(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. Juni 2015 (25.06.2015)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/090306 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02P 29/00 (2006.01) *B60K 6/48* (2007.10)
B60L 3/00 (2006.01) *B60W 10/08* (2006.01)
H02P 21/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2014/200646

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. November 2014 (19.11.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 226 055.5
16. Dezember 2013 (16.12.2013) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **FUNK, Waldemar**; Westerlostraße 21, 77833 Ottersweier (DE). **DILZER, Martin**; Hospital-Picaud-Straße 14, 77815 Bühl (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

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

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING A ROTOR TEMPERATURE OF AN ELECTRIC MOTOR IN A HYBRID DRIVE OF A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG EINER ROTORTEMPERATUR EINES ELEKTROMOTORS IN EINEM HYBRIDANTRIEB EINES KRAFTFAHRZEUGES

(57) Abstract: The invention relates to a method for determining a rotor temperature of an electric motor in a hybrid drive of a motor vehicle, wherein preferably a permanent-magnet-excited synchronous machine is used as the electric motor, wherein the rotor temperature is determined in dependence on a temperature-dependent machine parameter, which is determined from a short-circuit current during an active short circuit of power electronics supplying current to the electric motor. In a method in which the actual rotor temperature is determined regardless of the operating state of the motor vehicle, the active short circuit is set in a generating operating mode of the electric motor during active driving operation of the motor vehicle.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer Rotortemperatur eines Elektromotors in einem Hybridantrieb eines Kraftfahrzeuges, wobei als Elektromotor vorzugsweise eine permanentmagneterregte Synchronmaschine verwendetwird, bei welchem die Rotortemperatur in Abhängigkeit eines temperaturabhängigen Maschinenparameters bestimmt wird, der aus einem Kurzschlussstrom bei einem aktiven Kurzschluss einer, den Elektromotor bestromenden Leistungselektronik ermittelt wird. Bei einem Verfahren, bei welchem unabhängig vom Betriebszustand des Kraftfahrzeuges die tatsächliche Rotortemperatur ermittelt wird, wird der aktive Kurzschluss während eines aktiven Fahrbetriebes des Kraftfahrzeuges in einem generatorischen Betriebsmodus des Elektromotors eingestellt.

WO 2015/090306 A1

Verfahren zur Bestimmung einer Rotortemperatur eines Elektromotors in einem Hybridantrieb eines Kraftfahrzeuges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung einer Rotortemperatur eines Elektromotors in einem Hybridantrieb eines Kraftfahrzeuges, wobei als Elektromotor vorzugsweise eine permanentmagneterregte Synchronmaschine verwendet wird, bei welchem die Rotortemperatur in Abhängigkeit eines temperaturabhängigen Maschinenparameters bestimmt wird, der aus einem Kurzschlussstrom bei einem aktiven Kurzschluss einer, den Elektromotor bestromenden Leistungselektronik ermittelt wird.

Elektromotoren mit Rotor und Stator dienen gemäß dem Stand der Technik dem Antrieb von Aggregaten oder Fahrzeugen. Der Stator ist dabei in einem umgebenden Mantel angeordnet, welcher auch zum Halt und zur Stabilisierung des Stators dient. Dabei entsteht Verlustwärme unter anderem durch induzierte elektrische Kreisströme in den elektrisch leitenden Elementen der Elektromotoren. Dies führt zu einer Erwärmung von Rotor und Stator des Elektromotors, was zu einer Reduzierung der Leistungsfähigkeit des Elektromotors führt.

Insbesondere bei Hybridfahrzeugen bestehen hohe Anforderungen hinsichtlich Sicherheit, Fahrkomfort und Kupplungsadaption, insbesondere der Kupplung, welche den Verbrennungsmotor mit dem Elektromotor verbindet. Um diesen hohen Anforderungen gerecht zu werden, muss das bei Hybridfahrzeugen einzustellende Drehmoment des Elektromotors genau bestimmt werden. Das abgegebene Drehmoment eines als permanentmagneterregten Synchronmaschine ausgebildeten Elektromotors ist aber im verbauten Zustand in einem Hybridfahrzeug nur aufwendig messbar, weshalb es aus Maschinenparametern der permanentmagneterregten Synchronmaschine berechnet wird.

Es ist bekannt, dass zur Ermittlung der temperaturabhängigen Maschinenparameter die permanentmagneterregte Synchronmaschine von dem Verbrennungsmotor und dem Abtrieb abgekoppelt sein muss, was ausschließlich im Fahrzeugstillstand möglich ist. Anschließend wird die permanentmagneterregte Synchronmaschine auf eine definierte Drehzahl beschleunigt, bei der ein aktiver Kurzschluss eingeleitet wird. Der sich bei diesem aktiven Kurzschluss einstellende Kurzschlussstrom gibt eine Information über den temperaturabhängigen Maschinenparameter und somit auch über die aktuelle Rotortemperatur.

Diese Verfahrensweise hat den Nachteil, dass der Maschinenparameter sich während der Fahrt des Kraftfahrzeuges und somit des Betriebes des Elektromotors aufgrund unterschiedlicher Temperaturen ändert und daher die aktuelle Rotortemperatur nicht zuverlässig bestimmt werden kann.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Bestimmung einer Rotortemperatur eines Elektromotors in einem Hybridantrieb eines Kraftfahrzeuges anzugeben, bei welchem eine aktuelle Rotortemperatur jederzeit ermittelt werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, dass der aktive Kurzschluss während eines aktiven Fahrbetriebes des Kraftfahrzeuges an dem Elektromotor eingeleitet wird, wenn dieser sich in einem generatorischen Betriebsmodus befindet. Der Zeitraum, in dem der aktive Kurzschluss aktiv ist, beträgt dabei nur wenige Millisekunden. In diesem Zeitraum wirkt näherungsweise das gleiche generatorische Drehmoment wie vor dem aktiven Kurzschluss. Dadurch ist es möglich, den Kurzschluss während der Fahrt des Fahrzeuges durchzuführen, ohne eine für den Fahrer spürbare Drehmomentänderung zu verursachen. Somit wird sichergestellt, dass während des Betriebes des Hybridantriebes der temperaturabhängige Maschinenparameter und somit die richtige Rotortemperatur des Elektromotors zur weiteren Verarbeitung im Kraftfahrzeug, vorzugsweise zur Anpassung des Drehmomentes des Elektromotors, zur Verfügung steht.

Vorteilhafterweise wird im Modus einer Lastpunktverschiebung oder Rekuperation des Hybridantriebes ein gefordertes generatorisches Drehmoment des Elektromotors mit einem vorgegebenen Kurzschlussdrehmoment bei aktueller Drehzahl des Elektromotors verglichen, wobei bei annähernder Übereinstimmung des geforderten generatorischen Drehmomentes mit dem Kurzschlussdrehmoment der aktive Kurzschluss eingeleitet wird. Durch diese Drehmomentengleichheit wird gewährleistet, dass der Fahrer keinerlei Auswirkungen von dem aktiven Kurzschluss spürt.

In einer Ausgestaltung ist das Kurzschlussdrehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahl des Elektromotors in einer Kennlinie abgelegt, welche einmalig, vorzugsweise bei einer Bandende-Prüfung eines Herstellungsprozesses des Elektromotors, ermittelt und abgespeichert wird. Da diese Kennlinie eine elektromotorspezifische Eigenschaft abbildet, muss diese nur einmal ermittelt werden und trägt dazu bei, dass sie während des Betriebes des Elektromotors jeder-

zeit benutzt werden kann. Dadurch wird der Aufwand zur Ermittlung der Rotortemperatur des Elektromotors während der Fahrt des Kraftfahrzeuges reduziert.

In einer Variante wird bei der Bestimmung des Maschinenparameters, der aus dem Kurzschlussstrom bei einer Drehzahl des Elektromotors, welche kleiner als eine Grenzdrehzahl ist, ermittelt wird, ein elektrischer Widerstand des Elektromotors berücksichtigt. Dadurch wird die Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstandes bei der Bestimmung des Maschinenparameters mit betrachtet.

Vorteilhafterweise wird der elektrische Widerstand des Elektromotors aus einer gemessenen oder aus einem Temperaturmodell geschätzten Statorwicklungstemperatur ermittelt. Dabei wird ein Temperatursensor, der zur Messung der Temperatur der Statorwicklung vorhanden ist, oder das Temperaturmodell, welches zur Schätzung der Temperatur der Statorwicklung betrachtet wird, benutzt, um Rückschlüsse auf den elektrischen Widerstand zu ziehen.

In einer Alternative ist der Maschinenparameter, der aus dem Kurzschlussstrom bei einer Drehzahl des Elektromotors, welche größer als die Grenzdrehzahl ist, ermittelt wird, direkt proportional zum Kurzschlussstrom. Durch die Vernachlässigung des Einflusses des elektrischen Widerstandes bei hohen Drehzahlen wird die Berechnung des Maschinenparameters vereinfacht.

In einer Ausgestaltung wird als Maschinenparameter ein magnetischer Fluss der Permanentmagneten des Rotors des Elektromotors verwendet. Durch die Berücksichtigung des magnetischen Flusses der Permanentmagnete des Rotors, welcher bei zunehmender Temperatur ausgehend von der Raumtemperatur abnimmt und umgekehrt, wird der tatsächliche Zustand des Rotors des Elektromotors unter Temperatureinfluss widergespiegelt. Diese Temperaturabhängigkeit des magnetischen Flusses der Permanentmagnete ist ein wesentlicher Einflussfaktor auf die Drehmomentberechnung. Da sich die Permanentmagnete auf dem Rotor befinden, ist ein direkter Zusammenhang zwischen dem Temperaturverhalten des magnetischen Flusses der Permanentmagnete und der aktuellen Temperatur des Rotors hergestellt.

In einer weiteren Ausführungsform wird die aus dem Maschinenparameter bestimmte Rotortemperatur zur Anpassung des Drehmomentes des Elektromotors verwendet, um eine Ver-

besserung der Kupplungsadaptionen zu erreichen. Die Kupplungsadaptionen im Antriebsstrang eines Hybridfahrzeuges erhöhen die Sicherheit und auch den Fahrkomfort des Hybridfahrzeuges, da eine hohe Drehmomentgenauigkeit gewährleistet wird.

Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon soll anhand der in der Zeichnung dargestellten Figuren näher erläutert werden.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Kennlinie eines Kurzschlussdrehmomentes einer permanentmagneterregten Synchronmaschine in Abhängigkeit von einer Drehzahl der Synchronmaschine,

Fig. 2 Verlauf eines Kurzschlussstromes einer permanentmagneterregten Synchronmaschine in Abhängigkeit von der Drehzahl der Synchronmaschine.

Im gegenwärtigen Sprachgebrach bezeichnet der Begriff Hybridfahrzeug die Kombination aus einem Verbrennungsmotor und einem Elektromotor und den zugehörigen Energiespeichern, wie Kraftstofftank und Batterie. Dabei ist zwischen dem Verbrennungsmotor und dem Elektromotor eine Kupplung angeordnet, welche ein Zu- bzw. Abschalten des Verbrennungsmotors zum Antrieb durch den Elektromotor ermöglicht. Der verwendete Elektromotor weist dabei temperaturabhängige Maschinenparameter, wie beispielsweise den magnetischen Fluss der Permanentmagneten des Rotors des Elektromotors, auf. Aufgrund der räumlichen Zuordnung zwischen den Permanentmagneten und dem Rotor des Elektromotors lässt sich aus dem magnetischen Fluss der Permanentmagnete auf die Rotortemperatur des Elektromotors schließen.

Zur Bestimmung des magnetischen Flusses der Permanentmagneten des Rotors wird das Hybridfahrzeug während des aktiven Fahrbetriebes in einen aktiven Kurzschluss versetzt. Dies erfolgt während eines generatorischen Betriebsmodus des Elektromotors. Befindet sich der Hybridantrieb im Modus der Lastpunktverschiebung, insbesondere der Lastpunktanhebung, bei dem das Verbrennungsmotordrehmoment durch das Drehmoment des Elektromotors generatorisch ausgeglichen wird, oder im Modus der Rekuperation, wird das Verfahren angewandt. Dabei wird das aktuell durch eine Regelung eingestellte Drehmoment des Elektromotors ständig mit einem hinterlegten Kurzschlussdrehmoment verglichen. Dieses Kurz-

schlussdrehmoment ist in einer Kennlinie gemäß Fig. 1 abgelegt, welche den Zusammenhang zwischen den Kurzschlussdrehmoment M_K und einer Drehzahl ω des Elektromotors darstellt. Diese Kennlinie wird einmalig vor Auslieferung des Elektromotors in einer Bandende-Prüfung des Herstellungsprozess, welche auch als End-Off-Line-Prüfung bezeichnet wird, gemessen und im Elektromotor abgespeichert.

Stimmen das geforderte Drehmoment M des Elektromotors und das Kurzschlussdrehmoment M_k bei der aktuellen Drehzahl ω näherungsweise überein, wird der aktive Kurzschluss eingeleitet. Der aktive Kurzschluss wird dabei durch eine definierte Kombination der Schaltzustände der Leistungsschalter in der, den Elektromotor bestromenden Leistungselektronik hervorgerufen. Eine solche Leistungselektronik umfasst bei einem Dreiphasenelektromotor, wie einer permanentmagneterregten Synchronmaschine, sechs Leistungsschalter, die in einer sogenannten dreifachen Halbbrücke zur Ansteuerung des Elektromotors angeordnet sind. Um den aktiven Kurzschluss einzustellen, werden alle oberen Leistungsschalter oder alternativ alle unteren Leistungsschalter geschlossen. Dadurch stellt sich der Kurzschlussstrom I_K ein, der eine direkte Proportionalität zum magnetischen Fluss Ψ_{PM} der Permanentmagneten des Rotors des Elektromotors aufweist.

$$\Psi_{PM} = \frac{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}{\omega} * I_K \qquad (1)$$

wobei:

R = elektrischer Widerstand des Elektromotors

ω = Drehzahl des Elektromotors

L = Induktivität des Elektromotors

I_K = Kurzschlussstrom

darstellen.

Arbeitet der Elektromotor bei niedrigen Drehzahlen ω, muss der elektrische Widerstand R gemäß Gleichung 1 für die Berechnung des magnetischen Flusses Ψ_{PM} in Betracht gezogen werden. Die Größe des elektrischen Widerstands R verändert sich ebenfalls mit der Temperatur, weshalb im niedrigen Drehzahlbereich der Widerstand R mit Hilfe einer gemessenen/geschätzten Statorwicklungstemperatur ermittelt wird. Oberhalb einer Grenzdrehzahl ω_{grenz} kann der Einfluss des elektrischen Widerstands R vernachlässigt werden (Fig. 2), woraus sich

$$\Psi_{PM} = L^*I_K \qquad (2)$$

ergibt.

Wie aus Gleichung 2 hervorgeht, weist der sich während des aktiven Kurzschlusses einstellende Kurzschlussstrom I_K eine direkte Proportionalität zum magnetischen Fluss Ψ_{PM} auf.

Ist der tatsächliche magnetische Fluss Ψ_{PM} der Permanentmagnete bekannt, lässt sich auf die aktuelle Rotortemperatur des Elektromotors schließen und somit ein während der Regelung des Elektromotors berechnetes Drehmoment M_{EM} des Elektromotors anpassen.

$$M_{EM} = \frac{3}{2} * p * \left[\Psi_{PM} * i_q + \left(L_d - L_q\right) * i_{q*} i_d\right] \qquad (3)$$

wobei

p Polpaare der Dauermagneten

i_q, i_d Gleichstromkomponenten des Wechselstroms

L_q, L_d Induktivitätskomponenten

darstellen.

Die vorgestellte Strategie lässt sich ebenfalls bei aktivem Verzögern des Verbrennungsmotors bis zum Stillstand durch die permanentmagneterregte Synchronmaschine einsetzen. Zum Verzögern des Verbrennungsmotors wird direkt das Kurzschlussmoment der permanentmagneterregten Synchronmaschine genutzt. Analog dazu ist der Einsatz der Strategie während Schaltungsphasen möglich. Bei Zughochschaltungen wird das Kurzschlussmoment der permanenterregten Synchronmaschine genutzt, um während der Synchronisationsphasen die Verbrennungsmotordrehzahl an die Getriebeeingangsdrehzahl anzugleichen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung einer Rotortemperatur eines Elektromotors in einem Hybridantrieb eines Kraftfahrzeuges, wobei als Elektromotor vorzugsweise eine permanentmagneterregte Synchronmaschine verwendet wird, bei welchem die Rotortemperatur in Abhängigkeit eines temperaturabhängigen Maschinenparameters bestimmt wird, der aus einem Kurzschlussstrom bei einem aktiven Kurzschluss einer, den Elektromotor bestromenden Leistungselektronik ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der aktive Kurzschluss während eines aktiven Fahrbetriebes des Kraftfahrzeuges in einem generatorischen Betriebsmodus des Elektromotors eingestellt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Modus einer Lastpunktverschiebung oder Rekuperation des Hybridantriebes ein gefordertes generatorisches Drehmoment des Elektromotors mit einem vorgegebenen Kurzschlussdrehmoment verglichen wird, wobei bei annähernder Übereinstimmung des geforderten Drehmomentes mit dem Kurzschlussdrehmoment der aktive Kurzschluss eingeleitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kurzschlussdrehmoment in Abhängigkeit von der Drehzahl des Elektromotors in einer Kennlinie abgelegt ist, welche einmalig, vorzugsweise bei einer Bandende-Prüfung eines Herstellungsprozesses des Elektromotors, ermittelt und abgespeichert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Bestimmung des Maschinenparameters, der aus dem Kurzschlussstrom bei einer Drehzahl des Elektromotors, welche kleiner als eine Grenzdrehzahl ist, ermittelt wird, ein elektrischer Widerstand des Elektromotors berücksichtigt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Widerstand des Elektromotors aus einer gemessenen oder geschätzten Statorwicklungstemperatur ermittelt wird.

6. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Maschinenparameter, der aus dem Kurzschlussstrom bei einer Drehzahl des Elektromotors, welche größer als eine Grenzdrehzahl ist, ermittelt wird, direkt proportional zum Kurzschlussstrom ist.

7. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Maschinenparameter ein magnetischer Fluss der Permanentmagneten eines Rotors des Elektromotors verwendet wird.

8. Verfahren nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die aus dem Maschinenparameter bestimmt Motortemperatur zur Anpassung des Drehmomentes des Elektromotors, um eine Verbesserung der Kupplungsadaption zu erreichen.

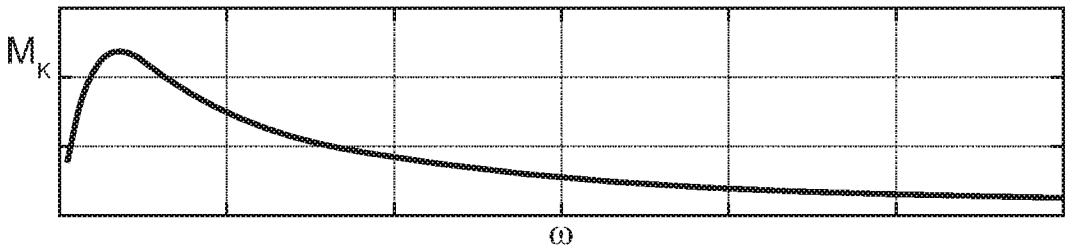


Fig. 1

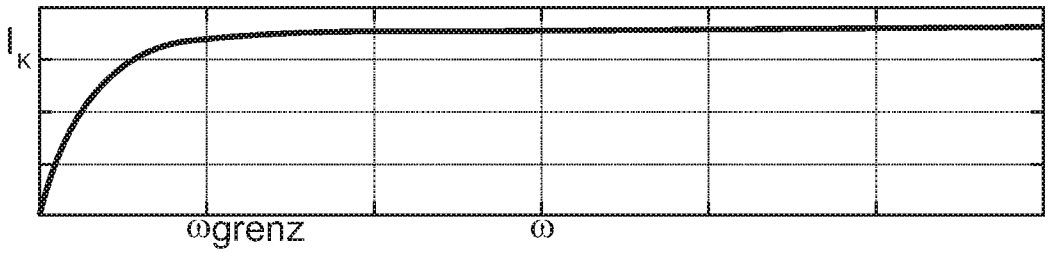


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2014/200646

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H02P29/00 B60L3/00 H02P21/14
ADD. B60K6/48 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)
H02P B60K B60L 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 practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006 280141 A (HONDA MOTOR CO LTD) 12 October 2006 (2006-10-12)	1-7
Y	the whole document	8

X	US 2008/036415 A1 (KAIZUKA MASAAKI [JP] ET AL) 14 February 2008 (2008-02-14)	1,2
Y	the whole document	8
A		3-5,7

A	DE 10 2008 001807 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19 November 2009 (2009-11-19) paragraph [0001] - paragraph [0009]	1,5,7

A	WO 2009/021911 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]; WALLNER STEFAN [DE]) 19 February 2009 (2009-02-19) abstract	1

☐ 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 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
4 March 2015	18/03/2015

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	Wimböck, Thomas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/DE2014/200646

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2006280141 A	12-10-2006	JP 4574412 B2	04-11-2010
		JP 2006280141 A	12-10-2006
US 2008036415 A1	14-02-2008	JP 4724070 B2	13-07-2011
		JP 2008043128 A	21-02-2008
		US 2008036415 A1	14-02-2008
DE 102008001807 A1	19-11-2009	DE 102008001807 A1	19-11-2009
		EP 2279396 A1	02-02-2011
		US 2011119014 A1	19-05-2011
		WO 2009138312 A1	19-11-2009
WO 2009021911 A1	19-02-2009	CN 101795913 A	04-08-2010
		DE 102007038773 A1	12-03-2009
		EP 2178730 A1	28-04-2010
		JP 2010536627 A	02-12-2010
		US 2010200318 A1	12-08-2010
		WO 2009021911 A1	19-02-2009

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2014/200646

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H02P29/00 B60L3/00 H02P21/14
ADD. B60K6/48 B60W10/08

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H02P B60K B60L 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	JP 2006 280141 A (HONDA MOTOR CO LTD) 12. Oktober 2006 (2006-10-12)	1-7
Y	das ganze Dokument	8

X	US 2008/036415 A1 (KAIZUKA MASAAKI [JP] ET AL) 14. Februar 2008 (2008-02-14)	1,2
Y	das ganze Dokument	8
A		3-5,7

A	DE 10 2008 001807 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 19. November 2009 (2009-11-19) Absatz [0001] - Absatz [0009]	1,5,7

A	WO 2009/021911 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]; WALLNER STEFAN [DE]) 19. Februar 2009 (2009-02-19) Zusammenfassung	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" 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
4. März 2015	18/03/2015

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	Wimböck, Thomas

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2014/200646

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 2006280141 A	12-10-2006	JP 4574412 B2	04-11-2010
		JP 2006280141 A	12-10-2006
US 2008036415 A1	14-02-2008	JP 4724070 B2	13-07-2011
		JP 2008043128 A	21-02-2008
		US 2008036415 A1	14-02-2008
DE 102008001807 A1	19-11-2009	DE 102008001807 A1	19-11-2009
		EP 2279396 A1	02-02-2011
		US 2011119014 A1	19-05-2011
		WO 2009138312 A1	19-11-2009
WO 2009021911 A1	19-02-2009	CN 101795913 A	04-08-2010
		DE 102007038773 A1	12-03-2009
		EP 2178730 A1	28-04-2010
		JP 2010536627 A	02-12-2010
		US 2010200318 A1	12-08-2010
		WO 2009021911 A1	19-02-2009