

(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
25. Februar 2010 (25.02.2010)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/020545 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60W 20/00 (2006.01) *B60W 10/06* (2006.01)
H02K 9/00 (2006.01) *B60W 10/08* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/060280

(22) Internationales Anmeldedatum:
7. August 2009 (07.08.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102008041401.8 20. August 2008 (20.08.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE];
88038 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BACHMANN, Max**
[DE/DE]; St. Leonhardstr. 36/2, 88339 Bad Waldsee
(DE). **HUNOLD, Bernard** [DE/DE]; Weidenring 6,
88045 Friedrichshafen (DE). **BORNTAEGER, Kai**
[DE/DE]; Bleichweg 45, 88085 Langenargen (DE). **BU-**
DACH, Rene [DE/DE]; Schuetzenstr. 4, 88212 Ravens-
burg (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, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, 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, PE, 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, SM, 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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: METHOD FOR PREVENTING THE COOLANT FOR AT LEAST ONE ELECTRIC MOTOR OF A HYBRID DRIVE TRAIN FROM BOILING

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR VERMEIDUNG DES SIEDENS DES KÜHLMITTELS FÜR ZUMINDEST EINE ELEKTRISCHE MASCHINE EINES HYBRIDANTRIEBSSTRANGS

(57) Abstract: Disclosed is a method for preventing the coolant for cooling the at least one electric motor of a motor vehicle comprising a hybrid drive train from boiling, said at least one electric motor being coupled to the cooling cycle of the combustion engine of the vehicle. In said method, the driving strategy of the vehicle is designed in accordance with the stator temperature or the coolant temperature in the cooling jacket or a temperature near the cooling jacket and/or in accordance with the coolant volume flow in the cooling cycle in such a way that the boiling temperature of the coolant is not reached.

(57) Zusammenfassung: Im Rahmen des Verfahrens zur Vermeidung des Siedens des Kühlmittels zur Kühlung der zumindest einen an den Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors des Fahrzeugs gekoppelten elektrischen Maschine eines einen Hybridantriebsstrang umfassenden Kraftfahrzeugs wird die Fahrstrategie des Fahrzeugs in Abhängigkeit der Statortemperatur bzw. der Kühlmitteltemperatur im Kühlmantel oder einer Temperatur nahe des Kühlmantels und/oder in Abhängigkeit des Kühlmittelvolumenstroms des Kühlkreislaufs derart gestaltet, dass die Siedetemperatur des Kühlmittels nicht erreicht wird.



WO 2010/020545 A1

Verfahren zur Vermeidung des Siedens des Kühlmittels für
zumindest eine elektrische Maschine eines Hybridantriebsstrangs

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Vermeidung des Siedens des Kühlmittels der zumindest einen elektrischen Maschine eines Hybridantriebsstrangs umfassenden Kraftfahrzeugs gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Aus dem Stand der Technik ist bekannt, dass elektrische Maschinen von Hybridantriebssträngen, insbesondere elektrische Maschinen hoher Leistungsdichte mittels eines Fluidkühlkreislaufts des Fahrzeugs gekühlt werden; hierbei sind die elektrischen Maschinen an den Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors gekoppelt.

Die in Fahrzeugen eingesetzten Verbrennungsmotoren weisen einen Kühlkreislauf auf, welcher einen Radiator mit Lüfter und eine mechanisch angetriebene und in der Regel an den Verbrennungsmotor gekoppelte Kühlmittelpumpe umfasst. Des Weiteren weisen Automatgetriebe mit integrierter verschleißfreier Bremse einen Wärmetauscher auf, dessen Fluidseite an den Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors angeschlossen ist.

Hierbei kann ein Sieden des Kühlmittels im Kühlkreislauf zu Kavitationschäden an den kühlmitteldurchströmten Bauteilen der elektrischen Maschine führen, wobei ein Sieden durch verschiedene Effekte hervorgerufen werden kann.

Beispielsweise kann ein Sieden des Kühlmittels durch Verlustleistung der elektrischen Maschine in rein elektrischem Betrieb oder durch Nachheizen der in der elektrischen Maschine gespeicherten Wärmeenergie bei keinem oder

geringem Kühlmittelvolumenstrom durch die elektrische Maschine verursacht werden.

Des weiteren kann ein Sieden des Kühlmittels durch Druckabfall im Gesamtkühlsystem des Fahrzeugs verursacht werden; beispielsweise kann ein Druckabfall im Gesamtkühlsystem durch das Abstellen des Verbrennungsmotors hervorgerufen werden. Weitere Ursachen für das Erreichen der Siedetemperatur des Kühlmittels sind eine zu hohe Kühlmittelzulauftemperatur sowie ein Betrieb der elektrischen Maschine mit dauerhaft hoher Leistung.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Vermeidung des Siedens des Kühlmittels zur Kühlung der zumindest einen an den Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors des Fahrzeugs gekoppelten elektrischen Maschine eines einen Hybridantriebsstrang umfassenden Kraftfahrzeugs anzugeben, durch dessen Durchführung vermieden wird, dass die Siedetemperatur des Kühlmittels erreicht wird. Dadurch sollen durch Sieden des Kühlmittels verursachte Kavitationsschäden an den kühlmitteldurchströmten Bauteilen vermieden werden.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Weitere erfindungsgemäße Ausgestaltungen und Vorteile gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Demnach wird ein Verfahren zur Vermeidung des Siedens des Kühlmittels zur Kühlung der zumindest einen elektrischen Maschine eines einen Hybridantriebsstrang umfassenden Kraftfahrzeugs vorgeschlagen, im Rahmen dessen ein Sieden des Kühlmittels durch eine Ausgestaltung der Fahrstrategie des Fahrzeugs in Abhängigkeit der Statortemperatur bzw. der Kühlmitteltemperatur im Kühlmantel oder einer Temperatur nahe des Kühlmantels und/oder in Abhängigkeit des Kühlmittelvolumenstroms des Kühlkreislaufs vermieden wird.

Gemäß einer ersten Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, die Fahrstrategie in Abhängigkeit der Statortemperatur bzw. der Kühlmitteltemperatur im Kühlmantel oder einer Temperatur nahe des Kühlmantels zu gestalten; vorzugsweise wird bei Überschreiten einer vorgegebenen Temperatur im Stator, im Kühlmantel oder in der Nähe des Kühlmantels eine Leistungsreduzierung der elektrischen Maschine im Zug- und Schubbetrieb durchgeführt; die Leistungsreduzierung wird aufgehoben, wenn die Temperatur im Stator der elektrischen Maschine, im Kühlmantel oder in der Nähe des Kühlmantels einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet.

Im Rahmen einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird die Fahrstrategie in Abhängigkeit des zur Verfügung stehenden Kühlmittelvolumenstroms gestaltet; vorzugsweise wird bei Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellenwertes für den Kühlmittelvolumenstrom eine Leistungsreduzierung der elektrischen Maschine im Zug- und Schubbetrieb durchgeführt, die aufgehoben wird, wenn der Kühlmittelvolumenstrom einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

Des weiteren kann gemäß einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens vorgesehen sein, dass ein Abschalten des Verbrennungsmotors unterbunden wird, wenn die Statortemperatur bzw. die Kühlmitteltemperatur im Kühlmantel oder eine Temperatur in der Nähe des Kühlmantels einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, wodurch ein Sieden des Kühlmittels verursachender Druckabfall im Gesamtkühlsystem des Fahrzeugs vermieden wird.

Ferner kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass nach dem Abstellen des Fahrzeugs der Verbrennungsmotor für eine definierte Zeit nachläuft, damit der Druck im Kühlkreislauf aufrechterhalten bleibt und die Wärmeenergie des Stators durch das Kühlmittel abgeführt wird. Vorzugsweise ist die Nachlaufzeit des Verbrennungsmotors eine Funktion der Statortemperatur bzw. der

Kühlmitteltemperatur im Kühlmantel oder einer Temperatur in der Nähe des Kühlmantels und/oder der Nachheizcharakteristik der elektrischen Maschine.

Gemäß der Erfindung sind die zu überwachenden Größen, wie beispielsweise die Temperatur und der Kühlmittelvolumenstrom entweder durch Sensoren und/oder durch Modelle der betreffenden Komponenten bestimmbar.

Durch die erfindungsgemäße Konzeption wird ein Verfahren zur Verfügung gestellt, welches ohne einen signifikanten konstruktiven Mehraufwand durchführbar ist und auf einfache Weise eine zuverlässige Vermeidung des Siedens des Kühlmittels zur Kühlung der zumindest einen elektrischen Maschine eines einen Hybridantriebsstrang umfassenden Kraftfahrzeugs gewährleistet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Vermeidung des Siedens des Kühlmittels zur Kühlung der zumindest einen an den Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors des Fahrzeugs gekoppelten elektrischen Maschine eines einen Hybridantriebsstrang umfassenden Kraftfahrzeugs, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrstrategie des Fahrzeugs in Abhängigkeit der Statortemperatur bzw. der Kühlmitteltemperatur im Kühlmantel oder einer Temperatur nahe des Kühlmantels und/oder in Abhängigkeit des Kühlmittelvolumenstroms des Kühlkreislaufs gestaltet wird, derart, dass die Siedetemperatur des Kühlmittels nicht erreicht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Überschreiten einer vorgegebenen Temperatur im Stator der elektrischen Maschine, im Kühlmantel oder in der Nähe des Kühlmantels eine Leistungsreduzierung der elektrischen Maschine im Zug- und Schubbetrieb durchgeführt wird, wobei die Leistungsreduzierung aufgehoben wird, wenn die Temperatur im Stator, im Kühlmantel oder in der Nähe des Kühlmantels einen vorgegebenen Schwellenwert unterschreitet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass bei Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellenwertes für den Kühlmittelvolumenstrom eine Leistungsreduzierung der elektrischen Maschine im Zug- und Schubbetrieb durchgeführt wird, wobei die Leistungsreduzierung aufgehoben wird, wenn der Kühlmittelvolumenstrom einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abschalten des Verbrennungsmotors unterbunden wird, wenn die Statortemperatur bzw. die Kühlmitteltemperatur im Kühlmantel oder eine

Temperatur in der Nähe des Kühlmantels einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, wodurch ein ein Sieden des Kühlmittels verursachender Druckabfall im Gesamtkühlsystem des Fahrzeugs vermieden wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass nach dem Abstellen des Fahrzeugs der Verbrennungsmotor für eine definierte Zeit nachläuft, damit der Druck im Kühlkreislauf aufrechterhalten bleibt und die Wärmeenergie des Stators durch das Kühlmittel abgeführt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Nachlaufzeit des Verbrennungsmotors eine Funktion der Statortemperatur bzw. der Kühlmitteltemperatur im Kühlmantel oder einer Temperatur in der Nähe des Kühlmantels und/oder der Nachheizcharakteristik der elektrischen Maschine ist.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur und der Kühlmittelvolumenstrom entweder durch Sensoren und/oder durch Modelle der betreffenden Komponenten bestimmbar sind.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/060280

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60W20/00 H02K9/00

ADD. B60W10/06 B60W10/08

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)

B60K H02K B60W

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2003/085576 A1 (KUANG MING LANG [US] ET AL) 8 May 2003 (2003-05-08) abstract paragraphs [0025] - [0027], [0036] claims 1,3-5,7,8 figures 1,2	1-7
X	US 2004/235613 A1 (AOKI KAZUO [JP] ET AL) 25 November 2004 (2004-11-25) abstract paragraphs [0007], [0046], [0070], [0195] - [0198], [0205], [0206], [0208], [0214] figures 1,2,6,8,19,22,23,25,26,28 ----- -/--	1-4,7

☒ 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

7 Dezember 2009

Date of mailing of the international search report

17/12/2009

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

Törgyeges, Szabolcs

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2009/060280

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/046525 A1 (GALE ALLAN ROY [US] ET AL) 11 March 2004 (2004-03-11) abstract claims 7,10,11,21-25 figures 1,2 -----	1-4,7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/060280

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 2003085576	A1	08-05-2003	US	RE40164 E1	25-03-2008
US 2004235613	A1	25-11-2004	DE	10296705 T5	02-12-2004
			WO	03055711 A1	10-07-2003
			JP	3956796 B2	08-08-2007
			JP	2003254110 A	10-09-2003
US 2004046525	A1	11-03-2004	DE	10339630 A1	25-03-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/060280

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. B60W20/00 H02K9/00
ADD. B60W10/06 B60W10/08

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

B60K H02K B60W

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/085576 A1 (KUANG MING LANG [US] ET AL) 8. Mai 2003 (2003-05-08) Zusammenfassung Absätze [0025] – [0027], [0036] Ansprüche 1,3–5,7,8 Abbildungen 1,2	1–7
X	US 2004/235613 A1 (AOKI KAZUO [JP] ET AL) 25. November 2004 (2004-11-25) Zusammenfassung Absätze [0007], [0046], [0070], [0195] – [0198], [0205], [0206], [0208], [0214] Abbildungen 1,2,6,8,19,22,23,25,26,28 ----- -/-	1–4,7

☒ 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

7. Dezember 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/12/2009

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

Törgyekes, Szabolcs

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/060280

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2004/046525 A1 (GALE ALLAN ROY [US] ET AL) 11. März 2004 (2004-03-11) Zusammenfassung Ansprüche 7,10,11,21-25 Abbildungen 1,2 -----	1-4,7

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/060280

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2003085576	A1	08-05-2003	US	RE40164 E1	25-03-2008
US 2004235613	A1	25-11-2004	DE	10296705 T5	02-12-2004
			WO	03055711 A1	10-07-2003
			JP	3956796 B2	08-08-2007
			JP	2003254110 A	10-09-2003
US 2004046525	A1	11-03-2004	DE	10339630 A1	25-03-2004