkreisläufe (12) einen Kühlerkreislauf (13), und einen zur elektronischen Einheit (5) und/oder zu dem Energiespeicher (6) führenden Antriebskreislauf (14) umfasst.
- 15 8. Brennstoffzellenvorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebskreislauf (14) mehrere miteinander strömungsverbundene Subkreisläufe (15) umfasst, und dass die Subkreisläufe (15) als ein Energiespeicherkreislauf (17) zur Kühlung des Energiespeichers (6), und als ein Elektronische-Einheit-Kreislauf (16) zur Kühlung der elektronischen Einheit (6), sowie als ein den Energiespeicherkreislauf (17) und den Elektronische-Einheit-Kreislauf (16) miteinander strömungsverbindenden Verbindungskreislauf (18) gebildet ist.
- 20 9. Verfahren zur Kühlung einer Brennstoffzellenvorrichtung (1) in einem Fahrzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, umfassend den Schritt:
- Übertragung der im Brennstoffzellensystem (2) produzierten Abwärme vom ersten Kühlkreislauf (3) auf den zweiten Kühlkreislauf (4) mittels des Wärmeübertragers (8) auf einem ersten Temperaturniveau und dadurch Erhitzen des im zweiten Kühlkreislaufs (4) zirkulierenden Kühlmittels.
- 25 30 35 10. Verfahren nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- 5 - Übertragung der durch die elektronische Einheit (5) und/oder durch den Energiespeicher (6), sowie durch die Wärmeübertragung vom ersten Brennstoffzellensystem (2) erzeugten Wärme vom zweiten Kühlkreislauf (4) auf den Klimakreislauf (10) auf einem gegenüber dem ersten Temperaturniveau höher liegenden zweiten Temperaturniveau und dadurch Erhitzen eines im Klimakreislauf (10) zirkulierenden Kältemittels und
- 10 - Übertragung der Wärme vom erhitzten Kältemittel auf eine in einem Fahrzeuginnenraum befindliche Luft mittels des dritten Wärmeübertragers (11) und dadurch Anheben einer Temperatur in dem Fahrzeuginnenraum.

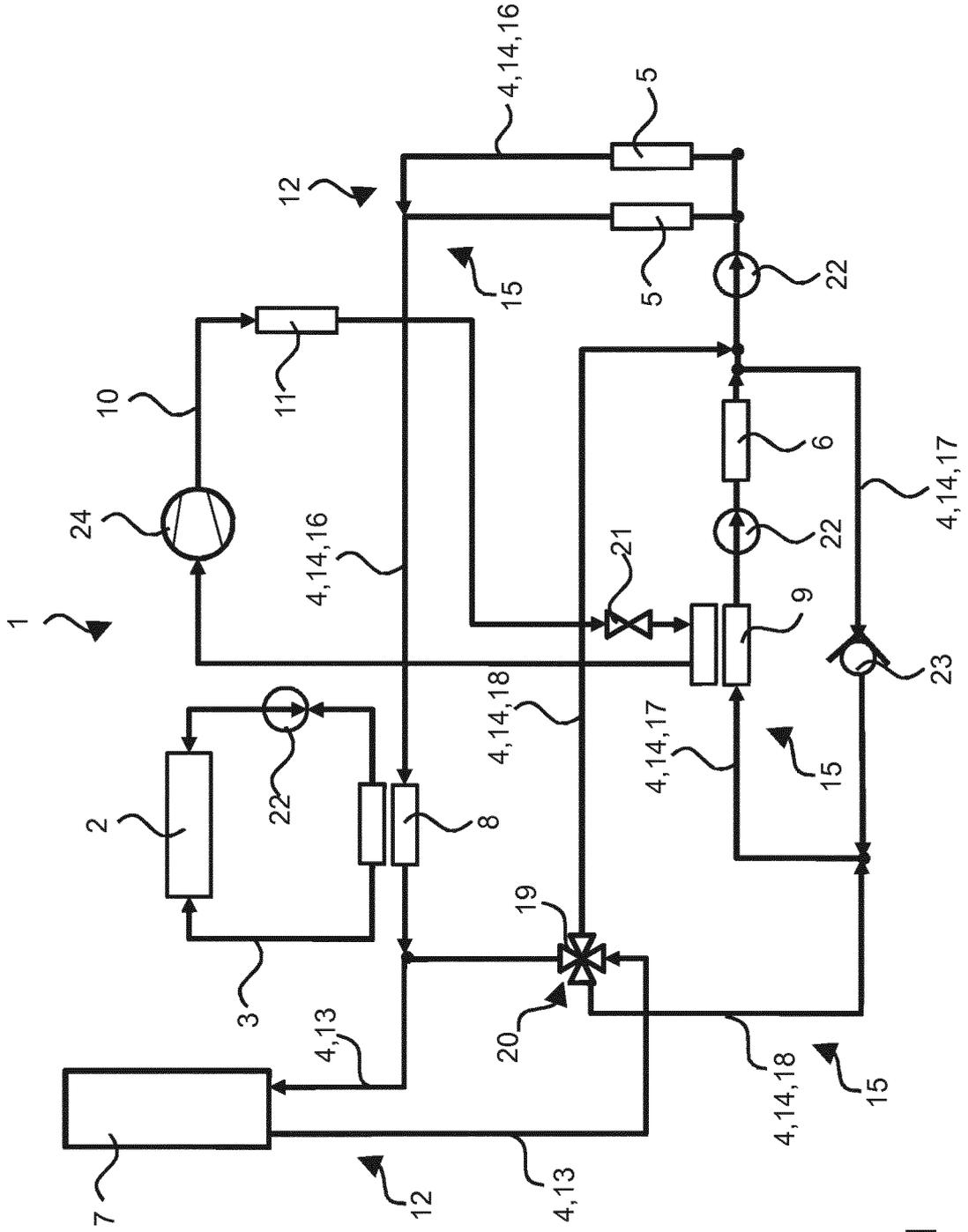


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/080496

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|---|---|
| <i>H01M 8/04029</i> (2016.01)i; <i>B60L 58/00</i> (2019.01)i; <i>H01M 8/04007</i> (2016.01)i; <i>H01M 10/625</i> (2014.01)i; <i>H01M 10/66</i> (2014.01)i; <i>H01M 10/663</i> (2014.01)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) H01M; B60L | | |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| X,P | EP 3444135 A1 (KONVEKTA AG [DE]) 20 February 2019 (2019-02-20) paragraph [0026] - paragraph [0029]; figure 1 | 1-6,9,10 |
| A | US 2013022888 A1 (VOLLMER DIRK [DE] ET AL) 24 January 2013 (2013-01-24) cited in the application abstract; figure 1 | 1-10 |
| A | DE 102011076737 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 06 December 2012 (2012-12-06) paragraph [0046] paragraph [0058] | 1-10 |
| A | DE 102015015635 A1 (DAIMLER AG [DE]) 08 June 2017 (2017-06-08) paragraph [0037]; figure 2 | 1-10 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 12 February 2020 | | Date of mailing of the international search report 24 February 2020 |
| 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 Goldbacher, Ute Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/080496

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|--|--------------|----|-----------------------------------|-------------------------|--------------|----|-----------------------------------|
| EP | 3444135 | A1 | 20 February 2019 | CN | 109383227 | A | 26 February 2019 |
| | | | | DE | 102017118424 | A1 | 14 February 2019 |
| | | | | EP | 3444135 | A1 | 20 February 2019 |
| | | | | US | 2019047365 | A1 | 14 February 2019 |
| ----- | | | | | | | |
| US | 2013022888 | A1 | 24 January 2013 | DE | 102011079640 | A1 | 24 January 2013 |
| | | | | US | 2013022888 | A1 | 24 January 2013 |
| ----- | | | | | | | |
| DE | 102011076737 | A1 | 06 December 2012 | NONE | | | |
| ----- | | | | | | | |
| DE | 102015015635 | A1 | 08 June 2017 | DE | 102015015635 | A1 | 08 June 2017 |
| | | | | WO | 2017092853 | A1 | 08 June 2017 |
| ----- | | | | | | | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/080496

| A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M8/04029 B60L58/00 H01M8/04007 H01M10/625 H01M10/66 H01M10/663 ADD. Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC | | |
|---|--|--|
| B. RECHERCHIERTER GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01M B60L Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data | | |
| C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN | | |
| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
| X,P | EP 3 444 135 A1 (KONVEKTA AG [DE]) 20. Februar 2019 (2019-02-20) Absatz [0026] - Absatz [0029]; Abbildung 1 ----- | 1-6,9,10 |
| A | US 2013/022888 A1 (VOLLMER DIRK [DE] ET AL) 24. Januar 2013 (2013-01-24) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 ----- | 1-10 |
| A | DE 10 2011 076737 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 6. Dezember 2012 (2012-12-06) Absatz [0046] Absatz [0058] ----- | 1-10 |
| A | DE 10 2015 015635 A1 (DAIMLER AG [DE]) 8. Juni 2017 (2017-06-08) Absatz [0037]; Abbildung 2 ----- | 1-10 |
| <input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 12. Februar 2020 | | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 24/02/2020 |
| 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 Goldbacher, Ute |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/080496

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|---|--|
| EP 3444135 A1 | 20-02-2019 | CN 109383227 A DE 102017118424 A1 EP 3444135 A1 US 2019047365 A1 | 26-02-2019 14-02-2019 20-02-2019 14-02-2019 |
| US 2013022888 A1 | 24-01-2013 | DE 102011079640 A1 US 2013022888 A1 | 24-01-2013 24-01-2013 |
| DE 102011076737 A1 | 06-12-2012 | KEINE | |
| DE 102015015635 A1 | 08-06-2017 | DE 102015015635 A1 WO 2017092853 A1 | 08-06-2017 08-06-2017 |