(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

PCT

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. Mai 2006 (11.05.2006)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2006/048244 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60H 1/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/011699

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. November 2005 (02.11.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 053 436.5
5. November 2004 (05.11.2004) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.** [DE/DE]; Hansastrasse 27c, 80686 München (DE). **SORTECH AG** [DE/DE]; Weinbergweg 23, 06120 Halle (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **HENNING, Hans-Martin** [DE/DE]; Marie-Curie-Strasse 28, 79100 Freiburg (DE). **MITTELBACH, Walter** [DE/DE]; In den Aumatten 34, 79199 Kirchzarten (DE).

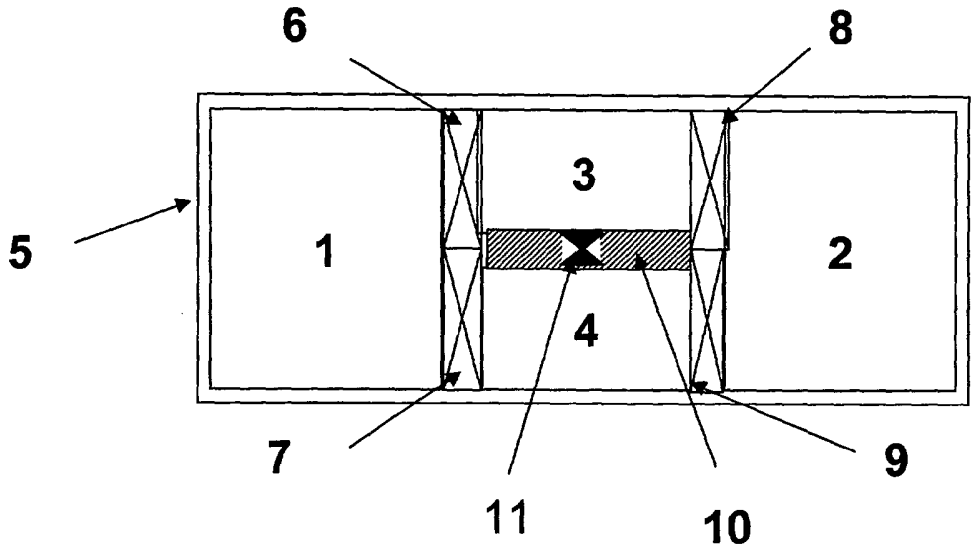
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** PASSENGER CAR AIR-CONDITIONING SYSTEMS WITH ADSORPTION HEAT PUMPS

(54) **Bezeichnung:** PKW-KLIMAANLAGEN MIT ADSORPTIONSWÄRMEPUMPEN



(57) **Abstract:** The invention relates to an adsorption heat pump for air-conditioning a motor vehicle, comprising: a first adsorber chamber, which is connected to a condenser via a first connecting element and to an evaporator via a second connecting element, and; a second adsorber chamber, which is connected to the condenser via a third connecting element and to the evaporator via a fourth connecting element. The evaporator and the condenser are located between the first adsorber chamber and the second adsorber chamber and are connected to a pressure-reducing connecting element via a condensate return. The adsorber chambers, the condenser and the evaporator are surrounded by a non-self-supporting vacuum envelope. In addition, the sorbent is applied to a supporting material in the form of a layer. The invention also relates to a method for the quasi-continuous operation of the adsorption heat pump and to the use thereof as a cold accumulator and heat accumulator.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2006/048244 A1

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

(57) Zusammenfassung: Vorgestellt wird eine Adsorptionswärmepumpe zur Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs mit einer ersten Adsorberkammer, die über ein erstes Verbindungselement mit einem Kondensator verbunden ist und über ein zweites Verbindungselement mit einem Verdampfer verbunden ist, einer zweiten Adsorberkammer, die über ein drittes Verbindungselement mit dem Kondensator verbunden ist und über ein viertes Verbindungselement mit dem Verdampfer verbunden ist, wobei der Verdampfer und der Kondensator zwischen der ersten Adsorberkammer und der zweiten Adsorberkammer angeordnet sind, und durch eine Kondensatrückführung mit einem druckrezuzierendem Verbindungselement verbunden sind, wobei die Adsorberkammern, der Kondensator und der Verdampfer von einer nicht freitragenden Vakuumhülle umgeben sind. Zudem ist das Sorptionsmittel auf einem Trägermaterial als Schicht aufgebracht. Ferner wird ein Verfahren zum quasikontinierlichen Betrieb der Adsorptionswärmepumpe und ihre Verwendung als Kältespeicher und Wärmespeicher vorgestellt.

Patentanmeldung:

PKW-Klimaanlagen mit Adsorptionswärmepumpen"

Die Erfindung betrifft Klimaanlagen für Kraftfahrzeuge mit Adsorptionswärmepumpen.

Klimaanlagen für Kraftfahrzeuge werden heute durch motorische mittels Keilriemen angetriebene Kompressionskältemaschinen ausgeführt. In der Regel dient R134a als Kältemittel. Nachteilig daran ist, das R134a und andere HFKW ein hohes Treibhauspotenzial besitzen. Aufgrund der hohen Leckraten in Kraftfahrzeugklimaanlagen wird der Einsatz weniger bedenklicher Kältemittel, wie etwa CO_2 entwickelt. Der nicht unbeträchtliche zusätzliche Kraftstoffverbrauch von etwa 1l/100km/h lässt sich dadurch jedoch nicht reduzieren. Kompressionskältemaschinen können in der Regel auch nicht bei ausgeschaltetem Antriebsmotor des Kraftfahrzeugs betrieben werden. Dies führt zu unkomfortabel hohen Standtemperaturen. Die hohen Standtemperaturen bedingen auch eine leistungsfähige Auslegung der Kompressionskältemaschinen, um nach dem Starten des Antriebsmotors in vertretbar kurzer Zeit angenehme Temperaturen im Fahrzeuginnenraum zu erreichen.

Wegen der vorgenannten Nachteile gibt es verschiedene Bemühungen, zur Klimatisierung von Kraftfahrzeugen thermisch angetriebene Wärmepumpen, insbesondere Adsorptionswärmepumpen, einzusetzen. Diese konnten sich

jedoch bisher am Markt nicht durchsetzen, weil sie räumlich zuviel Platz beanspruchen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Adsorptionswärmepumpe bereitzustellen, welche eine kompakte Bauart aufweist und geeignet für den Betrieb in Kraftfahrzeugen ist. Die Erfindung hat ferner die Aufgabe ein Verfahren zur kontinuierlichen Klimatisierung mit Adsorptionswärmepumpen bereitzustellen. Außerdem sind geeignete Verwendungen von Adsorptionswärmepumpen in der Fahrzeugklimatechnik anzugeben.

Die Aufgaben werden durch die unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen finden sich in den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass eine Adsorptionswärmepumpe zur Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs mit zwei Adsorberkammern, die jeweils mit einem Kondensator und einem Verdampfer verbunden sind, dann besonders kompakt und robust ausgeführt werden kann, wenn Trägermaterial mit dem Sorptionsmittel beschichtet wird. Mit Beschichtung geeigneter Trägermaterialien lassen sich große Flächen, die für die Adsorption und Desorption zur Verfügung stehen, auf kleinem Raum schaffen. Vor allem wird durch Beschichtung eine wesentlich bessere Wärmezu- und -abfuhr zum Sorptionsmaterial erreicht, da die Wärmeleitung zwischen Trägermaterial und Sorptionsmittel wesentlich verbessert ist. Das Trägermaterial, in der Regel Metall mit guten Wärmeleitungseigenschaften, kann mit einem Wärmetauscher gut gekühlt und beheizt werden. Das Trägermaterial kann beispielsweise eine Anordnung mehrerer Aluminiumplatten sein, die durch Kühlwasser gekühlt werden. Bei konventionellen Adsorptionswärmepumpen liegt das Sorptionsmittel als Schüttung vor. Dabei ist die Wärmeleitung zu einem möglichen Wärmetauscher schlecht.

Die Adsorberkammern, der Kondensator und der Verdampfer sind zudem mit einer nicht freitragenden Vakuumhülle umgeben. Damit ist eine platzsparende und vor allem gewichtssparende Ausführung der Vakuumhülle möglich. Eine gewichtssparende Ausführung ist im Kraftfahrzeug wichtig, um Kraftstoff zu sparen und bei gleicher Motorisierung eine bessere Beschleunigung zu erhalten. Eine freitragende Vakuumhülle kann deshalb verwendet werden, weil die Vakuumhülle von den Einbauten getragen wird.

Eine weitere Möglichkeit eine Adsorptionswärmepumpe besonders platzsparend auszuführen ergibt sich, wenn der Verdampfer und der Kondensator zwischen den beiden Adsorberkammern angeordnet ist. Um das bei der Desorption freiwerdende Arbeitsmittel, das im Kondensator kondensiert, an den Verdampfer zurückzuführen, befindet sich zwischen dem Kondensator und dem Verdampfer eine Kondensatrückführung. Um den höheren Druck im Kondensator und niedrigeren Druck im Verdampfer aufrechtzuerhalten ist in der Kondensatrückführung ein druckreduzierendes Verbindungselement, in der Regel als Drosselventil ausgeführt, vorgesehen. Für die zwischen den Adsorberkammern und dem Verdampfer und Kondensator vorgesehenen Verbindungselemente können Ventile vorgesehen werden.

Die vorgenannte Bauform eignet sich besonders auch für Adsorptionswärmepumpen, bei denen Trägermaterial mit Sorptionsmittel beschichtet ist und eine freitragende Vakuumhülle vorgesehen ist.

Bevorzugt werden thermohydraulische Ventile als Verbindungselemente zwischen Adsorberkammern und Kondensator bzw. Verdampfer eingesetzt. Damit kann erreicht werden, dass in einer zur Desorption erhitzten Adsorberkammer das Ventil zum Kondensator durch die hohe Temperatur geöffnet wird und das Ventil zum Verdampfer

geschlossen wird. Ebenso ist es möglich, dass durch Kühlung während der Adsorption, das Ventil zum Verdampfer öffnet und das Ventil zum Kondensator schließt.

Eine energiesparende Betriebsweise der Adsorptionswärmepumpe kann erreicht werden, wenn ein Wärmetauscher vorgesehen ist, in welchem vom Antriebsmotor gewinnbare Wärme dem zu desorbierenden Sorptionsmaterial zugeführt werden kann. Bereits nach kurzer Betriebszeit des Antriebsmotors steht genügend Abwärme zur Verfügung, um das Sorptionsmaterial zu desorbieren. Die im Antriebsmotor anfallende Wärme kann über den Kühler und/oder über einen Wärmetauscher dem Abgas entnommen werden. Um einen Betrieb der Adsorptionswärmepumpe unabhängig vom Betrieb des Antriebsmotors zu ermöglichen ist alternativ oder zusätzlich vorgesehen, die notwendige Wärme durch die Standheizung bereitzustellen.

Um eine kompakte und gewichtssparende Bauweise zu ermöglichen, ist der Wärmetauscher, mit dem bei der Desorption Wärme zugeführt wird, so ausgelegt, dass die bei der Adsorption anfallende Wärme abgeführt werden kann. Dazu kann am Wärmetauscher ein Ventil angebracht sein, das es gestattet ein Sekundärmedium entweder zum Kühler des Antriebsmotors oder zu einem externen Kühler zur Abfuhr der bei der Adsorption freiwerdenden Wärme fließen zu lassen.

Die im Verdampfer erzeugbare Kälte kann durch ein Wärmeübertragungsmedium und/oder ein Wärmerohr an einen Luftkühler übertragen werden. In diesem Luftkühler kann die in einen zu kühlenden Bereich gepumpte Luft gekühlt werden. Im Allgemeinen gilt es die Fahrgastzelle zu kühlen. Denkbar ist aber auch die Kühlung des Laderaums eines LKWs, der verderbliche Waren transportiert. Die Übertragung der Kälte durch ein Wärmeübertragungsmedium oder ein Wärmerohr hat den Vorteil, dass der Verdampfer

kleiner ausgeführt werden kann, da eine relativ kleine Fläche benötigt wird, um die Kälte vom Verdampfer an ein flüssiges Wärmeübertragungsmedium oder an ein Wärmerohr zu übertragen.

Es ist aber auch möglich die zu kühlende Luft direkt am Verdampfer zu kühlen. Dies hat den Vorteil, dass der Verdampfer eine höhere Temperatur als in der vorstehenden Alternative haben darf, um eine hinreichend kühle Luft zu erhalten. Bei einer höheren Temperatur im Verdampfer kann aus thermodynamischen Gründen eine höhere Effizienz der Adsorptionswärmepumpe erreicht werden.

Eine kompakte Bauform des Kondensators wird auch erzielt, wenn die in den Adsorberkammern und/oder im Kondensator anfallende Wärme durch ein flüssiges Wärmeübertragungsmedium und/oder ein Wärmerohr an einen Rückkühler übertragbar ist, in dem die Wärme an die Außenluft übertragbar ist. Dabei ist es auch eine Integration in das Kühlsystem des Antriebsmotors denkbar.

Ermöglicht man, dass die in den Adsorberkammern und/oder im Kondensator anfallende Wärme direkt an die Außenluft übertragen wird, kann der Temperaturunterschied zwischen der Außentemperatur und der Kondensatortemperatur niedriger sein, da die für die Überragung der Wärme an einen Zwischenkühlkreis erforderliche Temperaturdifferenz wegfällt. Dies gestattet insbesondere bei hohen Temperaturen der Außenluft einen effizienteren Betrieb der Adsorptionswärmepumpe.

Geeignete Sorptionsmaterialien für eine Adsorptionswärmepumpe zur Klimatisierung von Kraftfahrzeugen sind Zeolithe. Auch andere Gerüstsilikate und amorphe offenporige Silikate, beispielsweise Silikagel, oder aktivierte Kohlenstoffe sind geeignet. Grundsätzlich kommen alle aus der

Adsorptionswärmepumpentechnik bekannten Sorptionsmittel in Frage.

Als Arbeitsmittel eignet sich Wasser, da es bei günstigen thermodynamischen Eigenschaften zugleich billig und günstig ist. Auch Methanol oder Metahnol-Wasser Gemische sind geeignet. Grundsätzlich können alle bekannten Arbeitsmittel verwendet werden.

Eine deutliche Erhöhung des Komforts kann erreicht werden, wenn eine Steuerung der Adsorptionswärmepumpe vorhanden ist, die eine Klimatisierung zu einer vorgegebenen Zeit und/oder nach Empfang eines außerhalb des Fahrzeugs auslösbaren Signals ermöglicht. Die Fahrgastzelle eines Kraftfahrzeugs heizt sich im Stand bei entsprechendem Wetter mitunter erheblich auf. Selbst leistungsstarke Klimaanlagen benötigen längere Zeit, um in der Fahrgastzelle angenehme Temperaturen bereitzustellen. Die nötige leistungsstarke Auslegung der Klimaanlagen führt zu einem erhöhten Platzbedarf, zu einem erhöhten Gewicht und zu einem erhöhten Energieverbrauch beim Betrieb. Dies kann vermieden werden, wenn die Klimatisierung zu einer vorgegebenen Zeit vor dem geplanten Fahrtbeginn startet. Da der erneute Fahrtbeginn häufig bei Verlassen des Fahrzeugs nicht feststeht, ist es günstig wenn die Klimatisierung durch ein außerhalb des Fahrzeugs auslösbares Signal vom Benutzer ausgelöst werden kann. Dies kann beispielsweise mit Funkgeräten, Mobiltelefonen oder anderen Geräten zur schnurlosen Signalübertragung erfolgen. Der Betrieb der Klimaanlage im Stand ist bei Kompressionskältemaschinen, wie sie üblicherweise zur Fahrzeugklimatisierung eingesetzt werden, nicht möglich. Adsorptionswärmepumpen hingegen können beispielsweise mit einer Standheizung betrieben werden

Eine weitere Möglichkeit für eine kompakte Bauweise einer Adsorptionswärmepumpe wird dadurch erreicht, dass zur

Wärmeübertragung vom Sorptionsmaterial an ein in einem Wärmetauscher fließendes Sekundärmedium ein Metallschwamm vorgesehen ist. Der Metallschwamm kann als Trägermedium für das Sorptionsmittel dienen. Damit weisen die Adsorberkammern freie Formbarkeit auf. Sie können flexibel gestaltet werden und freien Platz im Motorraum oder anderen Bereichen des Kraftfahrzeugs nutzen Eine Wärmepumpe mit einem Metallschwamm zur Wärmeübertragung und/oder als Trägermaterial für das Sorptionsmittel liefert generell bei allen Adsorptionswärmepumpen die genannten Vorteile. Es sind daher bei allen Adsorptionswärmepumpen grundsätzlich die nachfolgend beschriebenen Ausbildungen der Adsorptionswärmepumpe möglich.

So ist es möglich die Adsorberkammern so anzuordnen, dass der Metallschwamm bei einem Unfall zur Aufnahme kinetischer Energie dienen kann. Damit dient die Adsorptionswärmepumpe zugleich als Sicherheitseinrichtung. Dies erhöht bei selbem Gewicht die Sicherheit oder gestattet gleiche Sicherheit bei eingespartem Gewicht.

Besonders günstig ist es hierzu die Adsorptionswärmepumpe als Stoßstange des Kraftfahrzeugs auszubilden. Damit kann die Adsorptionswärmepumpe platz- und gewichtssparend untergebracht werden. Außerdem kann die Kühlung durch Außenluft einfach erfolgen.

Um eine quasikontinuierliche Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs im Dauerbetrieb erreichen zu können, ist eine Adsorptionswärmepumpe mit einer ersten Adsorberkammer und einer zweiten Adsorberkammer so zu betreiben, dass abwechselnd die erste Adsorberkammer adsorbiert bzw. desorbiert wird und gleichzeitig die zweite Adsorberkammer desorbiert bzw. adsorbiert wird. Diese Verfahrensweise gestattet auf einfache Weise eine quasikontinuierliche Klimatisierung. Für die Adsorption einer Adsorberkammer

besteht eine offene Verbindung zwischen der betreffenden Adsorberkammer und dem Verdampfer und keine offene Verbindung zwischen der betreffenden Adsorberkammer und dem Kondensator. Für die Desorption hingegen besteht eine offene Verbindung der betreffenden Adsorberkammer zum Kondensator und keine offene Verbindung zum Verdampfer.

Eine Weiterbildung des Verfahrens besteht darin, dass nach Abstellen des Antriebsmotors des Kraftfahrzeugs die Adsorberkammern ohne gleichzeitige Adsorption desorbiert werden. Nach Abstellen des Antriebsmotors entfällt in der Regel die Notwendigkeit das Kraftfahrzeug zu klimatisieren. Allerdings heizt sich die Fahrgastzelle häufig stark auf, sodass abzusehen ist, dass eine Klimatisierung nötig sein wird, ohne dass die für die Desorption notwendige Wärme aus der Abwärme des Antriebsmotors gewonnen werden kann. Daher ist es günstig nach dem Abstellen des Antriebsmotors noch vorhandene Abwärme dafür zu nutzen die Adsorberkammern zu desorbieren, auch wenn momentan keine Adsorption erfolgt.

Eine Adsorptionswärmepumpe kann als Kälte- und/oder Wärmespeicher genutzt werden, indem das Sorptionsmaterial in einem desorbierten Zustand gehalten wird. Die Verwendung als Kältespeicher erfolgt, indem die Möglichkeit genutzt wird, im Verdampfer Kälte zu erzeugen durch Adsorption des Sorptionsmaterials. Bei der Verwendung als Wärmespeicher wird der Umstand genutzt, dass bei der Adsorption Wärme frei wird. Diese Wärme kann beispielsweise zur Vorwärmung des Antriebsmotors genutzt werden. Dadurch können Kraftstoffverbrauch und Verschleiß gesenkt werden. Auch eine Heizung der Fahrgastzelle ist so energiesparend möglich

Anhand der Figuren sollen Einzelheiten nachfolgend näher beschrieben werden. Dabei zeigen

Fig. 1 eine Grundbauform der erfindungsgemäßen Adsorptionswärmepumpe

Fig. 2a eine Aufsicht und Fig. 2b eine Seitenansicht einer als Stoßstange ausgebildeten Adsorptionswärmepumpe

Fig. 3a und 3b eine Einbindung der Adsorptionswärmepumpe in die Klimaanlage eines Fahrzeugs mit getrennten Wärmeübertragern

Fig. 4a und 4b Ausführungsformen mit integrierter Rückkühlung

Fig. 5a und 5b zeigen Ausführungsformen mit direkter Beheizung des Verdampfers durch die Umluft

In Fig. 1 ist die Grundbauform der erfindungsgemäßen Adsorptionswärmepumpe ersichtlich. Die erste Adsorberkammer 1, die zweite Adsoberkammer 2, der Kondensator 3 und der Verdampfer 4 sind von einer nicht freitragenden Vakuumhülle 5 umgeben. Die Adsorberkammern 1, 2 sind mit Ventilen 6, 7, 8, 9 jeweils mit dem Kondensator 3 und dem Verdampfer 4 verbunden. Kondensator 3 und Verdampfer 4 sind zwischen den Adsorberkammern angeordnet. Kondensator 3 und Verdampfer 4 sind durch eine Kondensatrückführung 10, die ein Drosselventil 11 aufweist, verbunden.

In Fig. 2a ist eine Aufsicht einer Adsorptionswärmepumpe gezeigt, die als Stoßstange ausgebildet ist. In den Adsorberkammern sind Metallschwämme als Wärmeübertrager eingesetzt. Dies ermöglicht die dargestellte Ausbildung der Adsorptionswärmepumpe als Stoßstange. In Fig. 2b ist eine Seitenansicht der als Stoßstange ausgebildeten Adsorptionswärmepumpe gezeigt.

Fig. 3a zeigt die Einbindung der Adsorptionswärmepumpe in das Klimasystem des Fahrzeugs. Die vom Antriebsmotor 12 stammende Abwärme wird der Adsorptionswärmepumpe 13

zugeführt. Als Wärmeübertragungsmedium dient ein Wasser-Glykol-Gemisch. Damit wird die für die Desorption erforderliche Wärme zugeführt. Die Wärme muss für eine Adsorptionswärmepumpe mit dem Sorptionsmittel Zeolith und dem Arbeitsmittel Wasser bei einer Temperatur von mindestens 70°C zugeführt werden.

Die im Verdampfer 4 der Adsorptionswärmepumpe 13 erzeugte Kälte wird mit einem Wasser-Glykol-Gemisch in den Luftkühler 14 transportiert. Im Luftkühler 14 wird die Kälte über einen Wärmetauscher an die zu kühlende Luft übertragen. Die gekühlte Luft wird in die Fahrgastzelle gepumpt. Die bei der Adsorption und bei der Kondensation freiwerdende Wärme wird mit einem Wasser-Glykol-Gemisch zum Rückkühler 15 transportiert

Fig. 3b zeigt eine Ausführungsform, in der der Wärmetransport zwischen Adsorptionswärmepumpe und Rückkühler sowie Luftkühler jeweils über ein Wärmerohr erfolgt.

Fig. 4a zeigt einen Aufbau ohne externen Rückkühler. In diesem Fall wird die in der Adsorptionswärmepumpe 13 anfallende Wärme direkt an die Außenluft übertragen. Fig. 4b zeigt eine Variante, bei der die Übertragung der Kälte von der Adsorptionswärmepumpe 13 an den Luftkühler 14 durch ein Wärmerohr erfolgt. Die für die Desorption erforderliche Wärme wird vom Antriebsmotor 12 mit einem Wasser-Glykol-Gemisch an die Adsorptionswärmepumpe 13 übertragen.

Fig. 5a zeigt eine Ausführungsform, bei der die im Verdampfer 4 erzeugte Kälte direkt an die Luft übertragen wird. die in die Fahrgastzelle gepumpt wird. Die bei der Adsorption und im Kondensator freiwerdende Wärme wird mit einem Wasser-Glykol-Gemisch an den Rückkühler 15 abgegeben. Alternativ kann wie in Fig. 5b gezeigt, die Wärme auch mit einem Wärmerohr dem Rückkühler 15

übertragen werden. Die für die Desorption erforderliche Wärme wird vom Antriebsmotor 12 mit einem Wasser-Glykol-Gemisch an die Adsorptionswärmepumpe 13 übertragen.

Bezugszeichenliste

1	erste Adsorberkammer
2	zweite Adsorberkammer
3	Kondensator
4	Verdampfer
5	Vakuumhülle
6	Ventil zwischen erster Adsorberkammer und Kondensator
7	Ventil zwischen erster Adsorberkammer und Verdampfer
8	Ventil zwischen zweiter Adsorberkammer und Kondensator
9	Ventil zwischen zweiter Adsorberkammer und Verdampfer
10	Kondensatrückführung
11	Drosselventil
12	Antriebsmotor
13	Adsorptionswärmepumpe
14	Luftkühler
15	Rückkühler

Patentansprüche

1. Adsorptionswärmepumpe zur Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs mit einer ersten Adsorberkammer (1), die über ein erstes Verbindungselement (6) mit einem Kondensator (3) verbunden ist und über ein zweites Verbindungselement (7) mit einem Verdampfer (4) verbunden ist, einer zweiten Adsorberkammer (2), die über ein drittes Verbindungselement (8) mit dem Kondensator (3) verbunden ist und über ein viertes Verbindungselement (9) mit dem Verdampfer (4) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adsorberkammern (1, 2), der Kondensator (3) und der Verdampfer (4) von einer nicht freitragenden Vakuumhülle (5) umgeben sind, wobei die Adsorberkammern Adsorber enthalten, die ein Trägermaterial, das mit einem Sorptionsmittel beschichtet ist, umfassen.

2. Adsorptionswärmepumpe, insbesondere Adsorptionswärmepumpe nach Anspruch 1, mit einer ersten Adsorberkammer (1), die über ein erstes Verbindungselement (6) mit einem Kondensator (3) verbunden ist und über ein zweites Verbindungselement (7) mit einem Verdampfer (4) verbunden ist, einer zweiten Adsorberkammer (2), die über ein drittes Verbindungselement (8) mit dem Kondensator (3) verbunden ist und über ein viertes Verbindungselement (9) mit dem Verdampfer (4) verbunden ist **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adsorberkammern (1, 2), der Kondensator (3) und der Verdampfer (4) von einer nicht freitragenden Vakuumhülle (5) umgeben sind, wobei der Verdampfer (4) und der Kondensator (3) zwischen der ersten Adsorberkammer (1) und der zweiten Adsorberkammer (2) angeordnet sind, und durch eine Kondensatrückführung (10) mit einem druckreduzierendem Verbindungselement (11) verbunden sind.

3. Adsorptionswärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Verbindungselemente (6, 7, 8, 9) zwischen den Adsorberkammern (1, 2) und dem Kondensator (3) sowie dem Verdampfer (4) thermohydraulische Ventile eingesetzt sind.

4. Adsorptionswärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in den Adsorberkammern (1, 2) ein Wärmetauscher vorgesehen ist, in welchem vom Antriebsmotor (12) und/oder von einer Standheizung gewinnbare Wärme dem zu desorbierenden Sorptionsmaterial zuführbar ist.

5. Adsorptionswärmepumpe nach einem der vorhergenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wärmetauscher geeignet ist, die bei der Adsorption freiwerdende Wärme abzuführen.

6. Adsorptionswärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Verdampfer (4) erzeugbare Kälte durch ein Wärmeübetragungsgmedium und/oder ein Wärmerohr an einen Luftkühler (14) übertragbar ist, in dem die in einen zu kühlenden Bereich zu transportierende Luft kühlbar ist.

7. Adsorptionswärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die im Verdampfer (4) erzeugbare Kälte direkt an die in den zu kühlenden Bereich zu transportierende Luft übertragbar ist.

8. Adsorptionswärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in den Adsorberkammern (1, 2) und/oder im Kondensator (3) anfallende Wärme durch ein Wärmeübetragunsgmedium und/oder ein Wärmerohr an einen Rückkühler (15) übertragbar ist, in dem die Wärme an die Außenluft abgegeben werden kann.

9. Adsorptionswärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in den Adsorberkammern (1, 2) und/oder im Kondensator (3) anfallende Wärme direkt an die Außenluft abgegeben werden kann.

10. Adsorptionswärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sorptionsmaterial ein Zeolith ist.

11. Adsorptionswärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Arbeitsmittel Wasser ist.

12. Adsorptionswärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Steuerung der Adsorptionswärmepumpe vorhanden ist, die eine Klimatisierung zu einer vorgegebenen Zeit und/oder nach Empfang eines außerhalb des Fahrzeugs auslösbaren Signals ermöglicht.

13. Adsorptionswärmepumpe, insbesondere nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Wärmeübertragung vom Sorptionsmaterial an ein in einem Wärmetauscher fließendes Sekundärmedium ein Metallschwamm vorgesehen ist.

14. Adsorptionswärmepumpe nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adsorberkammern (1, 2) in einem Kraftfahrzeug so angeordnet sind, dass der Metallschwamm bei einem Unfall zur Aufnahme kinetischer Energie dienen kann

15. Adsorptionswärmepumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Adsorptionswärmepumpe als Stoßstange des Kraftfahrzeugs ausgebildet ist oder in einem Teilbereich der Stoßstange angeordnet ist.

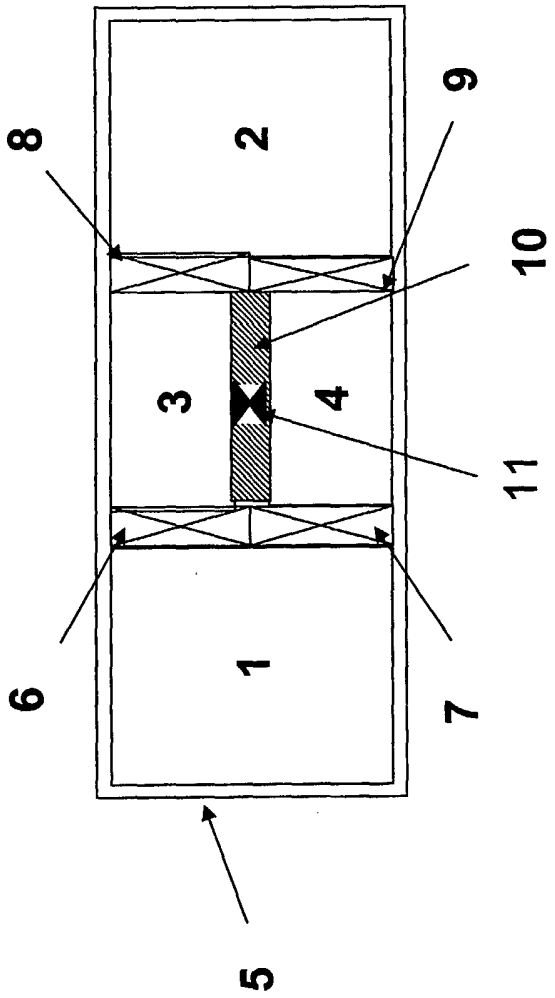
16. Verfahren zur Klimatisierung eines Kraftfahrzeugs mit einer Adsorptionswärmepumpe mit einer ersten Adsorberkammer (1) und mit einer zweiten Adsorberkammer (2), insbeosndere mit einer Adsorptionswärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 15, indem abwechselnd die erste Adsorberkammer (1) adsorbiert bzw. desorbiert und gleichzeitig die zweite Adsorberkammer (2) bei Adsorption der ersten Adsorberkammer (1)desorbiert bzw. bei Desorption der ersten Adsorberkammer (1) adsorbiert wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Abstellen des Antriebsmotors (12) des Kraftfahrzeugs mindestens eine Adsorberkammer (1, 2) ohne gleichzeitige Adsorption desorbiert wird.

18. Verwendung einer Adsorptionswärmepumpe, insbesondere einer Adsorptionswärmepunpe nach einem der Ansprüche 1 bis 15, als Kältespeicher und/oder als Wärmespeicher, indem das Sorptionsmaterial in einem desorbierten Zustand gehalten wird.

19. Verwendung einer Adsorptionswärmepumpe, insbesondere einer Adsorptionswärmepumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 15, indem die bei der Adsorption freiwerdende Wärme zur Motorvorwärmung genutzt wird.

Fig. 1



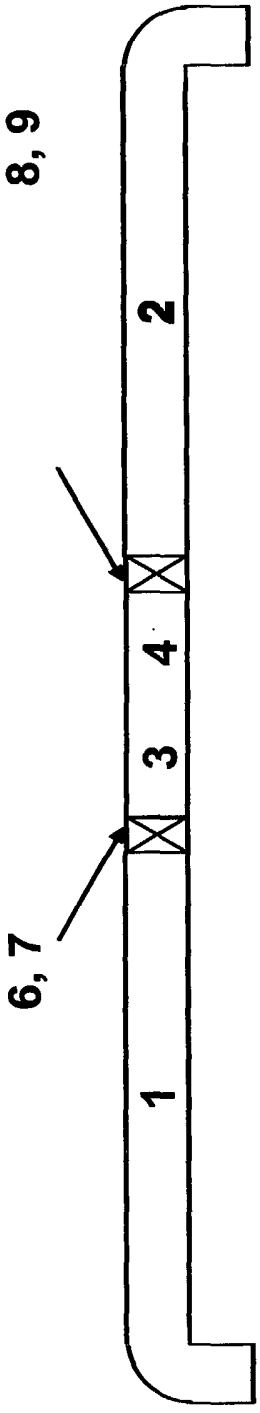


Fig. 2a

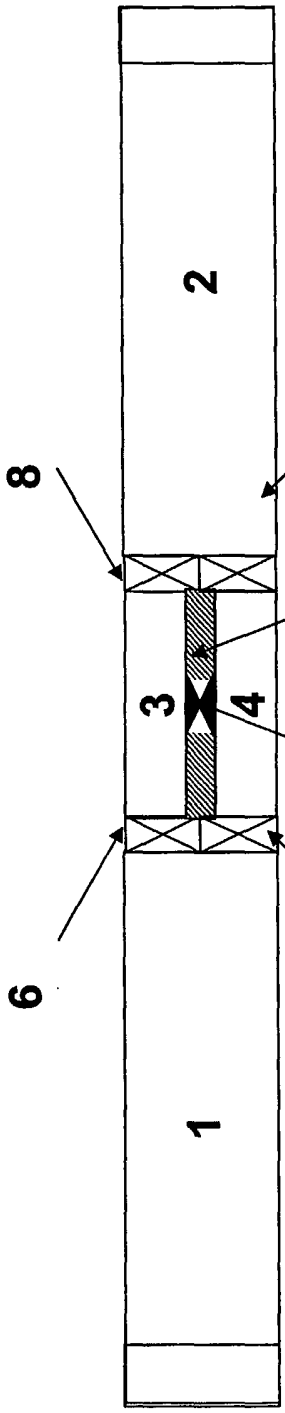


Fig. 2b

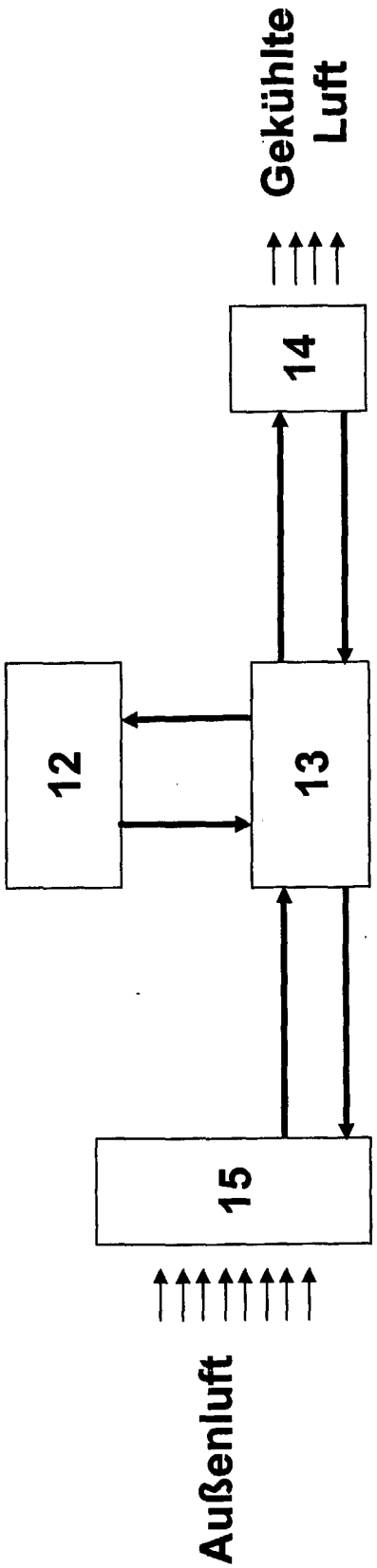

Gekühlte Luft
14
12
13
15
Außenluft

Fig. 3a

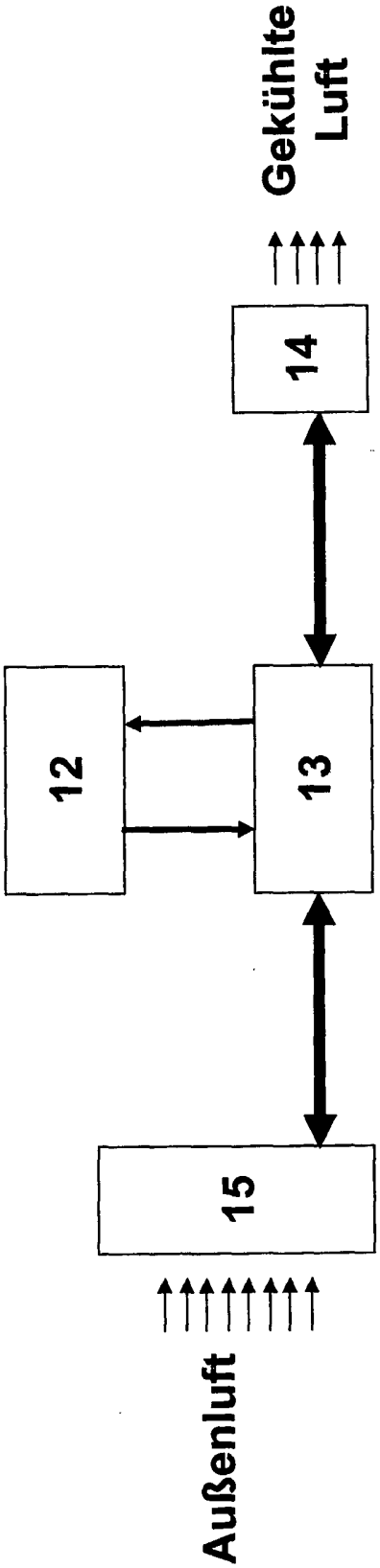

Gekühlte Luft
14
12
13
15
Außenluft

Fig. 3b

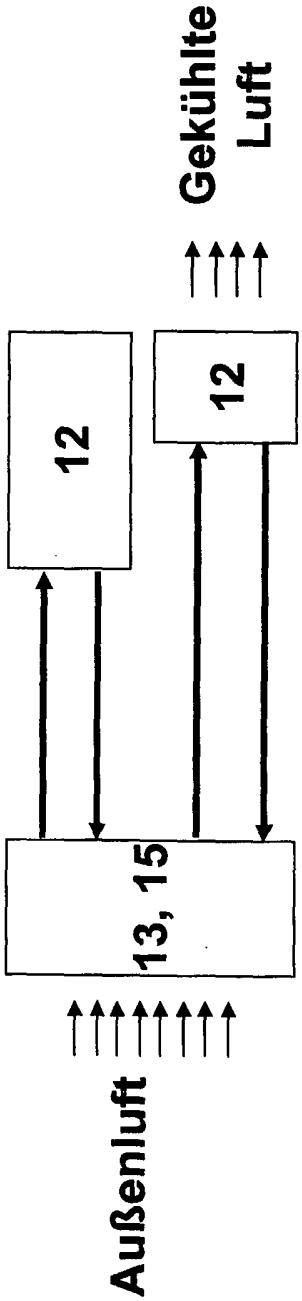

Gekühlte Luft
12
12
13, 15
Außenluft

Fig. 4a

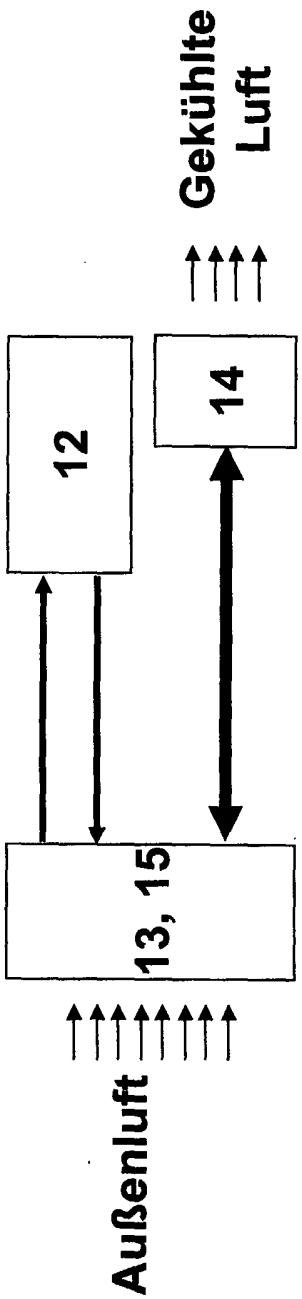

Gekühlte Luft
12
14
13, 15
Außenluft

Fig. 4b

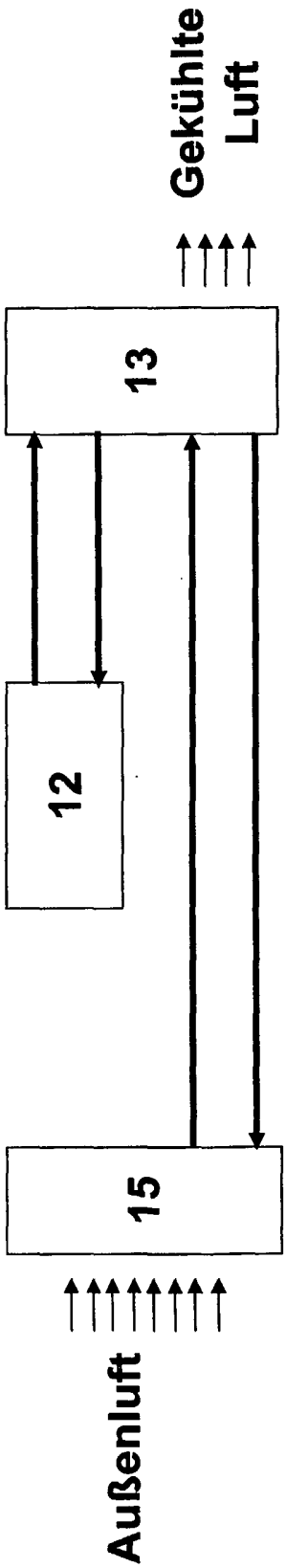

Gekühlte Luft
13
12
15
Außenluft

Fig. 5a

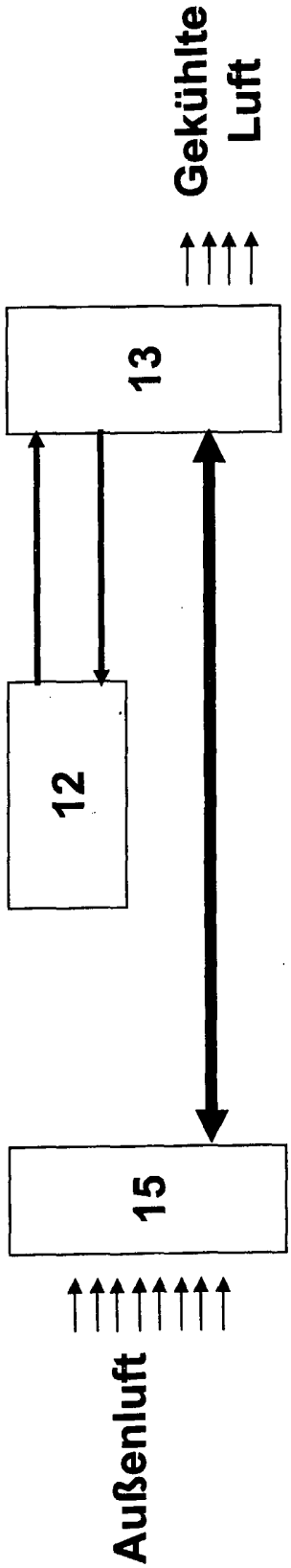

Gekühlte Luft
13
12
15
Außenluft

Fig. 5b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2005/011699

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B60H1/32

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)
B60H F25B

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 practical, 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.
A	US 4 408 468 A (ALEFELD ET AL) 11 October 1983 (1983-10-11) the whole document	1
A	US 4 548 046 A (BRANDON ET AL) 22 October 1985 (1985-10-22) abstract; figures	1
A	US 5 024 064 A (YONEZAWA ET AL) 18 June 1991 (1991-06-18) abstract; figures	1
A	EP 0 840 077 A (LUTZ, JOHANNES) 6 May 1998 (1998-05-06)	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in 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 document 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
24 January 2006	31/01/2006

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Grenbäck, M.L.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2005/011699

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4408468 A	11-10-1983	DE 2939423 A1	16-04-1981
		EP 0026257 A2	08-04-1981
		JP 56056567 A	18-05-1981
US 4548046 A	22-10-1985	DE 3462624 D1	16-04-1987
		EP 0124455 A2	07-11-1984
		FR 2539854 A1	27-07-1984
		JP 60036852 A	26-02-1985
US 5024064 A	18-06-1991	AU 616592 B2	31-10-1991
		AU 4976790 A	06-09-1990
		DE 4006287 A1	27-09-1990
		FR 2643704 A1	31-08-1990
		GB 2231393 A	14-11-1990
		JP 2047332 C	25-04-1996
		JP 2230068 A	12-09-1990
		JP 7065816 B	19-07-1995
		KR 9305665 B1	24-06-1993
EP 0840077 A	06-05-1998	DE 19644938 A1	30-04-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2005/011699

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

B60H1/32

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B60H F25B

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.
A	US 4 408 468 A (ALEFELD ET AL) 11. Oktober 1983 (1983-10-11) das ganze Dokument	1
A	US 4 548 046 A (BRANDON ET AL) 22. Oktober 1985 (1985-10-22) Zusammenfassung; Abbildungen	1
A	US 5 024 064 A (YONEZAWA ET AL) 18. Juni 1991 (1991-06-18) Zusammenfassung; Abbildungen	1
A	EP 0 840 077 A (LUTZ, JOHANNES) 6. Mai 1998 (1998-05-06)	1

☐ 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" älteres Dokument, 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 anderen 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
24. Januar 2006	31/01/2006

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Grenbäck, M.L.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2005/011699

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4408468	A	11-10-1983	DE	2939423 A1	16-04-1981
			EP	0026257 A2	08-04-1981
			JP	56056567 A	18-05-1981
US 4548046	A	22-10-1985	DE	3462624 D1	16-04-1987
			EP	0124455 A2	07-11-1984
			FR	2539854 A1	27-07-1984
			JP	60036852 A	26-02-1985
US 5024064	A	18-06-1991	AU	616592 B2	31-10-1991
			AU	4976790 A	06-09-1990
			DE	4006287 A1	27-09-1990
			FR	2643704 A1	31-08-1990
			GB	2231393 A	14-11-1990
			JP	2047332 C	25-04-1996
			JP	2230068 A	12-09-1990
			JP	7065816 B	19-07-1995
			KR	9305665 B1	24-06-1993
EP 0840077	A	06-05-1998	DE	19644938 A1	30-04-1998