

(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
29. November 2012 (29.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/159830 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60W 10/06 (2006.01) *B60K 6/48* (2007.10)
B60W 10/08 (2006.01) *B60W 30/18* (2012.01)
B60W 20/00 (2006.01) *B60W 30/188* (2012.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/057263

(22) Internationales Anmeldedatum:
20. April 2012 (20.04.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 076 403.8 24. Mai 2011 (24.05.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach
30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SKROBANEK, Klaus**
[DE/DE]; Im Bromberger Pfad 6, 74343 Sachsenheim
(DE). **BRENK, Achim** [DE/DE]; Forlenweg 5, 75236
Kaempfelbach (DE). **SEHER, Dieter** [DE/DE];
Zabergaeustr. 10, 74360 Ilsfeld (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

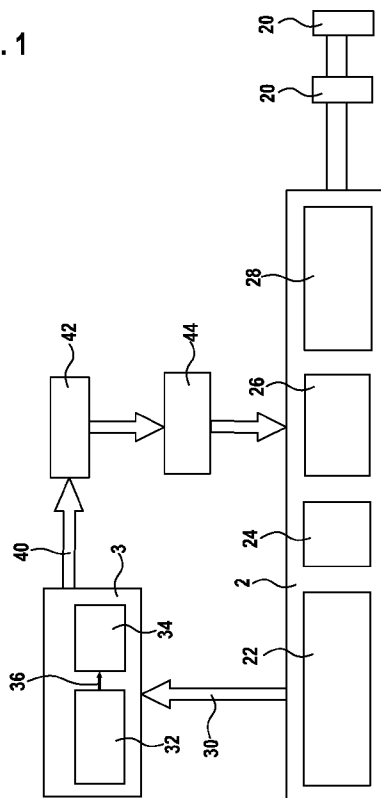
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, 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, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: HYBRID VEHICLE AND METHOD FOR OPERATING HYBRID VEHICLE

(54) Bezeichnung : HYBRIDFAHRZEUG UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES HYBRIDFAHRZEUGS

Fig. 1



(57) Abstract: A hybrid vehicle has an internal combustion engine (22) and an electric motor (26) which are designed to drive at least one drive wheel (20) of the hybrid vehicle. In addition, a thermodynamic working circuit (3) is provided which is designed to convert heat which is output during operation of the internal combustion engine (22) into useable energy.

(57) Zusammenfassung: Ein Hybridfahrzeug hat einen Verbrennungsmotor (22) und einen Elektromotor (26), die zum Antreiben wenigstens eines Antriebsrades (20) des Hybridfahrzeugs ausgebildet sind. Zusätzlich ist ein thermodynamischer Arbeitskreis (3) vorgesehen, der ausgebildet ist, im Betrieb vom Verbrennungsmotor (22) abgegebene Wärme in nutzbare Energie umzuwandeln.



SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Beschreibung

Titel

5 Hybridfahrzeug und Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Hybridfahrzeug und Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs.

10 Stand der Technik

Hybridfahrzeuge, die neben einem Verbrennungsmotor einen Elektromotor aufweisen, um den Verbrennungsmotor in bestimmten Betriebszuständen, z.B. beim Beschleunigen, zu unterstützen bzw. zu ersetzen sind im Stand der Technik be-
15 kannt.

Systeme zur Abwärmenutzung sind bisher nur für stationäre Motoren bzw. Großmotoren im Einsatz.

20 Offenbarung der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die Energieeffizienz eines Hybridfahrzeugs zu verbessern.

25 Zur Lösung dieser Aufgabe werden ein optimiertes Hybridfahrzeug und ein verbessertes Verfahren zum Betreiben eines solchen Hybridfahrzeugs zur Verfügung gestellt.

Ein erfindungsgemäßes Hybridfahrzeug weist einen thermodynamischen Arbeitskreis auf, der ausgebildet ist, die Abwärme des Verbrennungsmotors in
30 nutzbare Energie umzuwandeln.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines Hybridfahrzeugs schließt ein, mit der Abwärme des Verbrennungsmotors einen thermodynamischen Arbeitskreis zu betreiben, um die im Betrieb erzeugte Abwärme des Verbrennungsmotors in nutzbare Energie umzuwandeln.
35

Die Wandlung der thermischen Energie in mechanische Energie geschieht dabei in einem thermodynamischen Arbeitskreis, z.B. einem Organic Rankine Cycle (ORC-Prozess).

5 In einem solchen Arbeitskreis wird ein flüssiges Arbeitsmedium bis auf einen Arbeitsdruck verdichtet und zu einem Wärmetauscher gefördert. Die Abwärme aus dem Abgas bzw. der Abgasrückführung des Verbrennungsmotors wird über den oder die Wärmetauscher an das Arbeitsmedium des ORC-Prozesses übertragen, welches dadurch verdampft wird. Der Dampf wird anschließend in einer Expansionsmaschine entspannt, wobei mechanische Energie gewonnen und an die Antriebswelle abgegeben wird. Als Expansionsmaschine kommen dabei beispielsweise eine Kolbenmaschine oder eine Turbine zum Einsatz.

10 Da das Angebot an Abwärme bei mobilen Anwendungen vom Fahrzustand (Verkehrssituation, Beladung, Steigung, Fahrgeschwindigkeit, usw.) abhängt, ist es starken Veränderungen unterworfen. Auch der Bedarf an Antriebsleistung sowie die Leistungsanforderung der Nebenaggregate sind starken Schwankungen unterworfen, so dass die Aufteilung der aus dem thermodynamischen Arbeitskreis gewonnenen Energie auf den Antriebsstrang und die Nebenaggregate jederzeit angepasst werden muss, um eine optimale Nutzung der mit Hilfe des thermodynamischen Arbeitskreises gewonnenen Energie zu ermöglichen.

20 Die erfindungsgemäße Kombination eines Hybridantriebs mit einem thermodynamischen Arbeitskreis ermöglicht es, die von dem thermodynamischen Arbeitskreis erzeugte zusätzliche Energie effektiv und bedarfsgemäß einzusetzen. Es wird ein Fahrzeug mit einer hohen Energieeffizienz bereitgestellt.

25 In einer Ausführungsform weist der thermodynamische Arbeitskreis eine Expansionsmaschine auf, die als Kolbenmaschine oder als Strömungsmaschine (Turbine) ausgebildet ist.

30 In einer Ausführungsform ist der thermodynamische Arbeitskreis ausgebildet, einen Clausius-Rankine-Kreisprozess auszuführen. Ein Clausius-Rankine-Kreisprozess stellt einen Kreisprozess zur Verfügung, der eine effektive Umwandlung der Abwärme des Verbrennungsmotors in nutzbare mechanische Energie ermöglicht.

In einer Ausführungsform weist das Hybridfahrzeug zusätzlich einen elektrischen Generator auf, und der thermodynamische Arbeitskreis ist ausgebildet, den Generator anzutreiben, um elektrische Energie zu erzeugen. Insbesondere ist der elektrische Generator mechanisch mit der Expansionsmaschine des thermodynamischen Arbeitskreises verbunden, um von dieser angetrieben zu werden.

Die Umwandlung der von dem thermodynamischen Arbeitskreis erzeugten mechanischen Energie in elektrische Energie ermöglicht es, die Energie besonders effektiv einzusetzen. Insbesondere kann die elektrische Energie genutzt werden, um den Elektromotor des Hybridfahrzeugs zu betreiben. Die von dem thermodynamischen Arbeitskreis zur Verfügung gestellte Energie kann so sehr effektiv genutzt werden, ohne dass dazu zusätzliche mechanische Bauteile erforderlich sind.

In einer Ausführungsform ist der Generator mit einer elektrischen Speichervorrichtung verbindbar, um die von dem Generator im Betrieb erzeugte elektrische Energie zu speichern. So kann in Betriebszuständen, in denen von dem Generator, der von dem thermodynamischen Arbeitskreis angetrieben wird, mehr elektrische Energie erzeugt wird, als in diesem Moment benötigt wird, diese überschüssige elektrische Energie zur späteren Verwendung gespeichert werden. Dadurch verbessert sich die Energieeffizienz des Fahrzeugs weiter, da die in bestimmten Betriebszuständen nicht benötigte, überschüssige elektrische Energie nicht verloren geht, sondern später, insbesondere in Betriebszuständen mit einem höheren Energiebedarf, genutzt werden kann.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Hybridfahrzeugs schließt ein, den Elektromotor gleichzeitig mit dem Verbrennungsmotor zu betreiben, um den Verbrennungsmotor beim Antreiben des Hybridfahrzeugs zu unterstützen („Drive-Mode“). Dadurch, dass der Verbrennungsmotor in bestimmten Betriebszuständen mit hohem Energiebedarf (z. B. beim Anfahren bzw. Beschleunigen) durch den Elektromotor unterstützt wird, kann der Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors gesenkt werden und/oder das Beschleunigungsverhalten des Fahrzeugs verbessert werden. Dadurch, dass zum Antreiben des Elektromotors erfindungsgemäß Energie genutzt wird, die aus der Abwärme des Verbrennungsmotors gewonnen wird, wird die Energieeffizienz noch weiter verbessert.

Das erfindungsgemäße Verfahren schließt vorzugsweise ein, in bestimmten Betriebszuständen zusätzlich in der Speichervorrichtung (Batterie) gespeicherte Energie zu verwenden, um den Elektromotor anzutreiben („Boost-Mode“). Dadurch wird die Energieeffizienz noch weiter verbessert, da neben der aktuell vom thermodynamischen Arbeitskreis zur Verfügung gestellten elektrischen Energie auch in früheren Betriebszuständen erzeugte und in diesen früheren Betriebszuständen nicht benötigte elektrische Energie, die in der Speichervorrichtung gespeichert worden ist, zum Antreiben des Elektromotors und damit des Hybridfahrzeugs genutzt wird.

Dadurch geht diese, in früheren Betriebszuständen erzeugte und vorübergehend nicht benötigte Energie nicht verloren, sondern kann in späteren Betriebszuständen, die einen höheren Energiebedarf haben, genutzt werden, um den Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors zu senken und/oder die Beschleunigung des Hybridfahrzeugs zu verbessern.

In einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens wird der Elektromotor als Generator betrieben, um elektrische Energie zu erzeugen, die in der elektrischen Speichervorrichtung gespeichert wird. Dies ermöglicht es, die elektrische Speichervorrichtung aufzuladen, wenn dies notwendig ist, und die von dem Generator des thermodynamischen Arbeitskreises zur Verfügung gestellte elektrische Energie nicht ausreicht.

Der Elektromotor kann sowohl im Fahrbetrieb („Transient Mode“) als auch beim Abbremsen des Fahrzeugs („Recuperation Mode“) zum Erzeugen elektrischer Energie verwendet werden. Die Verwendung und Speicherung der beim Abbremsen erzeugten Energie („Recuperation mode“) ist besonders effizient, da so ein Teil der zum Beschleunigen des Fahrzeugs aufgewandten Energie beim Abbremsen zurückgewonnen und in Form elektrischer Energie gespeichert wird, so dass sie später zur erneuten Beschleunigung des Fahrzeugs verwendet werden kann.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beigefügten Figuren näher erläutert.

Dabei zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Antriebssystems eines erfindungsgemäßen Hybridfahrzeugs in einem ersten Betriebszustand;

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Antriebssystems eines erfindungsgemäßen Hybridfahrzeugs in einem zweiten Betriebszustand;

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Antriebssystems eines erfindungsgemäßen Hybridfahrzeugs in einem dritten Betriebszustand; und

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Antriebssystems eines erfindungsgemäßen Hybridfahrzeugs in einem vierten Betriebszustand.

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Antriebssystems eines erfindungsgemäßen Hybridfahrzeugs in einem ersten Betriebszustand;

Ein erfindungsgemäßes Hybridfahrzeug weist einen Antriebsstrang 2 mit einem Verbrennungsmotor 22, einer Kupplung 24, einem Elektromotor 26 und einem Getriebe 28 auf, die in Reihe miteinander verbunden sind, um die von dem Verbrennungsmotor 22 und/oder dem Elektromotor 26 erzeugte mechanische Antriebsenergie an die Antriebsräder 20 des Hybridfahrzeugs zu übertragen.

Erfindungsgemäß weist das Hybridfahrzeug einen thermodynamischen Arbeitskreis 3 mit einer Expansionsmaschine 32 auf. Im Betrieb des thermodynamischen Arbeitskreises 3 wird die Expansionsmaschine 32 durch die von dem Verbrennungsmotor 22 im Betrieb z.B. über den Abgasstrang abgegebene Abwärme 30 angetrieben. Die Expansionsmaschine 32 wandelt die thermische Abwärme 30 in mechanische Energie 36 um, die zum Antreiben eines elektrischen Generators 34 verwendet wird, der mechanisch mit der Expansionsmaschine 32 gekoppelt ist.

Der elektrische Generator 34 erzeugt elektrische Energie 40, die durch einen Spannungswandler 42 und einen elektrischen Inverter 44 geeignet umgewandelt wird, um den im Antriebsstrang 2 des Hybridfahrzeugs angeordneten Elektromotor 26 anzutreiben und so den Verbrennungsmotor 22 beim Antreiben der Antriebsräder 20 des Hybridfahrzeugs zu unterstützen oder zu ersetzen.

Da die bei einem herkömmlichen Verbrennungsmotor ungenutzt über den Abgasstrang abgegebene Abwärme 30 zusätzlich zum Antreiben der Antriebsräder 20 genutzt wird, kann der Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors 22 gesenkt werden. Aufgrund der Hybridisierung des Fahrzeugs ist der zum Antreiben der Antriebsräder 20 genutzte Elektromotor 26 bereits vorhanden.

Fig. 2 zeigt schematisch einen zweiten Betriebszustand eines erfindungsgemäßen Hybridfahrzeugs.

Im zweiten Betriebszustand („Recuperation mode“) wird das Fahrzeug abgebremst, so dass die Leistung des Verbrennungsmotors 22 auf ein Minimum reduziert ist (Leerlauf). Es ist daher nicht nötig und erwünscht, die von dem thermodynamischen Arbeitskreis 3 erzeugte elektrische Energie 40 zum Antreiben des Elektromotors 26 zu verwenden, da ein Antreiben der Antriebsräder 20 in diesem Betriebszustand nicht erwünscht ist.

Die von dem thermodynamischen Arbeitskreis 3 erzeugte elektrische Energie 40 wird daher nach der Spannungswandlung im Spannungswandler 42 in einer elektrischen Speichervorrichtung 46 (Batterie) zur späteren Verwendung gespeichert.

Zusätzlich wird der Elektromotor 26 durch die beim Abbremsen des Fahrzeugs frei werdende kinetische Energie des Fahrzeugs mechanisch angetrieben. Der Elektromotor 26 wird dabei als Generator betrieben, der elektrische Energie 50 bereitstellt, die nach einer entsprechenden Umwandlung durch den Inverter 44, der in diesem Betriebszustand im Vergleich zu dem in Fig. 1 gezeigten Betriebszustand invers betrieben wird, ebenfalls in der elektrischen Speichervorrichtung 46 gespeichert wird.

Die thermische Energie des im Leerlauf betriebenen Verbrennungsmotors 22 und die beim Abbremsen des Fahrzeugs frei werdende mechanische Energie, die in einem herkömmlichen Fahrzeug durch die Erwärmung der mechanischen Bremsen ungenutzt als Abwärme abgegeben wird, wird zur späteren Verwendung in der elektrischen Speichervorrichtung 46 gespeichert.

Fig. 3 zeigt das Antriebssystem eines erfindungsgemäßen Hybridfahrzeugs in einem dritten Betriebszustand.

Im dritten Betriebszustand („Boost-Mode“) wird zusätzlich zu der von dem thermodynamischen Arbeitskreis 3 erzeugten elektrischen Energie 40 in der elektrischen Speichervorrichtung 46 gespeicherte elektrische Energie 52 zum Antreiben des Elektromotors 26 verwendet. Der Elektromotor 26 kann so mit einer besonders hohen Leistung, welche über die von dem thermodynamischen Arbeitskreis 3 zur Verfügung gestellten Leistung hinausgeht, betrieben werden, um den Verbrennungsmotor 22 zu unterstützen. Dieser Betriebsmodus ist insbesondere für eine besonders starke Beschleunigung des Hybridfahrzeugs, z. B. beim Anfahren oder Einleiten eines Überholvorgangs, geeignet. Die z.B. im zuvor beschriebenen zweiten Betriebsmodus in der elektrischen Speichervorrichtung 46 gespeicherte Energie wird dabei genutzt, um den Kraftstoffverbrauch des Verbrennungsmotors 22 zu reduzieren.

Fig. 4 zeigt ein Antriebssystem eines erfindungsgemäßen Hybridfahrzeugs in einem vierten Betriebszustand.

Im vierten Betriebszustand wird der Verbrennungsmotor 22 des Antriebsstrangs 2 betrieben, um eine mechanische Leistung zum Antreiben der Antriebsräder 20 des Hybridfahrzeugs zu erzeugen.

Die von dem Verbrennungsmotor 22 im Betrieb erzeugte Abwärme 30 wird wie im zuvor beschriebenen zweiten Betriebszustand von dem thermodynamischen Arbeitskreis 3 in elektrische Energie 40 umgewandelt und nach entsprechender Umwandlung durch den Spannungswandler 42 in der elektrischen Speichervorrichtung 46 gespeichert.

Zusätzlich wird durch den Elektromotor 26, der anders als im zweiten Betriebszustand nicht durch das Abbremsen des Hybridfahrzeugs sondern durch den Verbrennungsmotor 22 angetrieben wird, elektrische Energie 50 erzeugt, welche nach entsprechender Umwandlung durch den Inverter 44 ebenfalls in der elektrischen Speichervorrichtung 46 gespeichert wird.

Im vierten Betriebszustand wird die elektrische Speichervorrichtung 46 besonders effizient und schnell aufgeladen. Der vierte Betriebszustand wird daher vorzugsweise gewählt, wenn der Ladezustand der Speichervorrichtung 46 eine schnelle Ladung erfordert. Durch Verwenden des in einem Hybridfahrzeug vorhandenen Elektromotors 26 zum Aufladen der elektrischen Speichervorrichtung

46 kann auf einen zusätzlichen, vom Verbrennungsmotor 22 mechanisch angetriebenen Generator verzichtet werden.

Die Erfindung ermöglicht es, die thermische Energie, die beim Betrieb eines Verbrennungsmotors 22 erzeugt wird, mit möglichst geringen Verlusten zum Antriebe des Fahrzeugs zu nutzen und als mechanische Energie an die Antriebsräder 20 des Fahrzeugs abzugeben. Dadurch wird die energetische Gesamtbilanz des Fahrzeugs optimiert. Durch die erfindungsgemäße Kombination der Nutzung der Abwärme des Verbrennungsmotors 22 mit der Hybridtechnologie kann eine optimale Anpassung an das Betriebsverhalten und den Einsatzbereich des Fahrzeugs erreicht werden. Insbesondere kann die an die Antriebsräder 20 übertragene mechanische Energie bedarfsgemäß eingestellt werden. Zeitweise nicht benötigte Energie kann zur späteren Verwendung in einer elektrischen Speichervorrichtung 46 gespeichert werden.

Die thermische Trägheit des thermodynamischen Arbeitskreises 3 kann so ausgeglichen werden.

Wird die Speichervorrichtung 46 durch häufiges Bremsen wiederholt aufgeladen ("Stop-and-go-Betrieb"), kann ungeachtet der thermischen Trägheit des thermodynamischen Arbeitskreises 3 ein großer Anteil der kinetischen Energie des Fahrzeugs beim Abbremsen zurückgewonnen und genutzt oder gespeichert werden.

Die Erfindung stellt ein Hybridfahrzeug mit einer besonders effektiven Energiebilanz zur Verfügung.

Patentansprüche

1. Hybridfahrzeug mit
 einem Verbrennungsmotor (22) und
5 einem Elektromotor (26),
 wobei der Verbrennungsmotor (22) und der Elektromotor (26) zum Antreiben
 wenigstens eines Antriebsrades (20) des Hybridfahrzeugs ausgebildet sind,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass zusätzlich ein thermodynamischer Arbeitskreis (3) vorgesehen ist, der
10 ausgebildet ist, um im Betrieb vom Verbrennungsmotor (22) abgegebene Wärme
 in nutzbare Energie umzuwandeln.
2. Hybridfahrzeug nach Anspruch 1, wobei der thermodynamische Arbeits-
 kreis (3) eine Expansionsmaschine (32) aufweist, die vorzugsweise als Kolben-
15 maschine oder als Strömungsmaschine ausgebildet ist.
3. Hybridfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei der
 thermodynamische Arbeitskreis (3) ausgebildet ist, um einen Clausius-Rankine-
 Kreisprozess auszuführen.
20
4. Hybridfahrzeug nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einem
 elektrischen Generator (34), wobei der thermodynamische Arbeitskreis ausgebil-
 det ist, den Generator (34) anzutreiben, um elektrische Energie zu erzeugen.
- 25 5. Hybridfahrzeug nach Anspruch 4, wobei der Generator (34) mit einer
 elektrischen Speichervorrichtung (46) verbindbar ist, um die von dem Generator
 (34) im Betrieb erzeugte elektrische Energie zu speichern.
- 30 6. Verfahren des Betreibens eines Hybridfahrzeugs mit
 einem Verbrennungsmotor (22) und einem Elektromotor (26), die zum Antrei-
 ben wenigstens eines Antriebsrades (20) des Hybridfahrzeugs ausgebildet sind,
 dadurch gekennzeichnet,
 dass das Verfahren einschließt, einen thermodynamischen Arbeitskreis (3) zu
 betreiben, um im Betrieb vom Verbrennungsmotor (22) abgegebene Wärme in
35 nutzbare Energie umzuwandeln.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die von dem thermodynamischen Arbeitskreis (3) erzeugte Energie zum Betreiben eines elektrischen Generators (34) verwendet wird.

5 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei der Elektromotor (26) gleichzeitig mit dem Verbrennungsmotor (22) betrieben wird, um den Verbrennungsmotor (22) beim Antreiben des wenigstens einen Antriebsrades (20) zu unterstützen.

10 9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei zusätzlich elektrische Energie aus einer elektrischen Speichervorrichtung (46) verwendet wird, um den Elektromotor (26) anzutreiben.

15 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei der Elektromotor (26) mechanisch angetrieben wird, um als Generator elektrische Energie zu erzeugen.

Fig. 1

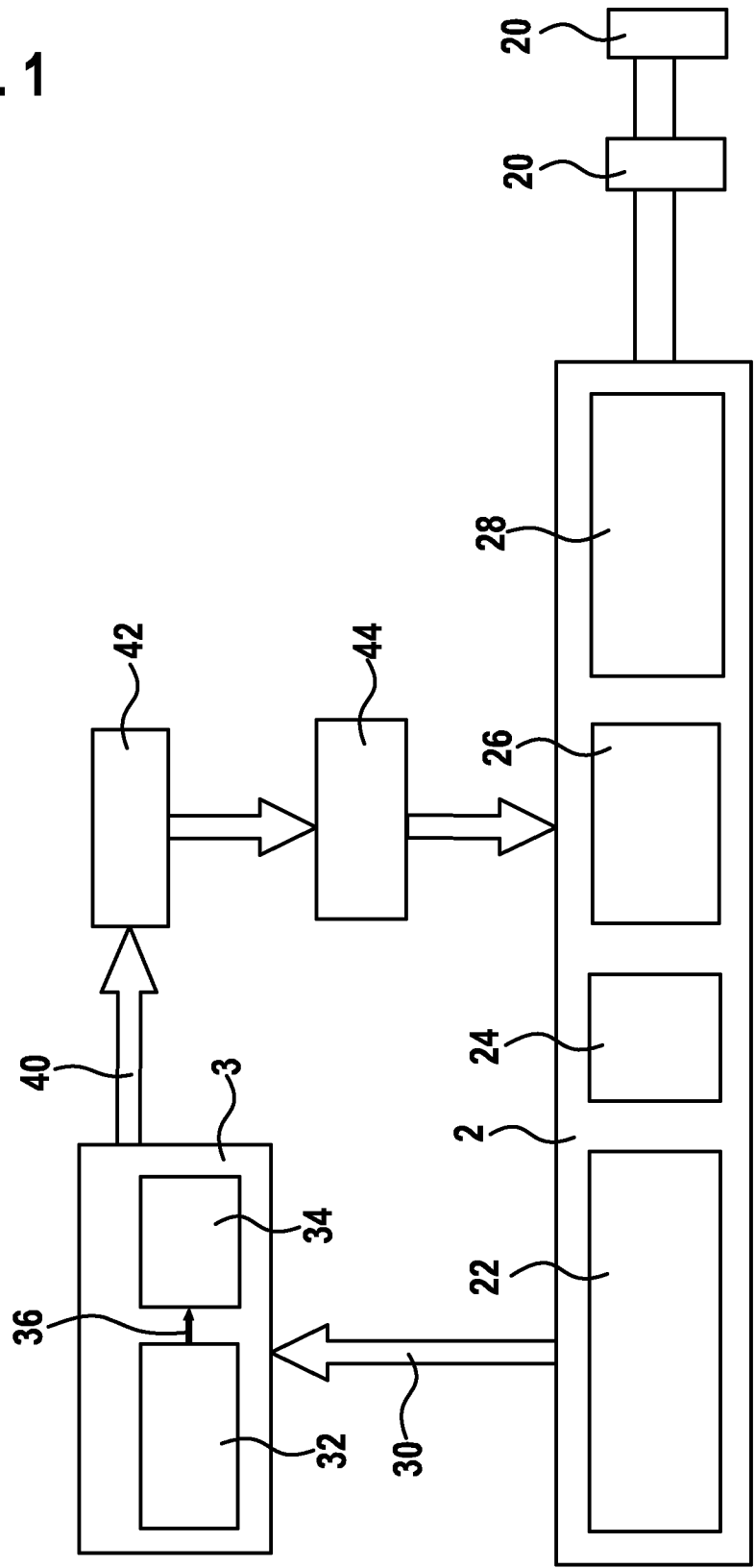


Fig. 2

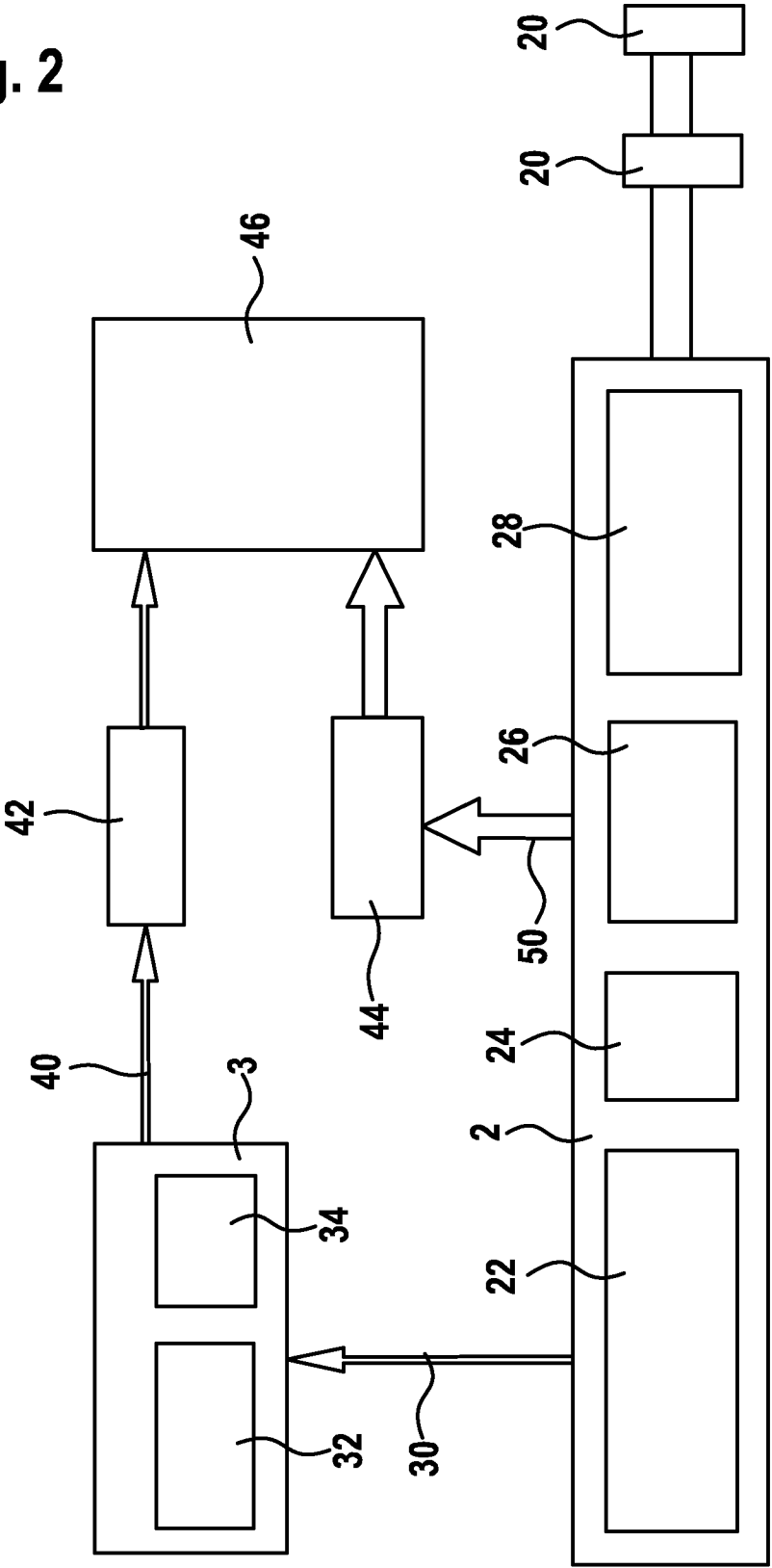


Fig. 3

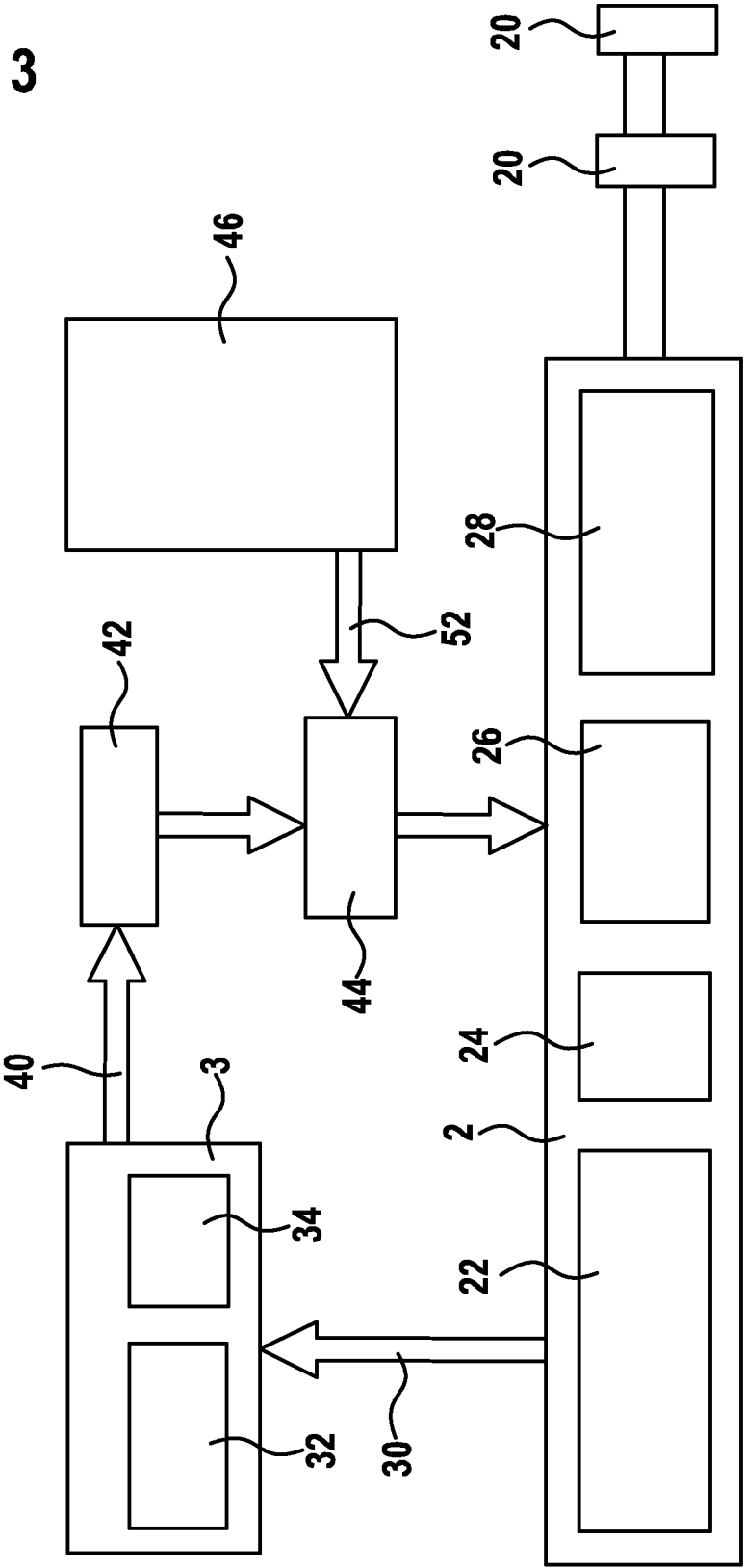
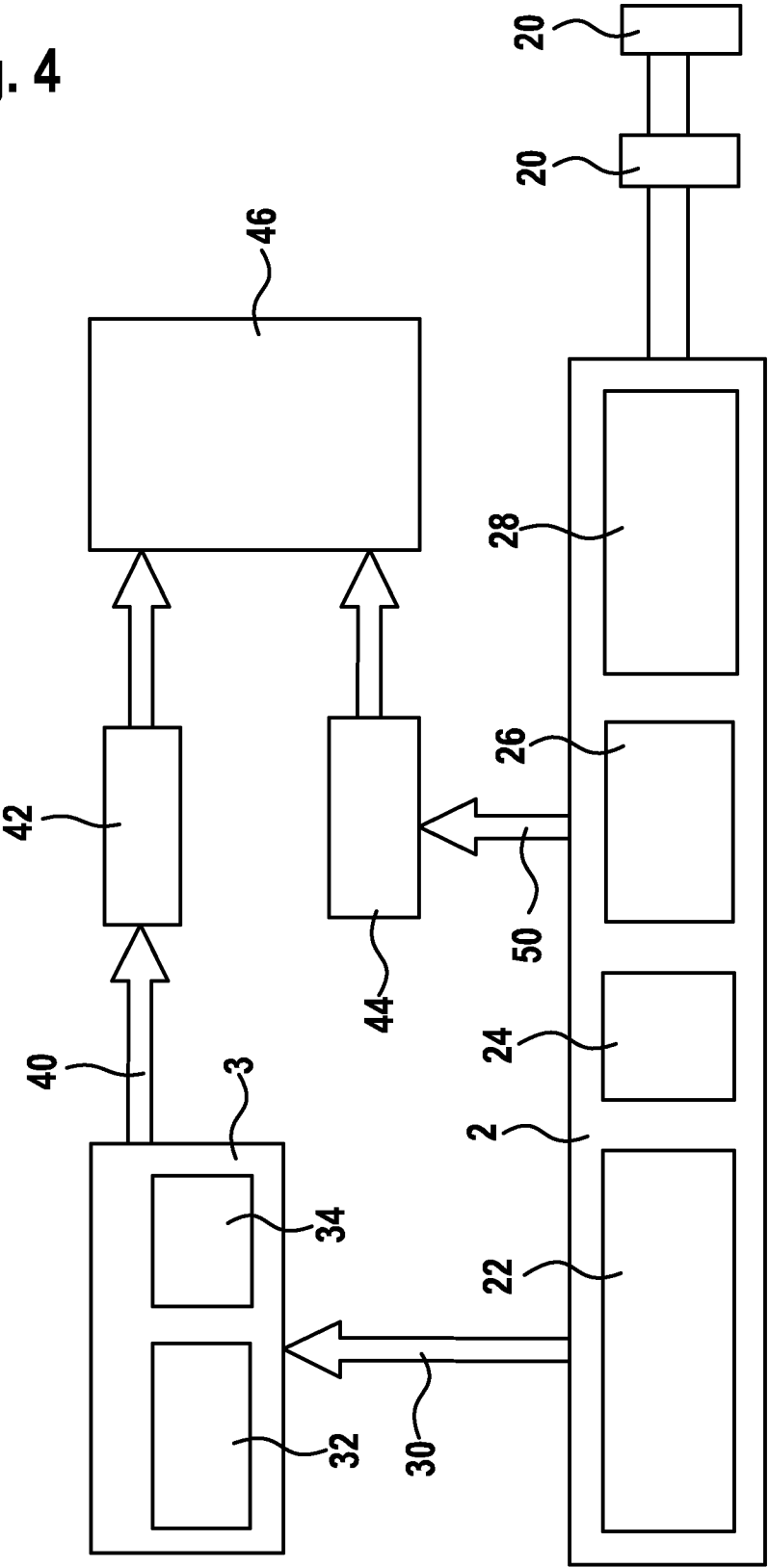


Fig. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/057263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60W10/06 B60W10/08 B60W20/00 B60K6/48
ADD. B60W30/18 B60W30/188

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)

B60W B60K

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	DE 10 2010 044889 A1 (DAIMLER AG [DE]) 12 May 2011 (2011-05-12) paragraphs [0016] - [0027]; figure 1 -----	1-7
X	EP 1 326 017 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 9 July 2003 (2003-07-09) paragraphs [0006] - [0010], [0045] - [0049]; figures 1,14 the whole document -----	1-10
A	DE 10 2008 008238 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]; SKODA AUTO AS [CZ]) 21 August 2008 (2008-08-21) paragraphs [0009] - [0016] ----- -/-	1,6



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

10 July 2012

Date of mailing of the international search report

17/07/2012

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

Plenk, Rupert

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2012/057263

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 10 2007 038585 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 19 March 2009 (2009-03-19) paragraphs [0005], [0006] -----	1,6
A	DE 10 2008 035451 A1 (DAIMLER AG [DE]) 19 March 2009 (2009-03-19) paragraphs [0009] - [0013] -----	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/057263

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010044889 A1	12-05-2011	NONE	
EP 1326017 A1	09-07-2003	AU 9420001 A	22-04-2002
		AU 2001294200 B2	13-01-2005
		BR 0114487 A	18-11-2003
		CA 2425427 A1	09-04-2003
		CN 1469971 A	21-01-2004
		DE 60133209 T2	19-03-2009
		EP 1326017 A1	09-07-2003
		JP 2002115573 A	19-04-2002
		US 2004063535 A1	01-04-2004
		WO 0231334 A1	18-04-2002
DE 102008008238 A1	21-08-2008	DE 102008008238 A1	21-08-2008
		JP 2008199888 A	28-08-2008
DE 102007038585 A1	19-03-2009	CN 102216137 A	12-10-2011
		DE 102007038585 A1	19-03-2009
		EP 2190710 A2	02-06-2010
		JP 2011502846 A	27-01-2011
		US 2011017534 A1	27-01-2011
		WO 2009021913 A2	19-02-2009
DE 102008035451 A1	19-03-2009	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B60W10/06	B60W10/08
ADD.	B60W30/18	B60W30/188
	B60W20/00	B60K6/48
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B60W B60K		
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	DE 10 2010 044889 A1 (DAIMLER AG [DE]) 12. Mai 2011 (2011-05-12) Absätze [0016] - [0027]; Abbildung 1 -----	1-7
X	EP 1 326 017 A1 (HONDA MOTOR CO LTD [JP]) 9. Juli 2003 (2003-07-09) Absätze [0006] - [0010], [0045] - [0049]; Abbildungen 1,14 das ganze Dokument -----	1-10
A	DE 10 2008 008238 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE]; SKODA AUTO AS [CZ]) 21. August 2008 (2008-08-21) Absätze [0009] - [0016] ----- -/-	1,6
☒ 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
10. Juli 2012		17/07/2012
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 Plenk, Rupert

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2007 038585 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 19. März 2009 (2009-03-19) Absätze [0005], [0006] -----	1,6
A	DE 10 2008 035451 A1 (DAIMLER AG [DE]) 19. März 2009 (2009-03-19) Absätze [0009] - [0013] -----	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/057263

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010044889 A1	12-05-2011	KEINE	
EP 1326017 A1	09-07-2003	AU 9420001 A	22-04-2002
		AU 2001294200 B2	13-01-2005
		BR 0114487 A	18-11-2003
		CA 2425427 A1	09-04-2003
		CN 1469971 A	21-01-2004
		DE 60133209 T2	19-03-2009
		EP 1326017 A1	09-07-2003
		JP 2002115573 A	19-04-2002
		US 2004063535 A1	01-04-2004
		WO 0231334 A1	18-04-2002
DE 102008008238 A1	21-08-2008	DE 102008008238 A1	21-08-2008
		JP 2008199888 A	28-08-2008
DE 102007038585 A1	19-03-2009	CN 102216137 A	12-10-2011
		DE 102007038585 A1	19-03-2009
		EP 2190710 A2	02-06-2010
		JP 2011502846 A	27-01-2011
		US 2011017534 A1	27-01-2011
		WO 2009021913 A2	19-02-2009
DE 102008035451 A1	19-03-2009	KEINE	