

(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. Oktober 2009 (22.10.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/127292 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60H 1/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/001286

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Februar 2009 (24.02.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 019 816.1
19. April 2008 (19.04.2008) DE
10 2008 035 216.0 29. Juli 2008 (29.07.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DAIMLER AG** [DE/DE]; Mercedesstrasse 137, 70327 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **EICHBERGER, Bernd** [DE/DE]; Erfürter Strasse 40, 75365 Calw (DE).
HARM, Klaus [DE/DE]; Lustnauerstrasse 10, 70597 Stuttgart (DE).

(74) Anwälte: **JUNG, Roland** et al.; Daimler AG, Intellectual Property and Technology Management, GR/VI - H512, 70546 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: COOLING ARRANGEMENT AND METHOD FOR COOLING A TEMPERATURE-SENSITIVE ASSEMBLY OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: KÜHLANORDNUNG UND VERFAHREN ZUM KÜHLEN EINES TEMPERATUREMPFINDLICHEN AGGREGATS EINES KRAFTFAHRZEUGS

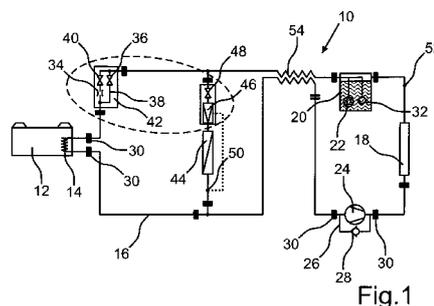


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a cooling arrangement (10) for cooling a temperature-sensitive assembly, particularly an electrical assembly (12), of a motor vehicle, having a condenser (18) for liquefying at least a partial volume of a coolant in a cooling circuit (16) and having an evaporator (14) disposed downstream of the condenser (18) on which the coolant can be impinge and to which heat from the electrical assembly (12) can be applied, wherein the cooling arrangement (10) comprises a pump device (22) by means of which the evaporator (14) can be impinged by at least the liquefied partial volume of the coolant. The invention further relates to a method for cooling a temperature-sensitive assembly, particularly an electrical assembly (12), of a motor vehicle.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kühlanordnung (10) zum Kühlen eines temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere eines Elektroaggregats (12), eines Kraftfahrzeugs, mit einem Kondensator (18) zum Verflüssigen zumindest eines Teilvolumens eines Kältemittels in einem Kältekreislauf (16) und mit einem stromabwärts des Kondensators (18) angeordneten Verdampfer (14), welcher mit dem Kältemittel beaufschlagbar und welchem Wärme des Elektroaggregats (12) zuführbar ist, wobei die Kühlanordnung (10) eine Pumpeinrichtung (22) aufweist, mittels welcher der Verdampfer (14)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2009/127292 A1

Kühlordnung und Verfahren zum Kühlen eines temperaturempfindlichen Aggregats eines Kraftfahrzeugs

Die Erfindung betrifft eine Kühlordnung zum Kühlen eines temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere eines Elektroaggregats, eines Kraftfahrzeugs, mit einem Kondensator zum Verflüssigen zumindest eines Teilvolumens eines Kältemittels in einem Kältekreislauf und mit einem stromabwärts des Kondensators angeordneten Verdampfer, welcher mit dem Kältemittel beaufschlagbar ist, und welchem Wärme des temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere des Elektroaggregats, zuführbar ist.

Als temperaturempfindliche Aggregate des Kraftfahrzeugs sind vorliegend Aggregate zu verstehen, welche beim Betreiben des Kraftfahrzeugs eine Erwärmung erfahren können, wobei die Erwärmung eine Funktionsfähigkeit des Aggregats zumindest vorübergehend beeinträchtigen kann. Hierbei kann die Erwärmung eine Folge des Betriebens des Aggregats selbst und/oder eine Folge eines externen Wärmeeintrags, etwa eines Eintrags von Abwärme eines Antriebsaggregats oder von Sonneneinstrahlung, sein.

Insbesondere in Hybridfahrzeugen und/oder Elektrofahrzeugen erzeugen Elektroaggregate wie Fahrbatterien, insbesondere Lithium-Ionen-Batterien, Brennstoffzellen und dergleichen Wärme, wobei eine Menge an von dem Elektroaggregat erzeugter Wärme vom Lastzustand des Elektroaggregats abhängt. Lithium-Ionen-Batterien sollten jedoch in einem Temperaturbereich von 20° C bis 30° C betrieben werden, um zu vermeiden, dass sich ihre Lebensdauer stark verkürzt.

Zum Kühlen des Elektroaggregats, insbesondere der Lithium-Ionen-Batterie, kann an der Batterie ein Verdampfer einer zum Kühlen eines Fahrgastraums des Kraftfahrzeugs ausgelegten Kälteanlage angeordnet sein. Durch Beaufschlagen des Verdampfers mit einem in einem Kältekreislauf der Kälteanlage zirkulierenden Kältemittel und durch Zuführen von Wärme des Elektroaggregats zu dem Verdampfer ist das Elektroaggregat

kühlbar. Die Kälteanlage zum Kühlen des Fahrgastraums des Kraftfahrzeugs weist hierbei in üblicher Weise einen Verdichter zum Verdichten des gasförmigen Kältemittels, einen Kondensator zum Verflüssigen zumindest eines Teilvolumens des verdichteten Kältemittels sowie ein dem Verdampfer vorgeschaltetes Expansionsorgan zum Entspannen des verdichteten Kältemittels auf.

Als im Hinblick auf einen Energiebedarf der Kälteanlage ungünstig ist hierbei der Umstand anzusehen, dass auch bei kühlen Umgebungsbedingungen, bei welchen ein Kühlen des Fahrgastraums des Kraftfahrzeugs mittels der Kälteanlage nicht notwendig ist, der Verdichter der Kälteanlage betrieben werden muss, wenn von dem Elektroaggregat Wärme abgeführt und dem Verdampfer zugeführt werden soll.

Alternativ kann, wie in der DE 101 28 164 A1 beschrieben, zum Kühlen des Elektroaggregats ein von dem Kältekreislauf der Kälteanlage separater Kühlmittelkreislauf vorgesehen sein. Der Kühlmittelkreislauf kann als Kühlmittel eine Sole, insbesondere ein Wasser-Glykantin-Gemisch enthalten. Das Kühlmittel kann mittels der zum Kühlen des Fahrgastraums vorgesehenen Kälteanlage gekühlt werden. Hierbei wird das Kühlmittel mittels eines Verdampfers, welcher in einem Kältekreislauf der Kälteanlage zum Kühlen des Fahrgastraums angeordnet ist, gekühlt. Das gekühlte Kühlmittel wird über den separaten Kühlmittelkreislauf dem Elektroaggregat zugeführt.

Bei einer derartigen Kühlanordnung ist der Umstand als nachteilig anzusehen, dass beim Kühlen des Kühlmittels in dem separaten Kühlmittelkreislauf, insbesondere beim Nutzen des in den Kältekreislauf der Kälteanlage integrierten Verdampfers, eine ineffiziente Wärmetransportkette gegeben ist.

Des Weiteren ist es aus dem Stand der Technik bekannt, das Kühlmittel des separaten Kühlmittelkreislaufs, etwa eine Wasser-Glykol-Gemisch, kann bei niedrigen Umgebungstemperaturen mit Umgebungsluft zu kühlen. Beim Kühlen des separaten Kühlmittelkreislaufs mittels der Umgebungsluft des Kraftfahrzeugs kann der Kühler zum Kühlen des Kühlmittels in lufthydraulisch und thermisch ungünstiger Weise im Bereich anderer, etwa zum Kühlen eines Motorkühlmittels vorgesehener, Kühler oder in strömungstechnisch vergleichsweise ungünstiger Weise im Unterbodenbereich des Kraftfahrzeugs angeordnet sein.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Kühlanordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, mittels welcher ein besonders effizientes Kühlen eines temperaturempfindlichen Aggregats eines Kraftfahrzeugs ermöglicht ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Kühlanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 16 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Kühlanordnung zum Kühlen eines temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere Elektroaggregats, eines Kraftfahrzeugs, mit einem Kondensator zum Verflüssigen zumindest eines Teilvolumens eines Kältemittels in einem Kältekreislauf und mit einem stromabwärts des Kondensators angeordneten Verdampfer, welcher mit dem Kältemittel beaufschlagbar und welchem Wärme des temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere Elektroaggregats, zuführbar ist, weist eine Pumpeinrichtung auf, mittels welcher der Verdampfer zumindest mit dem verflüssigten Teilvolumen des Kältemittels beaufschlagbar ist.

Die Pumpeinrichtung ist hierbei als Flüssigkeits-Pumpeinrichtung ausgebildet, welche zum Fördern des verflüssigten Teilvolumens des Kältemittels ausgelegt ist. Demgegenüber ist ein Verdichter eines Kältekreislaufs zum Verdichten und Fördern von gasförmigem Kältemittel ausgelegt, wobei ein Beaufschlagen des Verdichters mit flüssigem Kältemittel die Funktionsfähigkeit des Verdichters beeinträchtigt.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass insbesondere bei Temperaturen der das Kraftfahrzeugs umgebenden Umgebungsluft von weniger als 20° C Wärme des temperaturempfindlichen Aggregats mit besonders geringem Energieaufwand, nämlich lediglich dem zum Betreiben der Pumpeinrichtung notwendigen Energieaufwand, an die Umgebung abgeführt werden kann. Hierbei fördert die Pumpeinrichtung zumindest das mittels des Kondensators verflüssigte Teilvolumen des Kältemittels zu dem Verdampfer, wobei dem temperaturempfindlichen Aggregat Wärme in Form von latenter Wärme entzogen wird, welche zum Überführen des verflüssigten Kältemittels in einen gasförmigen Zustand aufzubringen ist. Dadurch ist ein besonders effizientes Kühlen des temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere Elektroaggregats, des Kraftfahrzeugs ermöglicht.

Je nach Lastbedingungen des Elektroaggregats kann ein Kühlen des Elektroaggregats, insbesondere durch getaktetes Betreiben der Pumpeinrichtung, auch noch bei Umgebungstemperaturen von bis zu 27°C möglich sein, sofern der Kondensator gut von Umgebungsluft umströmt wird, etwa beim zügiger Fahrt des Kraftfahrzeugs.

Von Vorteil ist hierbei weiterhin, dass der Kondensator, welcher an lufthydraulisch besonders günstiger Position des Kraftfahrzeugs anordenbar ist, zur besonders effizienten Abfuhr von Wärme des temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere Elektroaggregats, nutzbar ist. Demgegenüber ist beim Kühlen des temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere Elektroaggregats, mittels des aus dem Stand der Technik bekannten separaten Kühlmittelkreislaufs der Kühler zum Kühlen des Kühlmittels in lufthydraulisch und thermisch ungünstiger Weise vor dem Kondensator angeordnet oder in einem thermisch und strömungstechnisch ungünstigen Bereich, etwa dem Unterboden des Kraftfahrzeugs, einem Radkasten oder dergleichen.

Durch ein Verzichten auf den separaten Kühlmittelkreislauf ist die Kühlanordnung besonders kompakt und kostengünstig auszubilden.

Ebenso ist ein besonders effizientes Kühlen des temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere Elektroaggregats, dadurch ermöglicht, dass keine Wärmeübertragsverluste bei einem Wärmeübergang zwischen unterschiedlichen Wärmeübertragermedien, etwa dem Kältemittel und dem Kühlmittel, auftreten.

Darüber hinaus können Leitungen des Kältekreislaufs, welche das Kältemittel dem temperaturempfindlichen Aggregat, insbesondere dem Elektroaggregat, zuführen, einen wesentlich geringeren Querschnitt aufweisen, als Leitungen des separaten, das Kühlmittel fördernden Kühlmittelkreislaufs.

Darüber hinaus sorgt das Kühlen des temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere Elektroaggregats, mittels Verdampfens von flüssigem Kältemittel für weitgehend isotherme Bedingungen in dem temperaturempfindlichen Aggregat. Dies liegt daran, dass ein Erwärmen des Kältemittels beim direkten Kühlen des temperaturempfindlichen Aggregats mittels des Verdampfers erst dann stattfindet, wenn das Kältemittel vollständig verdampft ist. Beim Kühlen des temperaturempfindlichen Aggregats mittels eines flüssigen, nicht verdampfenden Kühlmittels, etwa des in dem separaten Kühlmittelkreislauf verwendbaren Wasser-Glykol-Gemisches, erwärmt sich das Kühlmittel beim Durchströmen des temperaturempfindlichen Aggregats. Dadurch ist erstens ein

weniger effizientes Kühlen des temperaturempfindlichen Aggregats gegeben und es können Temperaturunterschiede innerhalb des gekühlten temperaturempfindlichen Aggregats von ca. 5° K auftreten.

Durch direktes Kühlen des temperaturempfindlichen Aggregats mittels des verdampfenden Kältemittels ist also ein Kühlen bei höheren Umgebungstemperaturen möglich als beim Nutzen des separaten Kühlmittelkreislaufs zum Kühlen.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die, insbesondere als Tauchpumpe ausgebildete, Pumpeinrichtung an einer, insbesondere stromabwärts des Kondensators angeordneten Sammeleinrichtung zum Sammeln des verflüssigten Teilvolumens des Kältemittels angeordnet. Dadurch weist die Pumpeinrichtung ein besonders gutes Anlaufverhalten auf. Die Pumpeinrichtung kann hierbei insbesondere in die Sammeleinrichtung integriert ausgebildet sein, so dass keine zusätzlich zu den zum Anordnen der Sammeleinrichtung in dem Kältekreislauf ohnehin vorzusehenden Trennstellen anzuordnen sind.

Des Weiteren hat es sich als vorteilhaft gezeigt, wenn der Kältekreislauf stromabwärts des Verdampfers und stromaufwärts des Kondensators einen Verdichter zum Verdichten des Kältemittels aufweist, wobei dem Verdampfer ein Expansionselement zum Entspannen des verdichteten Kältemittels vorgeschaltet ist, und wobei eine Überbrückungseinrichtung zum Überbrücken des Verdichters beim Beaufschlagen des Verdampfers mittels der Pumpeinrichtung vorgesehen ist. Dadurch ist es ermöglicht, das temperaturempfindliche Aggregat zu kühlen, auch wenn vergleichsweise hohe, also etwa über 25° C liegende, Umgebungstemperaturen vorliegen, wenn also die Temperatur der Umgebungsluft die Temperatur des temperaturempfindlichen Aggregats übersteigt. In diesem Fall ist zum Verflüssigen des Kältemittels des Kondensators ein Beaufschlagen des Kondensators mit mittels des Verdichters verdichtetem Kältemittel erforderlich.

Die Überbrückungseinrichtung zum Überbrücken des Verdichters beim Beaufschlagen des Verdampfers mittels der Pumpeinrichtung kann in vorteilhafter Weise ein Rückschlagventil aufweisen, welches beim Beaufschlagen des Verdampfers mittels der Pumpeinrichtung von dem Kältemittel durchströmbar ist. Dadurch ist ein besonders einfaches, betriebsphasenabhängiges Schließen und/oder Öffnen der Überbrückungseinrichtung ermöglicht. Beim Betreiben des Verdichters zum Beaufschlagen des Kondensators mit verdichtetem Kältemittel schließt das

Rückschlagventil die Überbrückungseinrichtung aufgrund des auf das Rückschlagventil wirkenden Drucks.

Es kann vorgesehen sein, dass mittels des Verdichters das Kältemittel mit einem Druck beaufschlagbar ist, welcher größer ist als ein beim Durchströmen des Kältemittels durch die Pumpeinrichtung maximal mittels der Pumpeinrichtung aufbringbarer Staudruck. Der Verdichter kann also ein Durchströmen der als Rückschlagventil wirkenden Pumpeinrichtung bewirken.

Ergänzend oder alternativ kann eine, insbesondere ein Rückschlagventil aufweisende Überbrückungseinrichtung zum Überbrücken der Pumpeinrichtung beim Beaufschlagen des Verdampfers mittels des Verdichters vorgesehen sein. Dadurch kann beim Betreiben des Verdichters das Kältemittel ungehindert an der Pumpeinrichtung vorbeiströmen. Weist die Überbrückungseinrichtung ein Rückschlagventil auf, so ist zudem ein Ausbilden einer Kurzschlussströmung in der Sammeleinrichtung beim Betreiben der Pumpeinrichtung verhindert.

Von Vorteil ist es weiterhin, wenn eine von dem Kältemittel durchströmbare Umgehungseinrichtung zum Umgehen des Expansionselements vorgesehen ist, welche mittels einer ersten Absperrereinrichtung absperrbar ist. Dadurch kann zumindest das verflüssigte Teilvolumen des Kältemittels drosselfrei und somit besonders effizient mittels der Pumpeinrichtung zu dem Verdampfer gefördert werden. Eine durch die Pumpeinrichtung zum Fördern des verflüssigten Teilvolumens des Kältemittels aufzubringenden Leistung kann dadurch minimiert werden. So kann bei außer Betrieb genommenen Verdichter mittels der Pumpeinrichtung bei einem Energieaufwand von weniger als 30 W das temperaturempfindliche Aggregat wirksam gekühlt werden, sofern die Temperatur der Umgebungsluft des Kraftfahrzeugs 20° C unterschreitet. Eine maximale Temperatur des Verdampfers, welchem Wärme des Elektroaggregats zugeführt wird, beträgt hierbei etwa 30° C. Ein Energiebedarf des Kraftfahrzeugs zum Kühlen des Elektroaggregats ist also besonders gering.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist dem Expansionselement eine zweite Absperrereinrichtung zugeordnet, mittels welcher ein Durchströmen des Expansionselements zu unterbinden ist. Dadurch kann sichergestellt werden, dass das verflüssigte Kältemittel drosselfrei dem Verdampfer zuströmt, wenn die Pumpeinrichtung betrieben wird.

Selbstverständlich können die erste Absperrereinrichtung und die zweite Absperrereinrichtung beispielsweise in ein Drei-Wege-Ventil integriert ausgebildet sein.

Von Vorteil ist es weiterhin, wenn der Kältekreislauf einen weiteren Verdampfer zum Kühlen eines Fahrgastraums des Kraftfahrzeugs aufweist, welchem ein weiteres Expansionselement zum Entspannen des mittels des Verdichters verdichteten Kältemittels vorgeschaltet ist. Dadurch können beim Betreiben des Kältekreislaufs mittels des Verdichters, also bei vergleichsweise hohen Umgebungstemperaturen, der dem temperaturempfindlichen Aggregat zugeordnete Verdampfer und gleichzeitig der weitere Verdampfer mit dem verdichteten Kältemittel beaufschlagt werden. So ist einerseits das effiziente Kühlen des Elektroaggregats gewährleistet und gleichzeitig mittels des Kältekreislaufs eine komfortable Kühlung des Fahrgastraums erreichbar.

Als weiter vorteilhaft hat es sich gezeigt, wenn mittels der Pumpeinrichtung in dem Kältekreislauf eine maximale Differenz zwischen einem stromaufwärts und stromabwärts der Pumpeinrichtung herrschenden Druck einstellbar ist, wobei das weitere Expansionselement mittels dieser maximalen Differenz in eine Schließstellung überführbar ist. Dadurch kann bei vergleichsweise kühlen Umgebungsbedingungen, wenn also kein Kühlen des Fahrgastraums notwendig und ausschließlich das temperaturempfindliche Aggregat zu kühlen ist, sichergestellt werden, dass das von der Pumpeinrichtung geförderte verflüssigte Teilvolumen des Kältemittels dem Verdampfer zugeführt wird, welcher dem temperaturempfindlichen Aggregat zugeordnet ist. Das weitere Expansionselement kann hierbei beispielsweise als thermostatisches Expansionsventil ausgebildet sein.

Ergänzend, bevorzugt aber alternativ, kann dem weiteren Expansionselement eine weitere Absperrereinrichtung zugeordnet sein, mittels welcher ein Durchströmen des weiteren Expansionselement zu unterbinden ist.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist das weitere Expansionselement in eine Offenstellung überführbar, in welcher das weitere Expansionselement zumindest im Wesentlichen ungehindert von dem Kältemittel durchströmbar ist. Hierbei kann das weitere Expansionselement als elektrisch regelbares Expansionselement ausgebildet sein, so dass beim Beaufschlagen des Verdampfers mit dem verflüssigten Teilvolumen des Kältemittels das verflüssigte Kältemittel dem Verdampfer zum Kühlen des Fahrgastraums drosselfrei zugeführt werden kann.

Dies ist insbesondere dann sinnvoll, wenn etwa bei einem Umluftbetrieb dem Fahrgastraum zuströmende Luft durch einen erhöhten Wärmeeintrag auf eine Temperatur über der Umgebungstemperatur erwärmt wird. Das Erwärmen kann hierbei durch Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine des Kraftfahrzeugs, einen Gebläsemotor, und/oder weitere elektronische Bauteile bewirkt sein. Des Weiteren kann insbesondere das Betreiben einer Verbrennungskraftmaschine und/oder einer Abgasanlage unter hoher Last und/oder starke Sonneneinstrahlung zu einem Erwärmen der in dem Fahrgastraum zuströmenden Luft führen. Hierbei können sich vor dem zum Kühlen des Fahrgastraums vorgesehenen, weiteren Verdampfer Temperaturen einstellen, welche um deutlich mehr als 10° K über der Umgebungstemperatur des Kraftfahrzeugs liegen.

Durch Beaufschlagen des weiteren, zum Kühlen des Fahrgastraums vorgesehenen Verdampfers mittels der Pumpeinrichtung kann die über die Umgebungstemperatur erwärmte Luft so gekühlt werden, dass in den Fahrgastraum Luft mit einer komfortablen Temperatur einströmt, ohne dass der Verdichter in dem Kältekreislauf in Betrieb genommen zu werden braucht. Wird der Verdichter beim Betreiben des Verbrennungskraftmaschine mit angetrieben, so bringt ein Außer-Betrieb-Nehmen des Verdichters eine Kraftstoffeinsparung mit sich.

Des Weiteren hat es sich als vorteilhaft gezeigt, wenn das Expansionselement und die Absperrinrichtungen oder die Expansionselemente und die Absperrinrichtungen in ein Beaufschlagungsmodul integriert ausgebildet sind. Dadurch sind in dem Kältekreislauf weniger Trennstellen anzuordnen als bei einem getrennten Anschließen der einzelnen Komponenten in dem Kältekreislauf. Somit ist eine Anfälligkeit des Kältekreislaufs gegenüber Leckagen verringert.

Sofern dem Verdichter ein innerer Wärmetauscher vorgeschaltet ist, mittels welchem Wärme zwischen dem verdichteten Kältemittel und dem aus dem Verdampfer austretenden Kältemittel austauschbar ist, weist der Kältekreislauf in vorteilhafter Weise eine beim Beaufschlagen des Verdampfers mittels der Pumpeinrichtung durchströmbare, insbesondere das Expansionselement überbrückende, Überbrückungseinrichtung zum Überbrücken des inneren Wärmetauschers auf. Dadurch kann ein Unterschied der Temperatur am Kondensator und an dem Verdampfer, welcher dem temperaturempfindlichen Aggregat zum Kühlen zugeordnet ist, besonders weitgehend ausgenutzt werden.

Die für die erfindungsgemäße Kühlanordnung beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen und Vorteile gelten auch für das erfindungsgemäße Verfahren zum Kühlen eines Elektroaggregats eines Kraftfahrzeugs.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen, in welchen gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer Kühlanordnung zum Kühlen eines Elektroaggregats eines Kraftfahrzeugs, wobei mittels einer Pumpeinrichtung ein mittels eines Kondensators verflüssigtes Kältemittel zu einem Verdampfer zu fördern ist, welchem Wärme des Elektroaggregats zuführbar ist;
- Fig. 2 ein Druck-Enthalpie-Diagramm zum Veranschaulichen eines Verfahrens zum Kühlen des Elektroaggregats mittels eines in der Kühlanordnung gemäß Fig. 1 angeordneten Verdichters;
- Fig. 3 ein Druck-Enthalpie-Diagramm zum Veranschaulichen eines Kühlvorgangs beim Kühlen des Elektroaggregats mittels der Pumpeinrichtung gemäß Fig. 1;
- Fig. 4 eine Kühlanordnung zum Kühlen des Elektroaggregats sowie von Luft in einem Klimakasten, über welchen die Luft einem Fahrgastraum des Kraftfahrzeugs zuführbar ist, gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel; und
- Fig. 5 eine Kühlanordnung zum Kühlen des Elektroaggregats gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Kühlanordnung 10 zum Kühlen eines Elektroaggregats 12, welches vorliegend als Lithium-Ionen-Batterie eines nicht näher gezeigten Kraftfahrzeugs ausgebildet ist. Selbstverständlich kann das Elektroaggregat 12 auch als Brennstoffzelle oder dergleichen unter Last Wärme freisetzendes Aggregat bzw. als infolge eines

externen Wärmeeintrags erwärmbares, temperaturempfindliches Aggregat ausgebildet sein.

Zum Kühlen des Elektroaggregats 12 ist an diesem ein Verdampfer 14 angeordnet, welcher in einen Kältekreislauf 16 der Kühlanordnung 10 eingebunden ist. In dem Kältekreislauf 16 ist des Weiteren ein Kondensator 18 angeordnet, mittels welchem ein in dem Kältekreislauf 16 zirkulierendes Kältemittel zu verflüssigen ist.

Stromabwärts des Kondensators 18 ist eine Sammeleinrichtung 20 zum Sammeln des mittels des Kondensators 18 verflüssigten Kältemittels angeordnet. Eine vorliegend als Tauchpumpe ausgebildete Pumpeinrichtung 22 ist in der Sammeleinrichtung angeordnet und zum Fördern von verflüssigtem Kältemittel ausgelegt.

Insbesondere bei Umgebungstemperaturen von weniger als 20° C kann das Kältemittel in dem Kondensator 18 verflüssigt und in verflüssigtem Zustand dem Verdampfer 14 zugeführt werden. Liegt eine Temperatur des Verdampfers 14 über der Umgebungstemperatur, so kann das flüssige Kältemittel in dem Verdampfer 14 teilweise oder komplett verdampfen, dem Kondensator 18 wieder zuströmen und dort wieder zumindest teilweise verflüssigt werden. Zum Verdampfen des flüssigen Kältemittels in dem Verdampfer 14 wird dem Verdampfer 14 hierbei die Wärme des Elektroaggregats 12 zugeführt und das Elektroaggregat 12 entsprechend gekühlt.

Wie in Fig. 1 erkennbar ist, ist in dem Kältekreislauf 16 dem Kondensator 18 ein Verdichter 24 vorgeschaltet. Beim Beaufschlagen des Verdampfers 14 mit verflüssigtem Kältemittel mittels der Pumpeinrichtung 22 strömt das vom Verdampfer 14 kommende, zumindest teilweise verdampfte Kältemittel über eine Überbrückungseinrichtung 26 zum Überbrücken des Verdichters 24 an dem Verdichter 24 vorbei.

Die Überbrückungseinrichtung 26 weist ein Rückschlagventil 28 auf, welches beim Beaufschlagen des Verdampfers 14 mittels der Pumpeinrichtung 22 von dem Kältemittel durchströmbar ist. Das Rückschlagventil 28 und die Überbrückungseinrichtung 26 sind vorliegend in den Verdichter 24 integriert ausgebildet. Somit sind infolge des Vorsehens der Überbrückungseinrichtung 26 mit dem Rückschlagventil 28 nicht mehr Trennstellen 30 in dem Kältekreislauf 16 vorzusehen, als beim Anordnen des Verdichters 24 ohnehin vorzusehen sind. Dies ist im Hinblick darauf von Bedeutung, dass eine Erhöhung einer Anzahl der Trennstellen 30, welche in der Fig. 1 jeweils stromaufwärts und stromabwärts

der Komponenten des Kältekreislaufs 16 schematisch angedeutet sind, zu einer höheren Leckageanfälligkeit der Kühlanordnung 10 führen könnte.

Ein in der Sammeleinrichtung 20 angeordnetes Rückschlagventil 32 ist parallel zu der Pumpeinrichtung 22 angeordnet, so dass beim Beaufschlagen des Verdampfers 14 mittels des Verdichters 24 die Pumpeinrichtung 22 überbrückbar ist.

Der Verdichter 24 wird vorliegend zum Beaufschlagen des Verdampfers 14 herangezogen, wenn eine Differenz zwischen der Umgebungstemperatur und der am Verdampfer 14 vorliegenden Temperatur nicht zum Kühlen des Elektroaggregats 12 ausreichend ist. Insbesondere bei Umgebungstemperaturen von weniger als 20° C ist jedoch ein Kühlen des Elektroaggregats 12 mittels des von der Pumpeinrichtung 22 mit flüssigem Kältemittel beaufschlagten Verdampfers 14 ermöglicht.

Beim Beaufschlagen des Verdampfers 14 mit Kältemittel mittels des Verdichters 24 wird das verdichtete, in den Kondensator 18 verflüssigte Kältemittel mittels eines dem Verdampfer 14 vorgeschalteten Expansionselements 34 entspannt. Das Expansionselement 34 kann als Fixdrossel ausgebildet sein.

Damit beim Beaufschlagen des Verdampfers 14 mit dem verflüssigten Kältemittel aus der Sammeleinrichtung 20 mittels der Pumpeinrichtung 22 das verflüssigte Kältemittel drosselfrei dem Verdampfer 14 zugeführt werden kann, ist eine erste Absperrereinrichtung 36 in dem Kältekreislauf 16 zu öffnen, und dadurch eine Umgehungseinrichtung 38 zum Umgehen des Expansionselements 34 freizugeben.

Soll hingegen der Verdampfer 14 mit entspanntem Kältemittel beaufschlagt werden, ist also der Verdichter 24 in Betrieb, so ist die Umgehungseinrichtung 38 mittels der ersten Absperrereinrichtung 36 absperrbar. Gleichzeitig kann eine zweite Absperrereinrichtung 40, welche dem Expansionselement 34 vorgeschaltet ist, geöffnet werden.

Selbstverständlich können die Absperrereinrichtungen 36, 40 und das Expansionselement 34 in ein Beaufschlagungsmodul 42 integriert ausgebildet sein, wodurch eine Anzahl an Trennstellen 30 gering gehalten werden kann.

Gemäß Fig. 1 weist der Kältekreislauf 16 einen weiteren Verdampfer 44 auf, welcher zum Kühlen eines Fahrgastraums des Kraftfahrzeugs vorgesehen ist. Der weitere Verdampfer

44 ist in dem Kältekreislauf 16 dem Verdampfer 14 zum Kühlen des Elektroaggregats 12 parallel geschaltet.

Beim Betreiben der Kühlanordnung 10 zum Kühlen des Fahrgastraums und zum gleichzeitigen Kühlen des Elektroaggregats 12, also bei vergleichsweise hohen Umgebungstemperaturen, zirkuliert das Kältemittel in dem Kältekreislauf 16 aufgrund des Betriebens des Verdichters 24.

Dem weiteren Verdampfer 44 zum Kühlen des Fahrgastraums des Kraftfahrzeugs ist gemäß Fig. 1 ein weiteres Expansionselement 46 vorgeschaltet, mittels welchem das mittels des Verdichters 24 verdichtete, in dem Kondensator 18 verflüssigte Kältemittel entspannbar ist. Das weitere Expansionselement 46 kann als thermostatisches Expansionsventil ausgebildet sein.

Gemäß dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel der Kühlanordnung 10 ist dem weiteren Expansionselement 46 eine weitere Absperreinrichtung 48 vorgeschaltet, mittels welcher ein Durchströmen des weiteren Expansionselements 46 zu unterbinden ist. Selbstverständlich können das weitere Expansionselement 46 und die vorgeschaltete Absperreinrichtung 48 ebenfalls in das Beaufschlagungsmodul 42 integriert ausgebildet sein. Dadurch ist eine Anzahl an Trennstellen 30 in dem Kältekreislauf 16 weiter reduziert.

Dem als thermostatisches Expansionsventil ausgebildeten Expansionselement 46 ist gemäß Fig. 1 ein Temperaturfühler 50 zugeordnet, mittels welchem eine Temperatur stromabwärts des weiteren Verdampfers 44 erfassbar ist.

Des Weiteren ist in Fig. 1 erkennbar, dass zwischen dem Kondensator 18 und der Sammeleinrichtung 20 ein Drucksensor 52 angeordnet ist.

Darüber hinaus zeigt Fig. 1, dass dem Verdichter 24 ein innerer Wärmetauscher 54 vorgeschaltet ist, mittels welchem Wärme zwischen den verdichteten Kältemittel und den Verdampfern 14, 44 austretenden Kältemittel austauschbar ist. Durch den inneren Wärmetauscher 54 ist eine Effizienz der Kühlanordnung 10 erhöht. Zudem ist aufgrund des inneren Wärmetauschers 54 auch bei Verwenden des als kostengünstige Fixdrossel ausgebildeten, dem Verdampfer 14 vorgeschalteten Expansionselements 34 sichergestellt, dass dem Verdichter 24 kein flüssiges Kältemittel zugeführt wird, auch wenn der weitere Verdampfer 44 nicht betrieben wird.

Das dem weiteren Expansionsorgan 46 vorgeschaltete Absperrventil 48 kann entfallen, insbesondere wenn das beispielsweise als thermostatisches Expansionsventil ausgelegte weitere Expansionselement 46 sich bei Vorliegen einer geringen Druckdifferenz stromaufwärts und stromabwärts der Pumpeinrichtung 22 in einer Schließstellung befindet. Eine solche geringe, das Expansionselement 46 in eine Schließstellung überführende, Druckdifferenz ist vorliegend in dem Kältekreislauf 16 gegeben, wenn der Verdampfer 14 mittels der Pumpeinrichtung 22 mit Kältemittel beaufschlagt wird.

Fig. 2 zeigt ein Druck-Enthalpie-Diagramm, wobei auf einer Ordinate logarithmisch ein Druck p des Kältemittels in dem Kältekreislauf 16, und auf einer Ordinate eine Enthalpie h des Kältemittels aufgetragen sind.

Ein Linienzug 56 veranschaulicht eine Zustandsänderung des sich in dem Kältekreislauf gemäß Fig. 1 befindenden Kältemittel beim Kühlen des Elektroaggregats 12, wobei zum Beaufschlagen des Verdampfers 14 der Verdichter 24 betrieben wird. In dem Druck-Enthalpie-Diagramm gemäß Fig. 2 ist zudem eine Phasengrenzlinie 58 eingezeichnet, welche bis zu einem Scheitelpunkt 60 einen ansteigenden, und nach dem Scheitelpunkt 60 einen abfallenden Verlauf aufweist. Der Scheitelpunkt 60 stellt gleichzeitig einen kritischen Punkt dar, so dass bei Überschreiten des dem kritischen Punkt zugeordneten Drucks p überkritische Verhältnisse vorliegen.

Bei Drücken p unterhalb des kritischen Punkts liegt gemäß Fig. 2 bei vergleichsweise niedrigen Enthalpiewerten das Kältemittel in flüssigem Zustand vor. In einem durch die Phasengrenzlinie 58 nach oben abgegrenzten Bereich 62 liegt ein Gemisch an flüssigem und gasförmigem Kältemittel vor. Bei verhältnismäßig hohen Enthalpiewerten des Kältemittels liegt das Kältemittel vollständig als gasförmige Phase vor.

Ein Eckpunkt A des Linienzugs 56 beschreibt einen Zustand des Kältemittels, in welchem es bei vergleichsweise niedrigem Druck P und mit vergleichsweise großer Enthalpie h am Eingang des Verdichters 24 vorliegt. Ein Eckpunkt B veranschaulicht den Zustand des mittels des Verdichters 24 verdichteten, gasförmigen Kältemittels.

Im Kondensator 18 und in dem diesem nachgeschalteten inneren Wärmetauscher 54 wird das unter hohem Druck stehende Kältemittel isobar verflüssigt. Der verflüssigte Zustand des Kältemittels ist durch den Eckpunkt C des Linienzugs 56 in Fig. 2 veranschaulicht. Beim Entspannen mittels des Expansionselements 34 bzw. 46 verringert sich der Druck p

des Kältemittels um eine Druckdifferenz Δp , welche beim Verdichten des Kältemittels von dem Verdichter 24 aufzubringen ist.

Eine in Fig. 2 angegebene Temperaturlinie 64 veranschaulicht eine Temperatur T_U der Umgebungsluft. Diese ist höher als eine an dem Elektroaggregat 12 vorliegende Temperatur T_{Batt} , welche durch eine zweite Temperaturlinie 66 in Fig. 2 dargestellt ist.

In dem Verdampfer 14 bzw. 44 und in dem inneren Wärmetauscher 54 nimmt das Kältemittel durch Verdampfen der flüssigen Phase Wärme auf, seine Enthalpie ändert sich isobar um eine in der Fig. 2 dargestellte Enthalpiedifferenz Δh , welche einem Abstand zwischen den Eckpunkten D und A des Linienzugs 56 entspricht. Aus Fig. 2 ist erkennbar, dass zum Abführen von Wärme des Elektroaggregats 12, also zum Beaufschlagen des Kältemittels mit der Enthalpiedifferenz Δh durch den Verdichter 24 eine vergleichsweise hohe, der Druckdifferenz Δp entsprechende Druckänderungsarbeit aufzuwenden ist.

Fig. 3 zeigt einen Linienzug 68 in dem Druck-Enthalpie-Diagramm gemäß Fig. 2, welcher eine Zustandsänderung des Kältemittels beim Beaufschlagen des Verdampfers 14 mittels der Pumpeinrichtung 22 veranschaulicht.

Hierbei ist eine die Temperatur T_U der Umgebungsluft veranschaulichende Temperaturlinie 64 unterhalb der Temperaturlinie 66 angeordnet, die Temperatur T_U der Umgebungsluft ist also niedriger als die Temperatur des mittels des Verdampfers 14 gekühlten Elektroaggregats 12. Der Eckpunkt C des Linienzugs 68 veranschaulicht den Zustand des nach dem des stromabwärts des Kondensators 18 vorliegenden, flüssigen Kältemittels. Mittels der Pumpeinrichtung 22 wird ein Druck des flüssigen Kältemittels minimal, um die in Fig. 3 angegebene Druckdifferenz Δp erhöht, der entsprechende Zustand des Kältemittels ist durch den Eckpunkt A angegeben.

Beim Überführen des flüssigen Kältemittels in gasförmiges Kältemittel durch Wärmeaufnahme von dem Elektroaggregat 12 in dem Verdampfer 14 ändert sich die Enthalpie h des Kältemittels um eine vergleichsweise große Enthalpiedifferenz Δh . Das beim Eckpunkt B, also stromabwärts des Verdampfers 14 vollständig gasförmig vorliegende Kältemittel wird mittels des Kondensators 18 verflüssigt, was in Fig. 3 durch eine den Eckpunkt B mit dem Eckpunkt C verbindende Linie des Linienzugs 68 dargestellt ist.

Der Linienzug 68 liegt, wie Fig. 3 zu entnehmen ist, vollständig innerhalb eines durch die Temperaturlinien 64, 66 begrenzten Bereichs. Bei Zustandsänderungen des Kältemittels innerhalb dieses Bereichs ist die über das Kältemittel dem Elektroaggregat 12 entziehbare Wärmemenge, also die auf das Kältemittel übertragbare Enthalpiedifferenz Δh , größer als die Enthalpiedifferenz Δh , welche in Fig. 2 dargestellt ist.

Wie aus Fig. 3 hervorgeht, finden Verdampfen und Verflüssigen des Kältemittels beim direkten Kühlen des Elektroaggregats 12 mittels des von der Pumpeinrichtung 22 mit flüssigem Kältemittel beaufschlagten Verdampfers 14 auf einem nahezu gleichen Niveau des Drucks p statt.

Fig. 4 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Kühlanordnung 10, welche sich von der in Fig. 1 gezeigten Kühlanordnung 10 darin unterscheidet, dass dem weiteren Verdampfer 44 ein durch Ansteuern in eine Offenstellung überführbares alternatives weiteres Expansionselement 70 vorgeschaltet ist.

Das alternative weitere Expansionselement 70 kann als elektrisch geregeltes Expansionsventil, etwa als Magnetventil ausgebildet sein. In einer Schließstellung des weiteren Expansionselements 70 dient das weitere Expansionselement 70 als Absperrventil. In einer durch Ansteuern des weiteren Expansionselements 70 einstellbaren Offenstellung des weiteren Expansionselements 70 ist das weitere Expansionselement 70 weitgehend drosselfrei durchströmbar.

Diese Funktion des Überführens des weiteren Expansionselements 70 in die Offenstellung kann genutzt werden, wenn die vor dem weiteren Verdampfer 44 vorliegende Luft eine höhere Temperatur T_L aufweist, als die Temperatur T_U der Umgebungsluft. Beispielsweise kann die dem weiteren Verdampfer 44 in einem Klimakasten des Kraftfahrzeugs zuströmende Luft durch Wärmeeintrag von einer insbesondere unter hoher Last betriebenen Verbrennungskraftmaschine und/oder Abgasanlage und/oder durch Abwärme von Elektromotoren, Elektronikkomponenten und dergleichen auf Temperaturen von 5°K bis 10°K über der Temperatur T_U der Umgebungsluft erwärmt sein. Dieser Wärmeeintrag kann durch einen Umluftbetrieb und/oder starke Sonneneinstrahlung nochmals erhöht sein.

In diesem Fall kann die erwärmte Luft im Klimakasten auf Werte knapp oberhalb der Temperatur T_U der Umgebungsluft abgekühlt werden, indem die Pumpeinrichtung 22 den weiteren Verdampfer 44 drosselfrei mit verflüssigtem Kältemittel beaufschlagt. Der

Verdichter 24 ist hierbei nicht in Betrieb. Der Fahrgastraum des Kraftfahrzeugs kann also sehr effizient und kraftstoffsparend durch Betreiben der Pumpeinrichtung 22 gekühlt werden, wenn die Temperatur T_U der Umgebungsluft niedriger ist als die Temperatur T_L der Luft vor dem weiteren Verdampfer 44.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Kühlanordnung 10, welche im Wesentlichen der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform der Kühlanordnung 10 entspricht. Jedoch ist in der Kühlanordnung 10 gemäß Fig. 5 eine Überbrückungseinrichtung 72 zum Überbrücken des inneren Wärmetauschers 54 vorgesehen.

Die Überbrückungseinrichtung 72 überbrückt auch das etwa als Fixdrossel ausgebildete Expansionselement 34, welches dem Verdampfer 14 vorgeschaltet ist. Das gemäß Fig. 1 parallel zu der Pumpeinrichtung 22 in der Sammeleinrichtung 20 angeordnete Rückschlagventil 32 ist gemäß Fig. 5 stromabwärts des Expansionselements 34 und stromaufwärts einer Einmündung der Überbrückungseinrichtung 72 in das Beaufschlagungsmodul 42 angeordnet.

Die dem Expansionselement 34 zugeordnete Absperreinrichtung 40 ist stromabwärts der Einmündung der Überbrückungseinrichtung 72 in dem Beaufschlagungsmodul 42 angeordnet.

Durch Umgehen des inneren Wärmetauschers 54 mittels der Überbrückungseinrichtung 72 ist die niedrige Enthalpie h in dem verflüssigten Kältemittel besonders weitgehend nutzbar, um dem Elektroaggregat 12 beim Verdampfen in dem Verdampfer 14 Wärme zu entziehen.

Selbstverständlich können die dem weiteren Verdampfer 44 vorgeschalteten Komponenten, welche gemäß Fig. 5 das als thermostatisches Expansionsventil ausgebildete weitere Expansionselement 46 mit der vorgeschalteten Absperreinrichtung 48 umfassen, in das Beaufschlagungsmodul 42 integriert ausgebildet sein.

Patentansprüche

1. Kühlanordnung zum Kühlen eines temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere eines Elektroaggregats (12), eines Kraftfahrzeugs, mit einem Kondensator (18) zum Verflüssigen zumindest eines Teilvolumens eines Kältemittels in einem Kältekreislauf (16) und mit einem stromabwärts des Kondensators (18) angeordneten Verdampfer (14), welcher mit dem Kältemittel beaufschlagbar und welchem Wärme des temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere des Elektroaggregats (12), zuführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Kühlanordnung (10) eine Pumpeinrichtung (22) aufweist, mittels welcher der Verdampfer (14) zumindest mit dem verflüssigten Teilvolumen des Kältemittels beaufschlagbar ist.
2. Kühlanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die, insbesondere als Tauchpumpe ausgebildete, Pumpeinrichtung (22) an einer, insbesondere stromabwärts des Kondensators (18) angeordneten, Sammeleinrichtung (20) zum Sammeln des verflüssigten Teilvolumens des Kältemittels angeordnet ist.
3. Kühlanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kältekreislauf (16) stromabwärts des Verdampfers (14) und stromaufwärts des Kondensators (18) einen Verdichter (24) zum Verdichten des Kältemittels aufweist, wobei dem Verdampfer (14) ein Expansionselement (34) zum Entspannen des verdichteten Kältemittels vorgeschaltet ist, und wobei eine

Überbrückungseinrichtung (26) zum Überbrücken des Verdichters (24) beim Beaufschlagen des Verdampfers (14) mittels der Pumpeinrichtung (22) vorgesehen ist.

4. Kühlanordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Überbrückungseinrichtung (26) ein Rückschlagventil (28) aufweist, welches beim Beaufschlagen des Verdampfers (14) mittels der Pumpeinrichtung (22) von dem Kältemittel durchströmbar ist.
5. Kühlanordnung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass mittels des Verdichters (24) das Kältemittel mit einem Druck beaufschlagbar ist, welcher größer ist als ein beim Durchströmen des Kältemittels durch die Pumpeinrichtung (22) maximal mittels der Pumpeinrichtung (22) aufbringbarer Staudruck.
6. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine, insbesondere ein Rückschlagventil (32) aufweisende, Überbrückungseinrichtung zum Überbrücken der Pumpeinrichtung (22) beim Beaufschlagen des Verdampfers (14) mittels des Verdichters (24) vorgesehen ist.
7. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass eine von dem Kältemittel durchströmbare Umgehungseinrichtung (38) zum Umgehen des Expansionselements (34) vorgesehen ist, welche mittels einer ersten Absperrereinrichtung (36) absperrbar ist.
8. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass dem Expansionselement (34) eine zweite Absperrereinrichtung (40) zugeordnet ist, mittels welcher ein Durchströmen des Expansionselements (34) zu unterbinden ist.

9. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Kältekreislauf (16) einen weiteren Verdampfer (44) zum Kühlen eines Fahrgastraums des Kraftfahrzeugs aufweist, welchem ein weiteres Expansionselement (46, 70) zum Entspannen des mittels des Verdichters (24) verdichteten Kältemittels vorgeschaltet ist.
10. Kühlanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Pumpeinrichtung (22) in dem Kältekreislauf (16) eine maximale Differenz zwischen einem stromaufwärts und stromabwärts der Pumpeinrichtung (22) herrschenden Druck einstellbar ist, wobei das weitere Expansionselement (46) mittels dieser maximalen Differenz in eine Schließstellung überführbar ist.
11. Kühlanordnung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass dem weiteren Expansionselement (46) eine weitere Absperreinrichtung (48) zugeordnet ist, mittels welcher ein Durchströmen des weiteren Expansionselements (46) zu unterbinden ist.
12. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das weitere Expansionselement (70) in eine Offenstellung überführbar ist, in welcher das weitere Expansionselement (70) zumindest im Wesentlichen ungehindert von dem Kältemittel durchströmbar ist.
13. Kühlanordnung nach den Ansprüchen 7, 8 oder 7, 8 und 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Expansionselement (34) und die Absperreinrichtungen (36, 40) oder die Expansionselemente (34, 46, 70) und die Absperreinrichtungen (36, 40, 48) in ein Beaufschlagungsmodul (42) integriert ausgebildet sind.
14. Kühlanordnung nach einem der Ansprüche 3 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verdichter (24) ein innerer Wärmetauscher (54) vorgeschaltet ist, mittels

welchem Wärme zwischen dem verdichteten Kältemittel und dem aus dem Verdampfer (14, 44) austretenden Kältemittel austauschbar ist.

15. Kühlanordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Kältekreislauf (16) eine beim Beaufschlagen des Verdampfers (14, 44) mittels der Pumpeinrichtung (22) durchströmbare, insbesondere das Expansionselement (34) überbrückende, Überbrückungseinrichtung (72) zum Überbrücken des inneren Wärmetauschers (54) aufweist.
16. Verfahren zum Kühlen eines temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere Elektroaggregats (12), eines Kraftfahrzeugs, bei welchem mittels eines Kondensators (18) zumindest eines Teilvolumen eines Kältemittels in einem Kältekreislauf (16) verflüssigt wird, bei welchem ein stromabwärts des Kondensators (16) angeordneter Verdampfer (14) mit dem Kältemittel beaufschlagt wird, und bei welchem dem Verdampfer (14) Wärme des temperaturempfindlichen Aggregats, insbesondere Elektroaggregats (12), zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdampfer (14) mittels einer Pumpeinrichtung (22) zumindest mit dem verflüssigten Teilvolumen des Kältemittels beaufschlagt wird.

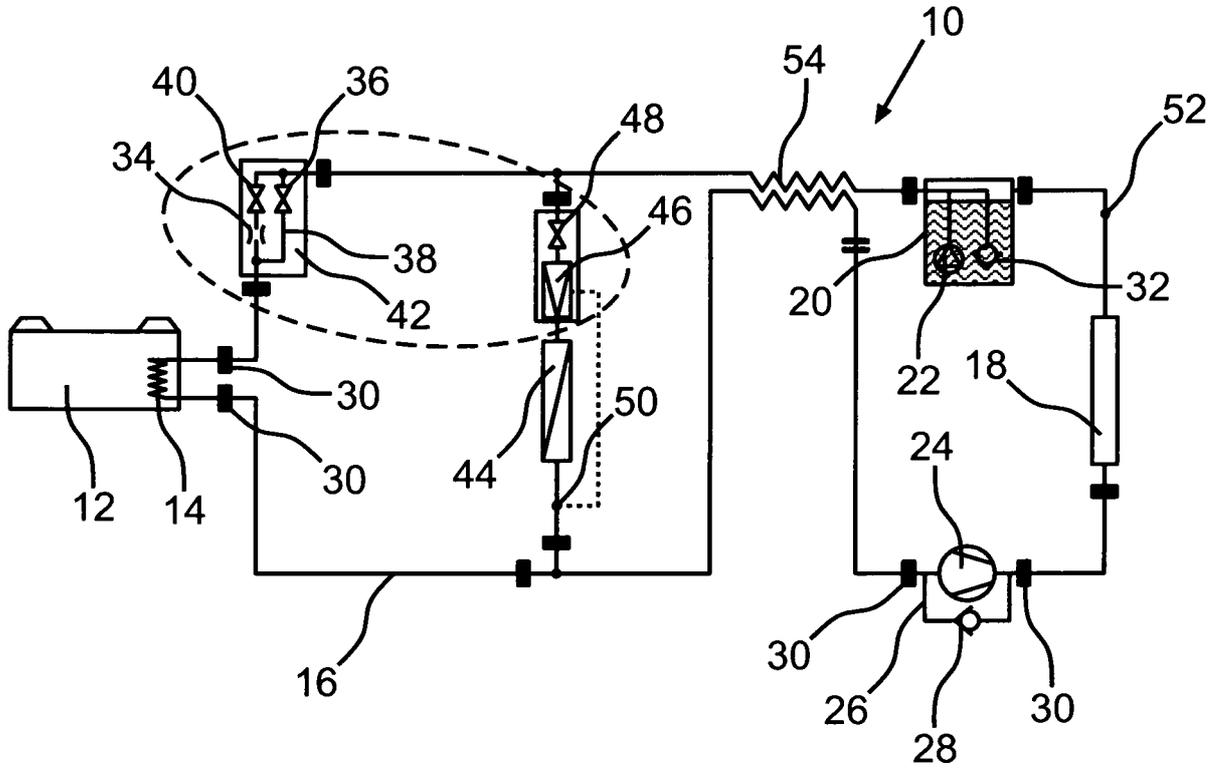


Fig.1

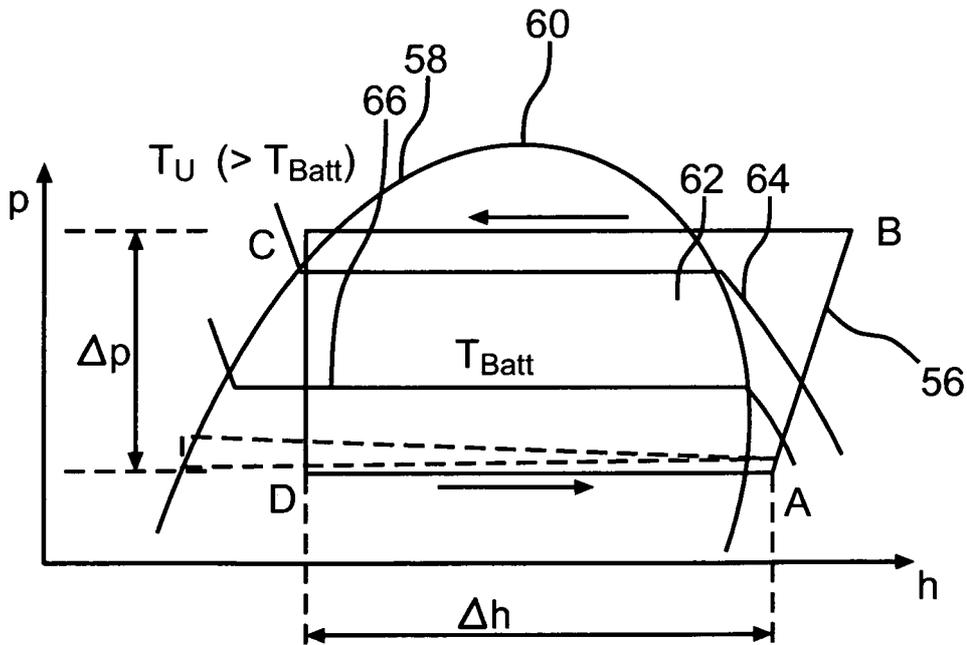


Fig.2

2/3

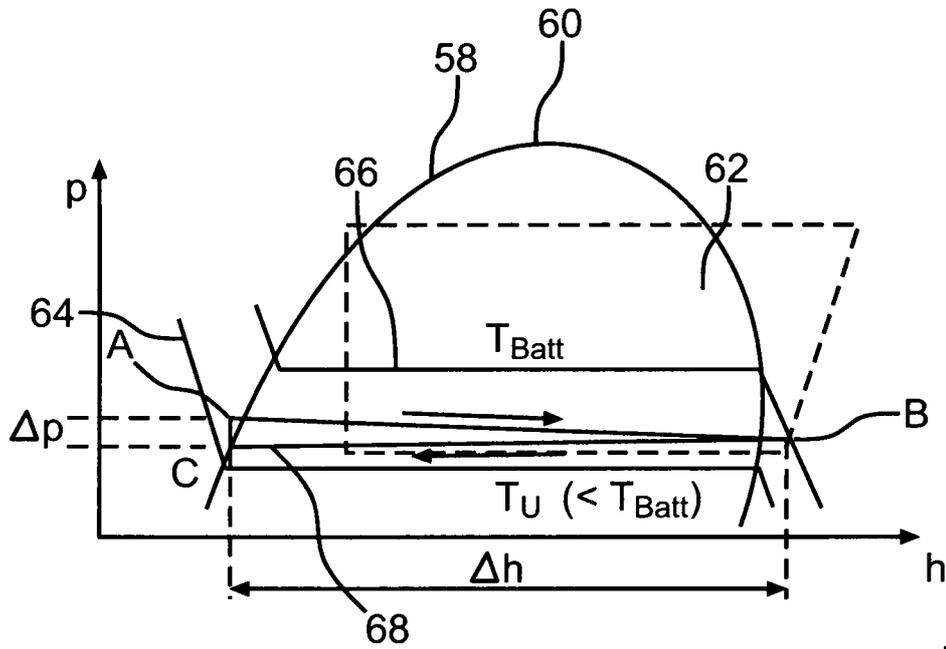


Fig.3

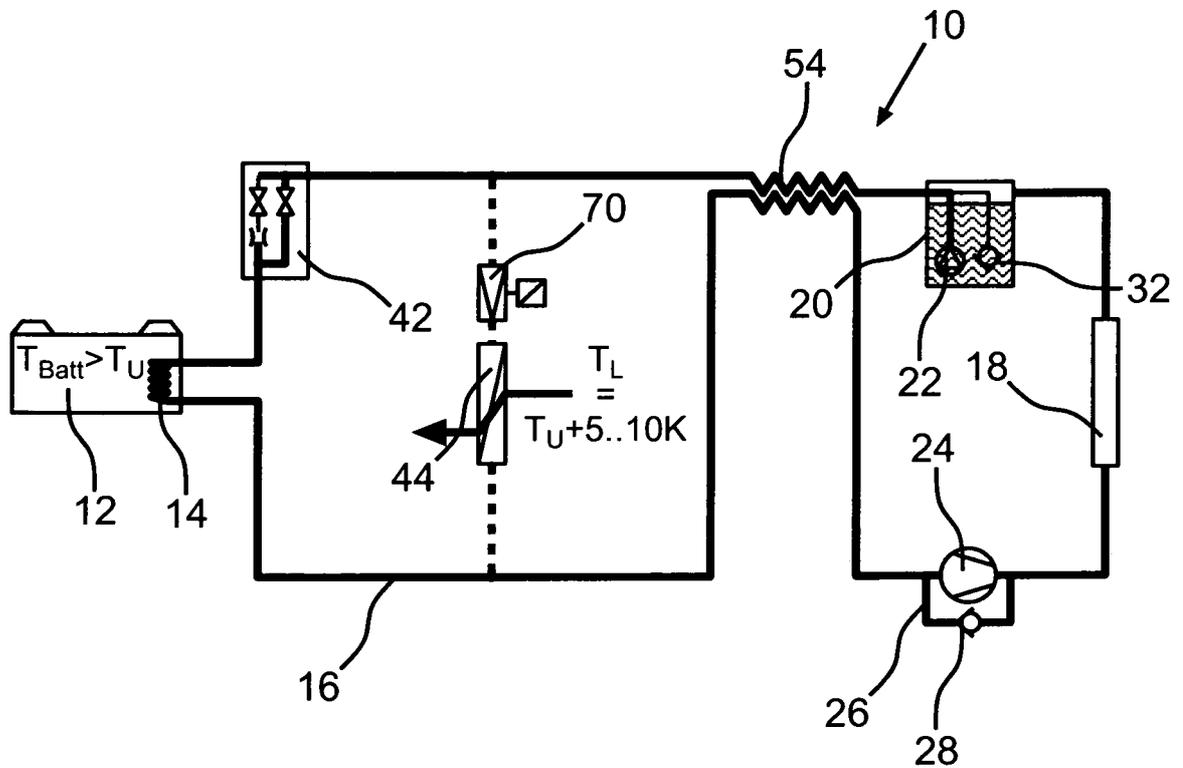


Fig.4

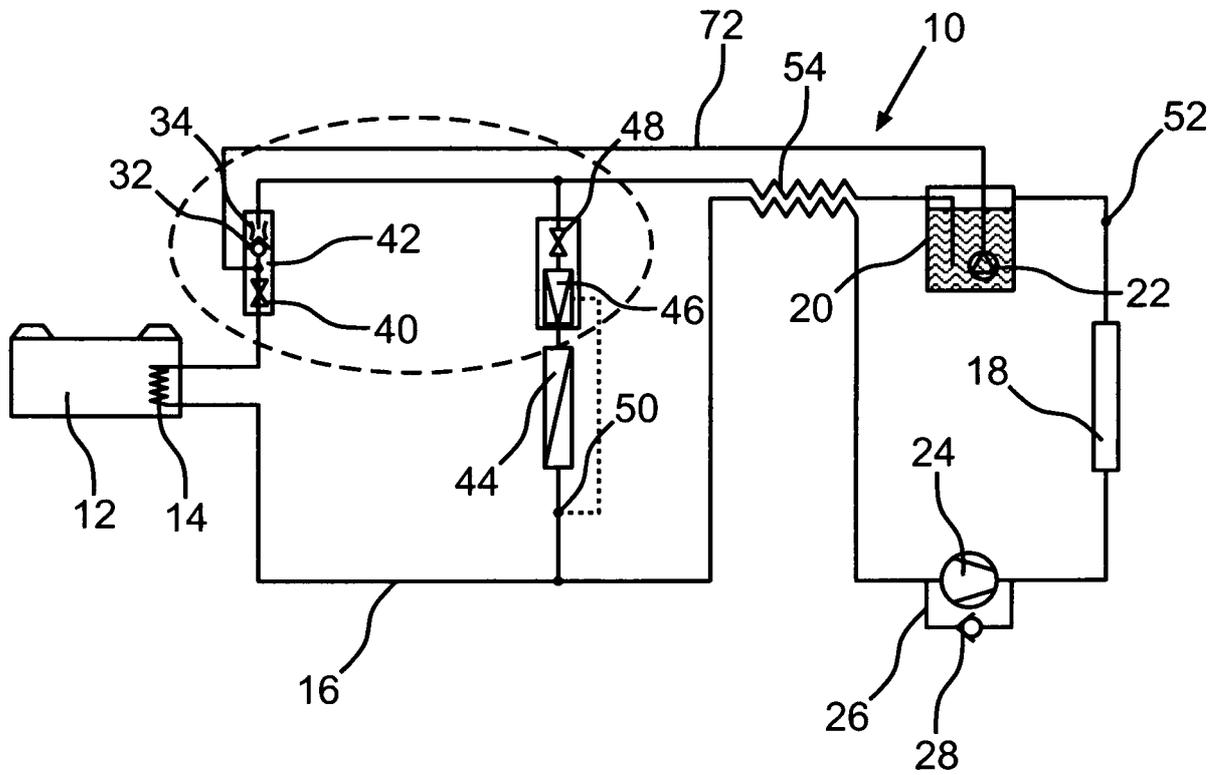


Fig.5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/001286

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60H1/00

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 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 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.
X	US 2005/056035 A1 (SMITH MARK G [US]) 17 March 2005 (2005-03-17) the whole document	1,2,16
A	WO 03/059664 A (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]; FRUEHAUF FRANK [DE]; HARM KLAUS [DE]; RENNEF) 24 July 2003 (2003-07-24) abstract; figures	1,16
A	WO 2008/026386 A (CALSONIC KANSEI CORP [JP]; WATANABE TOSHIHARU [JP]; NAMAI KAZUNORI [JP]) 6 March 2008 (2008-03-06) abstract; figures	1,16
A	WO 2008/025915 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]; DUMOULIN PIERRE [FR]) 6 March 2008 (2008-03-06) abstract; figures	1,16
	----- -/--	

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 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.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 Mai 2009

Date of mailing of the international search report

15/05/2009

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mattias Grenbäck

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/001286

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 101 28 164 A1 (BEHR GMBH & CO [DE]) 12 December 2002 (2002-12-12) cited in the application abstract; figures -----	1, 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2009/001286

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005056035 A1	17-03-2005	US 2006289663 A1	28-12-2006
WO 03059664 A	24-07-2003	DE 10201741 A1	07-08-2003
		EP 1465784 A1	13-10-2004
		JP 2005514261 T	19-05-2005
		US 2005039959 A1	24-02-2005
WO 2008026386 A	06-03-2008	JP 2008055990 A	13-03-2008
WO 2008025915 A	06-03-2008	FR 2905309 A1	07-03-2008
DE 10128164 A1	12-12-2002	EP 1264715 A2	11-12-2002
		ES 2261542 T3	16-11-2006
		JP 4150770 B2	17-09-2008
		JP 2002370527 A	24-12-2002
		US 2002184908 A1	12-12-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/001286

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60H1/00		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60H 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 2005/056035 A1 (SMITH MARK G [US]) 17. März 2005 (2005-03-17) das ganze Dokument	1,2,16
A	WO 03/059664 A (DAIMLER CHRYSLER AG [DE]; FRUEHAUF FRANK [DE]; HARM KLAUS [DE]; RENNEF) 24. Juli 2003 (2003-07-24) Zusammenfassung; Abbildungen	1,16
A	WO 2008/026386 A (CALSONIC KANSEI CORP [JP]; WATANABE TOSHIHARU [JP]; NAMAI KAZUNORI [JP]) 6. März 2008 (2008-03-06) Zusammenfassung; Abbildungen	1,16
A	WO 2008/025915 A (PEUGEOT CITROEN AUTOMOBILES SA [FR]; DUMOULIN PIERRE [FR]) 6. März 2008 (2008-03-06) Zusammenfassung; Abbildungen	1,16
-/--		
<input checked="" 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* 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 8. Mai 2009		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 15/05/2009
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 Mattias Grenbäck

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/001286

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 28 164 A1 (BEHR GMBH & CO [DE]) 12. Dezember 2002 (2002-12-12) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen -----	1,16

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/001286

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2005056035	A1	17-03-2005	US 2006289663 A1	28-12-2006
WO 03059664	A	24-07-2003	DE 10201741 A1	07-08-2003
			EP 1465784 A1	13-10-2004
			JP 2005514261 T	19-05-2005
			US 2005039959 A1	24-02-2005
WO 2008026386	A	06-03-2008	JP 2008055990 A	13-03-2008
WO 2008025915	A	06-03-2008	FR 2905309 A1	07-03-2008
DE 10128164	A1	12-12-2002	EP 1264715 A2	11-12-2002
			ES 2261542 T3	16-11-2006
			JP 4150770 B2	17-09-2008
			JP 2002370527 A	24-12-2002
			US 2002184908 A1	12-12-2002