(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
13. Februar 2014 (13.02.2014)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/023596 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60H 1/00 (2006.01) *H01M 10/48* (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01) *H01M 10/50* (2006.01)
B60H 1/32 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/065888

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Juli 2013 (29.07.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 214 098.0
8. August 2012 (08.08.2012) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).

(72) Erfinder: **FLAHAUT, Nicolas**; Säbener Str. 13, 81547 München (DE). **MEIJERING, Alexander**; Christoph-Schmid-Straße 11, 80807 München (DE). **LUSTIG, Robert**; Denninger Str. 4a, 81679 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR COOLING A BATTERY, IN PARTICULAR A HIGH-POWER BATTERY, IN MOTOR VEHICLES

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR KÜHLUNG EINER BATTERIE, INSBESONDERE EINER HOCHLEISTUNGSBATTERIE, IN KRAFTFAHRZEUGEN

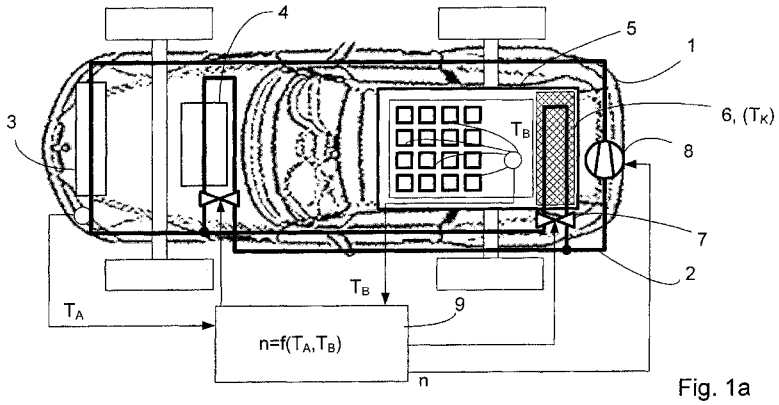

Fig. 1a

(57) Abstract: In the inventive method for cooling a battery, in particular a high-power battery, for motor vehicles, the battery is connected, for the purpose of cooling it, to a vaporizer which is connected to a coolant compressor in a coolant circuit. Furthermore, an electronic control unit controls the rotational speed of the compressor independently of the coolant temperature as a function of the battery temperature in accordance with an empirically determined, stored characteristic curve in such a way that the thermal inertia of the battery cells and of the vaporizer is taken into account.

(57) Zusammenfassung: Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Kühlung einer Batterie, insbesondere einer Hochleistungsbatterie, für Kraftfahrzeuge wird die Batterie zu ihrer Kühlung mit einem Verdampfer verbunden, der in einen Kältekreislauf mit einem Kältemittel-Verdichter eingebunden wird. Weiterhin wird mittels einer elektronischen Steuereinheit die Drehzahl des Verdichters unabhängig von der Kältemittel-Temperatur abhängig von der Batterie-Temperatur gemäß einer empirisch ermittelten, abgespeicherten Kennlinie derart gesteuert, dass die thermische Trägheit der Batteriezellen und des Verdampfers berücksichtigt wird.

WO 2014/023596 A1

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

Verfahren zur Kühlung einer Batterie, insbesondere einer Hochleistungsbatterie, in Kraftfahrzeugen

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Kühlung einer Batterie, insbesondere einer Hochleistungsbatterie, in Kraftfahrzeugen.

Eine Batterie, insbesondere ein Hochleistungs-Energiespeicher (Hochvoltspeicher) in Hybrid-Fahrzeugen oder Plug-in-Hybridfahrzeugen (PHEV) oder elektrischen Fahrzeugen (BEV), erzeugt durch das Laden und Entladen eine erhebliche Abwärme. Aufgrund von Lebensdauerüberlegungen soll die Zellkerntemperatur (=Batterie- bzw. Hochvoltspeicher- Temperatur) eine festgelegte Grenztemperatur (typischerweise etwa 30-40°C) während des Betriebs nicht überschreiten. Somit ist es zwingend erforderlich, die Zellen eines Hochvoltspeichers aktiv zu kühlen.

Wenn die Kühlung des Hochvoltspeichers direkt mit Kältemittel in einem integrierten Hochvoltspeicher-Verdampfer realisiert wird, wird die Drehzahl des elektrischen Kältemittel-Verdichters nach dem Stand der Technik anhand eines Temperatur-Sensors im Verdampfer gesteuert. Dieser Kältemittel-Temperatur-Sensor verursacht hohe Kosten und einen erheblichen Entwicklungs-Aufwand.

Es ist Aufgabe der Erfindung, die Kosten des Hochvoltspeichers zu reduzieren.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des Patentanspruchs 1 gelöst. Die abhängigen Patentansprüche sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Kühlung einer Kraftfahrzeug-Batterie, insbesondere einer Hochleistungsbatterie, wird die Batterie zu ihrer Kühlung mit einem Verdampfer verbunden, der in einen Kühlkreislauf mit einem Kältemittel-Verdichter eingebunden wird. Weiterhin wird mittels einer elektronischen Steuereinheit die Drehzahl des Verdichters unabhängig von der Kältemittel-Temperatur abhängig von der Batterie-Temperatur gemäß einer empirisch ermittelten, abgespeicherten Kennlinie derart gesteuert, dass die Temperaturträgheit zwischen dem Zellkern der Batterie und dem Verdampfer berücksichtigt wird.

Der Erfindung liegen folgende Überlegungen, Erkenntnisse und Ideen zugrunde:

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren geschaffen, durch das der Kältemittel-Temperatur-Sensor entfallen kann. Die Batterie-Temperatur, d.h. die Temperatur der aktiven Zellen des Hochvoltspeichers, wird ohnehin überwacht und in einem Bereich zwischen 20°C und 40°C gehalten. Die Kühlung wird immer bei Überschreiten einer definierten oberen Batterie-Temperatur-Schwelle eingeschaltet und bei Unterschreiten einer definierten unteren Batterie-Temperatur-Schwelle ausgeschaltet. Dementsprechend ist die Last für den Verdampfer des Hochvoltspeichers gut vorhersehbar und gleichmäßig reproduzierbar.

Die heutige Steuerung des elektrischen Kältemittel-Verdichter stellt bei vorgegebener Soll-Kälteleistung eine entsprechende Drehzahl des Verdichters abhängig von der mittels des oben genannten Sensors erfassten Kältemittel-Temperatur im Hochvoltspeicher-Verdampfer ein. Dieser Temperatur-Sensor muss anspruchsvolle Anforderung an die Genauigkeit und die Dichtigkeit erfüllen.

Sensoren zur Messung der Batterie-Temperatur im Hoch-Volt-Speicher sind ohnehin bereits vorhanden. Erfindungsgemäß sollen diese nun allein zur thermischen Absicherung des Hochvoltspeichers und zugleich zur Steuerung des Verdichters dienen.

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass der elektrische Kältemittel-Verdichter ohne den Verdampfer-Temperatur-Sensor durch ersatzweise Berücksichtigung der gemessenen Außentemperatur und der gemessenen Batterie-Temperatur gesteuert werden kann, da die Last am Hochvoltspeicher (HVS)-Verdampfer aufgrund des intelligenten thermischen Managements, durch das die Temperatur des Speichers in einem festgelegten Bereich gehalten wird, sehr gleichmäßig reproduzierbar ist. Die Kälteleistung am HVS-Verdampfer ist abhängig von der Drehzahl des elektrischen Kältemittel-Verdichters, der Außentemperatur und der Temperatur im HVS.

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Es zeigt

Fig. 1 bestehend aus Fig. 1a und Fig. 1b schematische Darstellungen eines Gesamtfahrzeuges mit zwei möglichen Gesamt-Kühlkreisläufen zur Kühlung einer elektrischen Batterie in Form eines Hochvoltspeichers,

Fig. 2 eine schematische Darstellung von erfindungsgemäßen Simulationsergebnissen zu Temperatur- und Drehzahlverläufen und

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Kennlinie zur Wiedergabe des Abhängigkeitsverhältnisses der Drehzahl des Verdichters von der Batterie (HVS)-Temperatur im Vergleich zum Abhängigkeitsverhältnis der Drehzahl des Verdichters von der Kältemittel-Temperatur nach dem Stand der Technik.

Fig. 1a zeigt ein Kraftfahrzeug 1 mit einem Gesamt-Kältekreislauf 2, durch den ein Kältemittel-Fluss über einen Kondensator 3, über einen Verdampfer 4 innerhalb der Klimaanlage zur Innenraumtemperierung mit einem elektronisch steuerbaren Absperrventil und über einen Verdampfer 6 einer Batterie 5, vorzugsweise einer Hochleistungsbatterie (Hochvoltspeicher (HVS)) für Elektro- oder Hybridantriebe, mit einem Verdichter 8 erzeugt werden kann. Die Batterie (HVS) 5 enthält zu ihrer Kühlung den Verdampfer 6, wobei der Kältemittel-Fluss durch den Verdampfer 6 ebenfalls mittels eines elektronisch steuerbaren Absperrventils 7 ein- und ausschaltbar ist. Fig. 1b unterscheidet sich von Fig. 1a lediglich darin, dass der Verdichter 8 an einem anderen Ort untergebracht ist.

Die Kälteleistung $\dot{Q}$ wird durch die Drehzahl n des Verdichters 8 im Kältekreislauf 2 geregelt.

Ist der Verdampfer 4 innerhalb der Klimaanlage zur Innenraumtemperierung ausgeschaltet und dessen Absperrventil geschlossen, muss der Kältekreislauf 2 allein zur Kühlung der Batterie (HVS) 5 gesteuert werden. Hierzu ist eine elektronische Steuereinheit 9 vorgesehen, die bei geöffnetem Absperrventil 7 gemäß einer erfindungsgemäßen Kennlinie K2 in Abhängigkeit von der Batterie (HVS)-Temperatur T_B und vorzugsweise auch von der Außentemperatur T_A eine vorgegebene Drehzahl n des Verdichters 8 vorgibt: $n=f(T_B)$ bzw. $n=f(T_A,T_B)$

Die Batterie-Temperatur T_B wird vorzugsweise durch mehrere Sensoren verteilt im Zellkern der Batterie 5 gemessen und ermittelt.

Diese erfindungsgemäße Steuerung wird anhand der Figuren 2 und 3 und anhand der unten folgenden Kälteleistungsformel und der physikalischen Zusammenhänge im Hinblick auf die thermische Trägheit insbesondere der Batterie 5 näher erläutert. Dabei sind in den Figuren 2 und 3 alle Verläufe nach dem Stand der Technik gestrichelt im Unterschied zu den erfindungsgemäßen Verläufen (=mit durchgezogenen Linien) dargestellt.

Die oben allgemein beschriebenen Überlegungen zur Auslegung der erfindungsgemäßen Kennlinie K2 führten zu folgenden – hier formelmäßig dargestellten – Erkenntnissen:

$$\dot{Q} = -C\frac{\partial T_B}{\partial t} + \dot{Q}_V = R\left(T_B - T_K\right)$$

$$T_K = f\left(n, T_A, T_B\right)$$

$$\dot{Q}_V = \mathrm{R_i} I^2$$

mit

$\dot{Q}$ Soll-Kälteleistung des Verdampfers [W]

$\dot{Q}_V$ Verlust-Kälteleistung in der Batterie bzw. im Hochvoltspeicher [W]

n Drehzahl der elektrischen Kältemittelpumpe [Hz]

T_B Batterie- bzw. Hochvoltspeicher-Temperatur [K]

T_K Kältemittel- bzw. Verdampfer-Temperatur [K]

T_A Außentemperatur [K]

C Wärmekapazität der Batterie bzw. des Hochvoltspeichers [W.s/K]

R thermischer Widerstand zwischen Batterie und Verdampfer [K/W]

$\mathrm{R_i}$ elektrischer Widerstand der Batterie bzw. des Hochvoltspeichers [Ω]

I gemessener Strom aus der Batterie bzw. dem Hochvoltspeicher [A]

Aus diesen Erkenntnissen wurde ausgehend von der aus dem Stand der Technik bekannten Kennlinie K1, $n=f(T_K)$, für die frühere Steuerung der Drehzahl n in Abhängigkeit von der Kältemittel-Temperatur T_K, die noch mit zusätzlichem Kältemittel-Temperatur-Sensor erfasst wurde, die erfindungsgemäße Kennlinie K2 hergeleitet. Dabei wurde erkannt, dass bei Verwendung derselben Kühlungseinschaltbedingung $T_B>T_{B_ein}$ und Kühlungsausschaltbedingung $T_B<T_{B_aus}$ wie beim Stand der Technik die Regelung der Drehzahl n abhängig von der gemessenen Batterie (HVS)-Temperatur T_B statt abhängig von der gemessenen Kältemittel-Temperatur T_K vorgenommen werden kann. Dabei wird entsprechend der zuvor (nach dem Stand der Technik) ermittelten Kennlinie K1 bei Kühlungsbeginn, $T_B>T_{B_ein}$, als Anfangsdrehzahl n_{ein} dieselbe Drehzahl n verwendet. Ebenso wird bei Kühlungsende, $T_B<T_{B_aus}$, vorzugsweise als Zieldrehzahl n_{aus} dieselbe Drehzahl n verwendet.

Bei dieser Vorgehensweise wird durch einen steileren Gradienten und/oder durch eine höhere Maximaldrehzahl während der Drehzahl-Regelung die thermische Trägheit der Batterie 5 kompensiert. Die empirische Ermittlung der Kennlinie K2 kann beispielsweise durch tatsächliche Messungen an einem Versuchsträger oder durch Simulations-Software auf Basis der oben aufgeführten mathematischen Formel und physikalischen Zusammenhänge bei vorgegebener Soll-Kälteleistung $\dot{Q}$ durchgeführt werden.

Erfindungsgemäß wurde gemäß Simulation erkannt, dass es möglich ist, das gleiche Verhalten der Kühlung ohne Kältemittel-Sensor im Verdampfer 6 zur Messung der Kältemittel-Temperatur T_K allein anhand des Zellkerntemperatur-Sensors zur Ermittlung der Batterie-Temperatur T_B zu erreichen.

Ergänzende Bezugszeichen-Erklärung:

T_{B_ein} obere Batterietemperatur-Schwelle zum Einschalten der Kühlung bzw. der Drehzahl n bzw. der Drehzahlregelung mit der Einschalt-Drehzahl n_{ein} bei Überschreiten dieser Schwelle

T_{B_aus} untere Batterietemperatur-Schwelle zum Ausschalten der Kühlung bzw. Drehzahl n bzw. der Drehzahlregelung mit der Ausschalt-Drehzahl n_{aus} bei Unterschreiten dieser Schwelle

T_{K_ein} gemessene Kältemittel-Temperatur T_K im Verdampfer 8 bei Einschalten der Kühlung bzw. der Drehzahl n bzw. der Drehzahlregelung mit der Einschalt-Drehzahl n_{ein} nach dem Stand der Technik bzw. bei Auslegung der erfindungsgemäßen Kennlinie K2

T_{K_aus} gemessene Kältemittel-Temperatur T_K im Verdampfer bei Ausschalten der Kühlung bzw. der Drehzahl n bzw. der Drehzahlregelung mit der Ausschalt-Drehzahl n_{aus} nach dem Stand der Technik bzw. bei Auslegung der erfindungsgemäßen Kennlinie K2

Verfahren zur Kühlung einer Batterie, insbesondere einer Hochleistungsbatterie, in Kraftfahrzeugen

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kühlung einer Batterie (5) in einem Kraftfahrzeug (1), bei dem die Batterie (5) zu ihrer Kühlung mit einem Verdampfer (6) verbunden wird, der in einen Kältekreislauf (2) mit einem Kältemittel-Verdichter (8) eingebunden wird, und bei dem mittels einer elektronischen Steuereinheit (9) die Drehzahl (n) des Verdichters (8) unabhängig von der Kältemittel-Temperatur (T_K) abhängig von der Batterie-Temperatur (T_B) gemäß einer empirisch ermittelten, abgespeicherten Kennlinie (K2) derart gesteuert wird, dass die thermische Trägheit der Batteriezellen und des Verdampfers (6) berücksichtigt wird.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erfindungsgemäße Kennlinie (K2) ausgehend von einer zuvor ermittelten Kennlinie (K1) zur Steuerung der Drehzahl (n) in Abhängigkeit von der gemessenen Kältemittel-Temperatur (T_K) derart gebildet wird, dass bei Verwendung derselben Kühlungseinschaltbedingung ($T_B>T_{B_ein}$) und derselben Kühlungsausschaltbedingung ($T_B<T_{B_aus}$) sowie bei Verwendung der gleichen Anfangsdrehzahl (n_{ein}) und vorzugsweise auch der gleichen Zieldrehzahl (n_{aus}) wie bei der vorher ermittelten Kennlinie (K1) die Regelung der Drehzahl (n) unabhängig von der Kältemittel-Temperatur (T_K) abhängig von der gemessenen Batterie-Temperatur (T_B) und vorzugsweise auch von der Außentemperatur (T_A) durchgeführt wird.

3. Kraftfahrzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangegangenen Patentansprüche mit einer Batterie (5), die zu ihrer Kühlung mit einem Verdampfer (6) verbunden ist, der in einen Kältekreislauf (2) mit einem Kältemittel-Verdichter (8) eingebunden ist, und mit einer elektronischen Steuereinheit (9), durch die die Drehzahl (n) des Verdichters (8) unabhängig von der Kältemittel-Temperatur (T_K) abhängig von der Batterie-Temperatur (TB) gemäß einer empirisch

ermittelten, abgespeicherten Kennlinie (K2) einstellbar ist, wobei die Kennlinie (K2) derart ausgelegt ist, dass die thermische Trägheit der Batteriezellen und des Verdampfers (6) berücksichtigt ist.

4. Batterie (5) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangegangenen Patentansprüche, die zu ihrer Kühlung mit einem Verdampfer (6) verbunden ist, der in einen Kältekreislauf (2) mit einem Kältemittel-Verdichter (8) eingebunden ist, und mit einer elektronischen Steuereinheit (9), durch die die Drehzahl (n) des Verdichters (8) unabhängig von der Kältemittel-Temperatur (T_K) abhängig von der Batterie-Temperatur (TB) gemäß einer empirisch ermittelten, abgespeicherten Kennlinie (K2) einstellbar ist, wobei die Kennlinie (K2) derart ausgelegt ist, dass die thermische Trägheit der Batteriezellen und des Verdampfers (6) berücksichtigt ist.

5. Elektronische Steuereinheit (9) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangegangenen Patentansprüche zur Kühlung einer Batterie (5), die zu ihrer Kühlung mit einem Verdampfer (6) verbunden ist, der in einen Kältekreislauf (2) für ein Kraftfahrzeug (1)mit einem Kältemittel-Verdichter (8) eingebunden ist, wobei die elektronische Steuereinheit (9) derart ausgestaltet bzw. programmiert ist, dass durch sie die Drehzahl (n) des Verdichters (8) unabhängig von der Kältemittel-Temperatur T_K abhängig von der Batterie-Temperatur (TB) gemäß einer empirisch ermittelten, abgespeicherten Kennlinie (K2) einstellbar ist, wobei die Kennlinie (K2) derart ausgelegt ist, dass die thermische Trägheit der Batteriezellen und des Verdampfers (6) berücksichtigt ist.

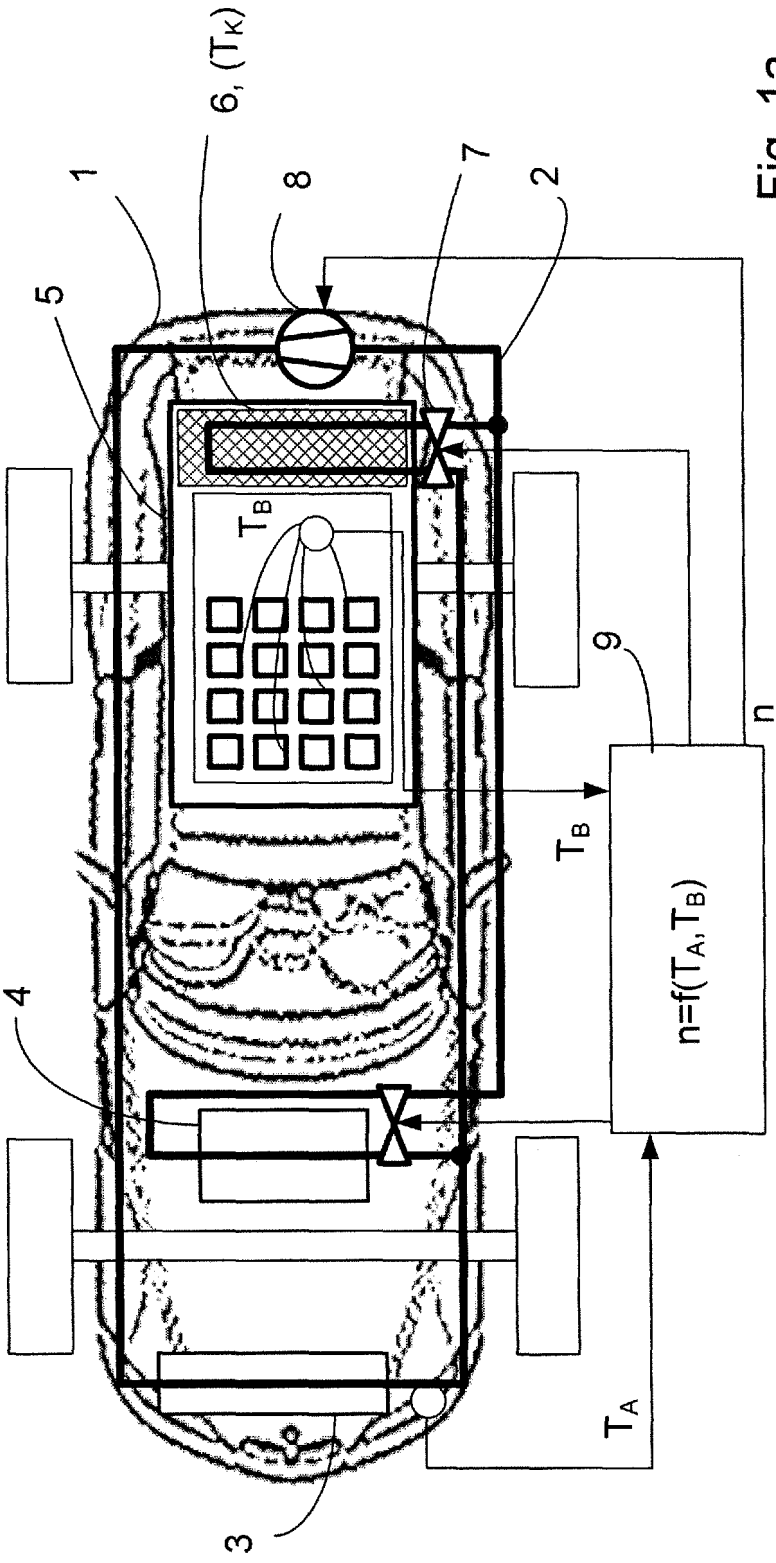

Fig. 1a

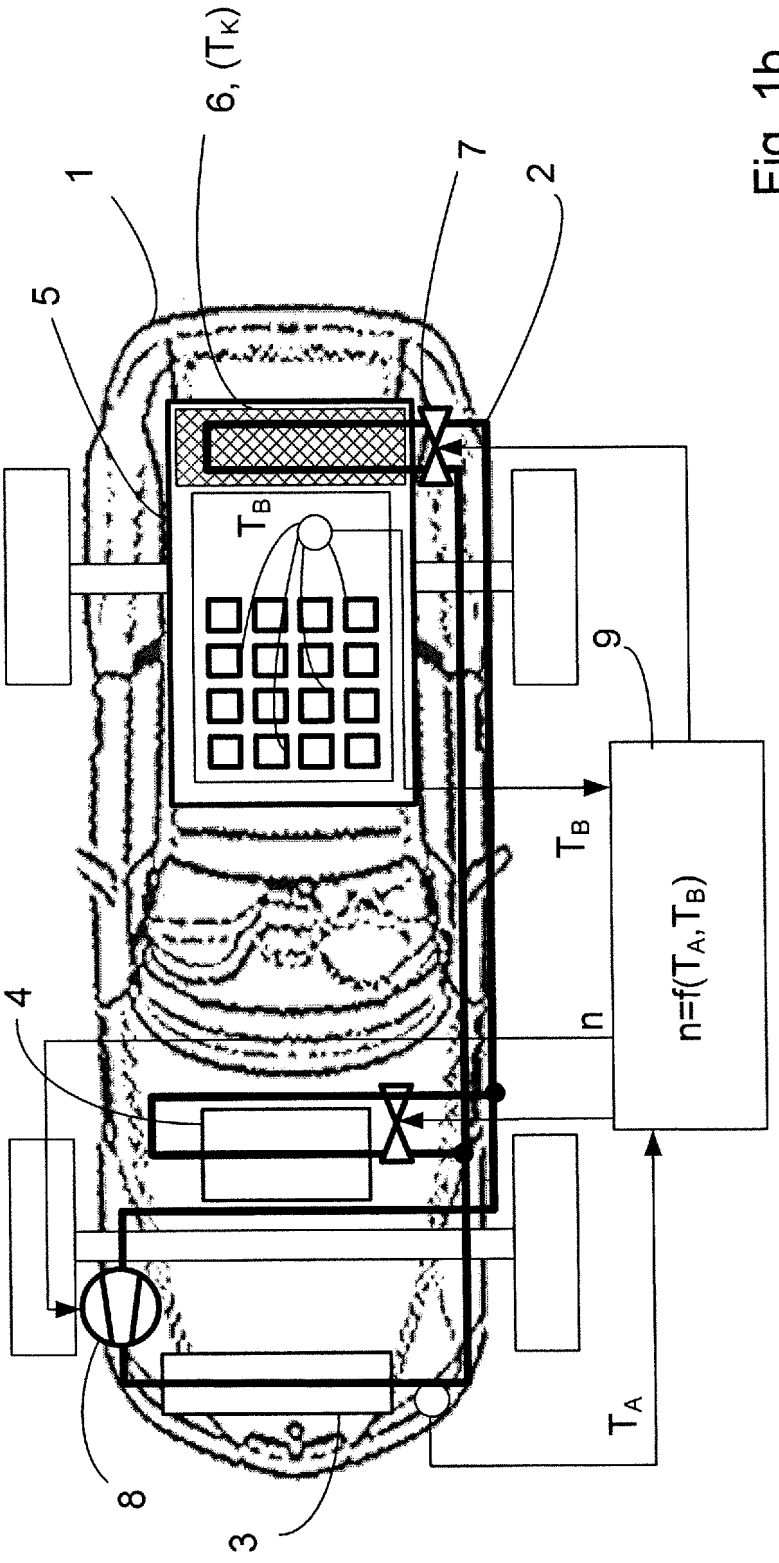

Fig. 1b

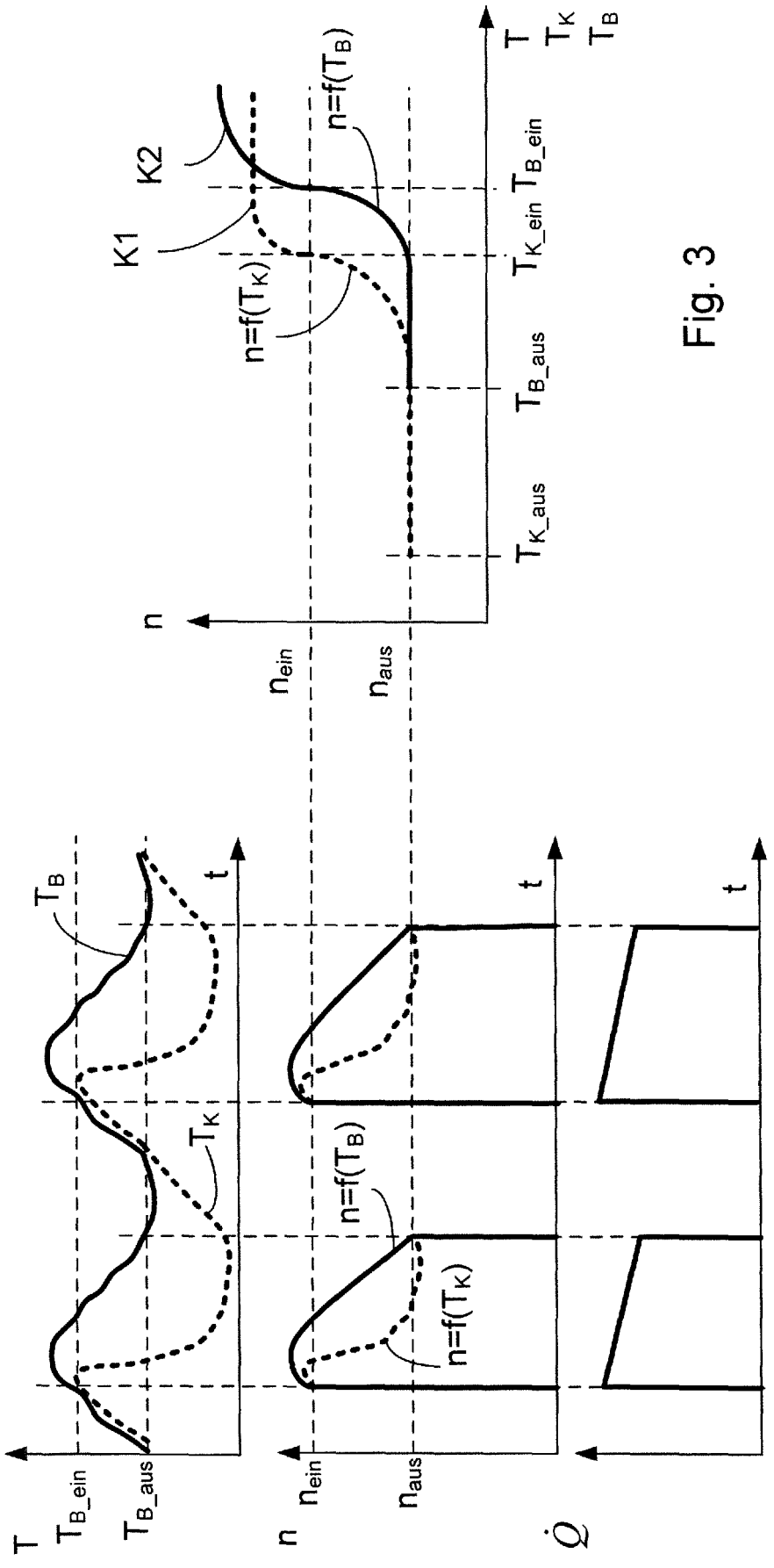
T
T_{B_ein}
T_{B_aus}
T_B
T_K
t
n
n_{ein}
n_{aus}
$n=f(T_B)$
$n=f(T_K)$
$\dot{Q}$

Fig. 2

K1
K2
$n=f(T_K)$
$n=f(T_B)$
n
n_{ein}
n_{aus}
T_{K_ein}
T_{B_ein}
T_{B_aus}
T_{K_aus}
T
T_K
T_B

Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/065888

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60H1/00 B60L11/18 B60H1/32 H01M10/48 H01M10/50
ADD.

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 B60L H01M

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	WO 2013/148034 A1 (MAGNA E CAR SYSTEMS OF AMERICA INC [US]) 3 October 2013 (2013-10-03) figure 2 paragraph [0040] paragraph [0046] -----	1,3-5
X,P	US 2012/297805 A1 (KAMADA TAKAYUKI [JP] ET AL) 29 November 2012 (2012-11-29) figures 1, 4, 6A, 8, 9 paragraph [0037] paragraph [0041] paragraph [0043] - paragraph [0048] paragraph [0061] - paragraph [0062] paragraph [0054] - paragraph [0055] ----- -/--	1-5

[X] Further documents are listed in the continuation of Box C.

[X] See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 December 2013	07/01/2014

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, Fax: (+31-70) 340-3016	Fertig, Andrea

1

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X,P	US 2012/297809 A1 (CARPENTER NEIL [US]) 29 November 2012 (2012-11-29) paragraph [0061] paragraph [0047] paragraph [0039] figure 2	1,3-5
X	US 2009/024256 A1 (ADAMS DANIEL THOMAS [US] ET AL) 22 January 2009 (2009-01-22) figures 1, 6 paragraph [0033] - paragraph [0037] paragraph [0011] paragraph [0015] paragraph [0017] paragraph [0029]	1,3-5
A	US 2010/025125 A1 (BIENERT REYK [DE] ET AL) 4 February 2010 (2010-02-04) figure 1 paragraph [0008] - paragraph [0012]	1-5
A	DE 10 2009 023235 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 2 December 2010 (2010-12-02) paragraph [0007] paragraph [0026] - paragraph [0027]	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2013/065888

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2013148034 A1	03-10-2013	NONE	
US 2012297805 A1	29-11-2012	JP 2012248393 A	13-12-2012
		US 2012297805 A1	29-11-2012
US 2012297809 A1	29-11-2012	CA 2778026 A1	26-11-2012
		US 2012297809 A1	29-11-2012
US 2009024256 A1	22-01-2009	NONE	
US 2010025125 A1	04-02-2010	DE 102009035329 A1	11-02-2010
		US 2010025125 A1	04-02-2010
DE 102009023235 A1	02-12-2010	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/065888

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60H1/00 B60L11/18 B60H1/32 H01M10/48 H01M10/50
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60H B60L 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	WO 2013/148034 A1 (MAGNA E CAR SYSTEMS OF AMERICA INC [US]) 3. Oktober 2013 (2013-10-03) Abbildung 2 Absatz [0040] Absatz [0046] -----	1,3-5
X,P	US 2012/297805 A1 (KAMADA TAKAYUKI [JP] ET AL) 29. November 2012 (2012-11-29) Abbildungen 1, 4, 6A, 8, 9 Absatz [0037] Absatz [0041] Absatz [0043] - Absatz [0048] Absatz [0061] - Absatz [0062] Absatz [0054] - Absatz [0055] ----- -/--	1-5

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
18. Dezember 2013	07/01/2014

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

1

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X,P	US 2012/297809 A1 (CARPENTER NEIL [US]) 29. November 2012 (2012-11-29) Absatz [0061] Absatz [0047] Absatz [0039] Abbildung 2	1,3-5
X	US 2009/024256 A1 (ADAMS DANIEL THOMAS [US] ET AL) 22. Januar 2009 (2009-01-22) Abbildungen 1, 6 Absatz [0033] - Absatz [0037] Absatz [0011] Absatz [0015] Absatz [0017] Absatz [0029]	1,3-5
A	US 2010/025125 A1 (BIENERT REYK [DE] ET AL) 4. Februar 2010 (2010-02-04) Abbildung 1 Absatz [0008] - Absatz [0012]	1-5
A	DE 10 2009 023235 A1 (FEV MOTORENTECH GMBH [DE]) 2. Dezember 2010 (2010-12-02) Absatz [0007] Absatz [0026] - Absatz [0027]	1-5

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2013/065888

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013148034 A1	03-10-2013	KEINE	
US 2012297805 A1	29-11-2012	JP 2012248393 A	13-12-2012
		US 2012297805 A1	29-11-2012
US 2012297809 A1	29-11-2012	CA 2778026 A1	26-11-2012
		US 2012297809 A1	29-11-2012
US 2009024256 A1	22-01-2009	KEINE	
US 2010025125 A1	04-02-2010	DE 102009035329 A1	11-02-2010
		US 2010025125 A1	04-02-2010
DE 102009023235 A1	02-12-2010	KEINE	