

(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
3. September 2015 (03.09.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/128103 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60L 11/18 (2006.01) **H02P 27/06** (2006.01)
H02P 25/22 (2006.01) **H02M 1/00** (2007.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/050216

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Januar 2015 (08.01.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 203 553,8
27. Februar 2014 (27.02.2014) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **BRAUN, Martin**; Forchenstr. 8, 72149
Neustetten-Wolfenhausen (DE). **BUTZMANN, Stefan**;
Mühlenweg 18, 58579 Schalksmühle (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.

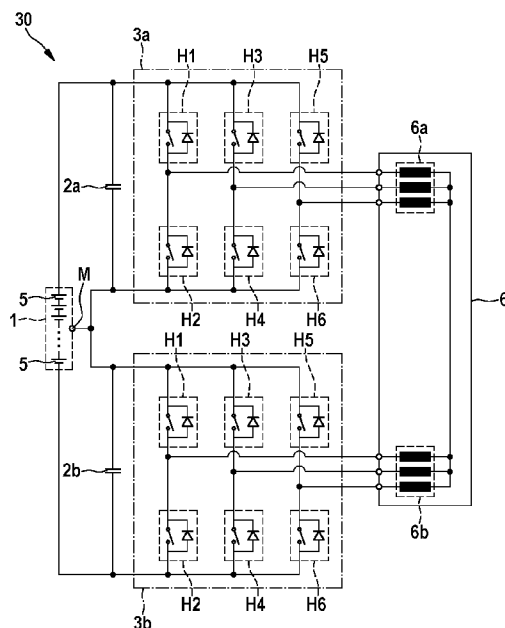
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, 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: ELECTRIC DRIVE SYSTEM

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHES ANTRIEBSSYSTEM



(57) **Abstract:** The invention relates to an electric drive system with an n-phase electric machine, $n > 1$, having at least two multiphase winding strands; a first inverter, the output connections of which are connected to the phase connections of a first of the multiphase winding strands of the electric machine; a second inverter, which is connected in parallel to the first inverter and the output connections of which are connected to the phase connections of a second of the multiphase winding strands of the electric machine; and a DC voltage source, which has a plurality of battery modules connected in series and a first output connection of which is connected to a first input connection of the first inverter and second output connection of which is connected to a first input connection of the second inverter. A second input connection of the first inverter and a second input connection of the second inverter are connected to each other such that the first inverter and the second inverter are arranged in a series circuit, and the second input connection of the first inverter and the second input connection of the second inverter are connected to a center tap of the DC voltage source between two sub-groups of the battery modules connected in series.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem, mit einer n-phasigen elektrischen Maschine, $n > 1$, welche mindestens zwei mehrphasige Wicklungsstränge aufweist, einem ersten Wechselrichter, dessen Ausgangsanschlüsse mit

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Fig. 2

WO 2015/128103 A1



den Phasenanschlüssen eines ersten der mehrphasigen Wicklungsstränge der elektrischen Maschine verbunden sind, einem zweiten, parallel zu dem ersten Wechselrichter geschalteten zweiten Wechselrichter, dessen Ausgangsanschlüsse mit den Phasenanschlüssen eines zweiten der mehrphasigen Wicklungsstränge der elektrischen Maschine verbunden sind, und einer Gleichspannungsquelle, die eine Vielzahl von in Reihe geschalteten Batteriemodulen aufweist und die mit einem ersten Ausgangsanschluss mit einem ersten Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters und mit einem zweiten Ausgangsanschluss mit einem ersten Eingangsanschluss des zweiten Wechselrichters verbunden ist, wobei ein zweiter Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters und ein zweiter Eingangsanschluss des zweiten Wechselrichters untereinander verbunden sind, so dass der erste Wechselrichter und der zweite Wechselrichter in Reihenschaltung angeordnet sind, und wobei der zweite Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters und der zweite Eingangsanschluss des zweiten Wechselrichters mit einem Mittelabgriff der Gleichspannungsquelle zwischen zwei Untergruppen der in Reihe geschalteten Batteriemodule verbunden sind.

5 Beschreibung

Titel

Elektrisches Antriebssystem

10 Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem, insbesondere für ein elektrisch betriebenes Fahrzeug wie ein Elektroauto oder ein Hybridfahrzeug.

Stand der Technik

15 Wie in Fig. 1 beispielhaft dargestellt, erfolgt in einem elektrischen Antriebssystem 100 die Einspeisung von mehrphasigem Strom in eine elektrische Maschine 101 üblicherweise durch einen Wechselrichter 102 in Form eines Pulswechselrichters. Dazu kann eine von einem Gleichspannungszwischenkreis 103 bereitgestellte Gleichspannung in eine mehrphasige Wechselspannung, 20 beispielsweise eine dreiphasige Wechselspannung umgerichtet werden. Der Gleichspannungszwischenkreis 103 wird dabei von einem Strang 104 aus seriell verschalteten Batteriemodulen 105 oder beliebigen Gleichspannungsquellen gespeist.

25 Um die für eine jeweilige Anwendung gegebenen Anforderungen an Leistung und Energie erfüllen zu können, werden häufig mehrere Batteriemodule oder Batteriezellen in einem Energiespeichersystem in Serie geschaltet. Wenn jedoch hohe Leistungen an der elektrischen Maschine benötigt werden, kann es notwendig werden, Maßnahmen in der Implementierung des elektrischen 30 Antriebssystems 100 zu treffen, die den erhöhten Leistungsanforderungen gerecht werden.

Beispielsweise kann es möglich sein, mehrere Stränge 104 aus seriell verschalteten Batteriemodulen 105 parallel zu schalten. Dies kann jedoch zu 35 unerwünschten Ausgleichsströmen zwischen den Strängen 104 führen.

Zusätzlich dazu kann es auch notwendig sein, die Stromtragfähigkeit der Komponenten des Wechselrichters 102 und der elektrischen Maschine 101 zu erhöhen. Alternativ könnte auch die Zwischenkreisspannung angehoben werden. In jedem Fall werden umfangreiche Anpassungsentwicklungen und Änderungen in der Implementierung des elektrischen Antriebssystems nötig, die wiederum zu erhöhtem Implementierungsaufwand und –kosten führen.

Die Druckschrift US 2007/0070667 A1 offenbart ein Antriebssystem für ein elektrisch betriebenes Fahrzeug mit mehrfach parallel geschalteten Wechselrichtern, die einen mehrphasigen Motor mit Wechselspannung versorgen. Die Druckschrift DE 10 2011 085 731 A1 offenbart ein elektrisches Antriebssystem für einen sechsphasigen Motor mit zwei parallel geschalteten Wechselrichtern. Die Druckschrift DE 10 2008 008 978 A1 offenbart modulare Antriebsstromrichter. Die Druckschrift DE 10 2010 001 250 A1 offenbart ein elektrisches Antriebssystem für eine elektrische Maschine mit zwei Phasensystemen, die über getrennte Wechselrichter gespeist werden.

Offenbarung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung schafft gemäß einem ersten Aspekt ein elektrisches Antriebssystem, mit einer n-phasigen elektrischen Maschine, $n > 1$, welche mindestens zwei mehrphasige Wicklungsstränge aufweist, einem ersten Wechselrichter, dessen Ausgangsanschlüsse mit den Phasenanschlüssen eines ersten der mehrphasigen Wicklungsstränge der elektrischen Maschine verbunden sind, einem zweiten, parallel zu dem ersten Wechselrichter geschalteten zweiten Wechselrichter, dessen Ausgangsanschlüsse mit den Phasenanschlüssen eines zweiten der mehrphasigen Wicklungsstränge der elektrischen Maschine verbunden sind, und einer Gleichspannungsquelle, die eine Vielzahl von in Reihe geschalteten Batteriemodulen aufweist und die mit einem ersten Ausgangsanschluss mit einem ersten Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters und mit einem zweiten Ausgangsanschluss mit einem ersten Eingangsanschluss des zweiten Wechselrichters verbunden ist, wobei ein zweiter Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters und ein zweiter Eingangsanschluss des zweiten Wechselrichters untereinander verbunden sind, so dass der erste Wechselrichter und der zweite Wechselrichter in

Reihenschaltung angeordnet sind, und wobei der zweite Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters und der zweite Eingangsanschluss des zweiten Wechselrichters mit einem Mittelabgriff der Gleichspannungsquelle zwischen zwei Untergruppen der in Reihe geschalteten Batteriemodule verbunden sind.

5

Vorteile der Erfindung

Eine Idee der vorliegenden Erfindung ist es, elektrische Maschinen mithilfe von standardisierten Leistungsbaugruppen, wie etwa Wechselrichtern, beispielsweise in B6-Topologie, anzusteuern. Derartige Wechselrichter sind als standardisierte Modultypen verfügbar, die durch Skaleneffekte kostengünstig zu beschaffen und zu implementieren sind. Durch die Modularisierung der Leistungsbaugruppen wird die Leistungsfähigkeit des elektrischen Antriebssystems vorteilhafterweise erhöht, ohne dass die Ausführung der elektrischen Maschine oder der einzelnen Leistungsbaugruppen an sich aufwändiger oder kostenintensiver wird. Für alle Leistungsbaugruppen können zudem einfache mechanische Verbindungsmittel vorgesehen werden, durch die die Systemmodule zusammenschaltet werden können. Außerdem kann eine zentrale Steuereinrichtung, beispielsweise auf einer zentralen Steuerplatine, für alle Leistungsbaugruppen gleichermaßen vorgesehen werden.

10
15
20

Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Antriebssystems können der erste und der zweite Wechselrichter jeweils einen dreiphasigen selbstgeführten Wechselrichter aufweisen, der drei symmetrische Halbbrücken aus jeweils zwei Leistungshalbleiterschaltern in Serienschaltung umfasst.

25

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Antriebssystems können die Schaltelemente jeweils Leistungshalbleiterschalter, vorzugsweise MOSFET-Schalter oder IGBT-Schalter, aufweisen. Diese Schalter sind besonders belastbar und zuverlässig anzusteuern.

30

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Antriebssystems kann das Antriebssystem weiterhin eine Steuereinrichtung aufweisen, welche dazu ausgelegt ist, die Leistungshalbleiterschalter des ersten

35

Wechselrichters und des zweiten Wechselrichters anzusteuern, wobei die Steuereinrichtung auf einer zentralen Steuerplatine für den ersten Wechselrichter und den zweiten Wechselrichter angeordnet ist.

5 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen elektrischen Antriebssystems kann das Antriebssystem weiterhin mindestens einen parallel zu dem ersten Wechselrichter geschalteten dritten Wechselrichter, dessen
10 Eingangsanschlüsse jeweils mit Eingangsanschlüssen des ersten Wechselrichters gekoppelt sind, und mindestens einen parallel zu dem zweiten Wechselrichter geschalteten vierten Wechselrichter aufweisen, dessen
15 Eingangsanschlüsse jeweils mit Eingangsanschlüssen des zweiten Wechselrichters gekoppelt sind. Dabei kann das Antriebssystem gemäß einer weiteren Ausführungsform weiterhin einen dritten Gleichspannungszwischenkreis, welcher zwischen die Eingangsanschlüsse des
20 dritten Wechselrichters gekoppelt ist, und einen vierten Gleichspannungszwischenkreis, welcher zwischen die Eingangsanschlüsse des vierten Wechselrichters gekoppelt ist, umfassen.

25 Weitere Merkmale und Vorteile von Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

25 Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines beispielhaften konventionellen elektrischen Antriebssystems;

30 Fig. 2 eine schematische Darstellung eines elektrischen Antriebssystems gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines elektrischen Antriebssystems gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

35

Gleiche Bezugszeichen bezeichnen im Allgemeinen gleichartige oder gleich wirkende Komponenten. Die in den Figuren gezeigten schematischen Darstellungen sind nur beispielhafter Natur, die aus Gründen der Übersichtlichkeit idealisiert abgebildet sind. Es versteht sich, dass die dargestellten Komponenten lediglich zur Veranschaulichung von Prinzipien und funktionellen Aspekten der vorliegenden Erfindung dienen.

Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines elektrischen Antriebssystems 30 mit einer sechsphasigen elektrischen Maschine 6, welche beispielsweise eine geschaltete Reluktanzmaschine oder eine Drehfeldmaschine sein kann. Die elektrische Maschine 6 weist beispielhaft zwei dreiphasige Wicklungsstränge 6a und 6b auf, die in ihrem Sternpunkt miteinander gekoppelt sein können. Das elektrische Antriebssystem 30 weist zudem ein Wechselrichtersystem aus mindestens einem ersten Wechselrichter 3a und einem zweiten Wechselrichter 3b auf. Dabei speist der erste Wechselrichter 3a an seinen Ausgangsanschlüssen den ersten dreiphasigen Wicklungsstrang 6a der elektrischen Maschine 6. Der zweite Wechselrichter 3b speist an seinen Ausgangsanschlüssen den zweiten dreiphasigen Wicklungsstrang 6b der elektrischen Maschine 6.

Die Wechselrichter 3a und 3b weisen dabei jeweils eine B6-Vollbrückentopologie auf, das heißt, jeder der Wechselrichter weist einen dreiphasigen selbstgeführten Wechselrichter auf, der drei symmetrische Halbbrücken aus jeweils zwei Leistungshalbleiterschaltern H1 und H2, H3 und H4 bzw. H5 und H6 in Serienschaltung umfasst. Die Leistungshalbleiterschalter können beispielsweise MOSFET-Schalter oder IGBT-Schalter sein. Es ist dabei jedoch auch möglich, jede andere Art von Schaltelementen als Schalter H1 bis H6 zu verwenden und dabei parallel zu jedem Schaltelement H1 bis H6 eine Freilaufdiode zu schalten. An einem Mittelabgriff einer ersten Halbbrücke der Wechselrichter 3a bzw. 3b ist eine erste der Phasen der dreiphasigen Wicklungsstränge 6a bzw. 6b gekoppelt, an einem Mittelabgriff einer zweiten Halbbrücke der Wechselrichter 3a bzw. 3b eine zweite der Phasen der dreiphasigen Wicklungsstränge 6a bzw. 6b, und an einem Mittelabgriff einer dritten Halbbrücke der Wechselrichter 3a bzw. 3b eine dritte der Phasen der dreiphasigen Wicklungsstränge 6a bzw. 6b.

Der erste Wechselrichter 3a und der zweite Wechselrichter 3b können dabei
entweder als separate Wechselrichtereinheiten oder auch in einem
gemeinsamen Wechselrichtermodul implementiert sein. In letzterem Fall kann ein
einziges Wechselrichtermodul mit sechs symmetrischen Halbbrücken
5 vorgesehen werden, dass in entsprechender Weise mit der elektrischen
Maschine 6 gekoppelt wird. Für die Ansteuerung der Leistungshalbleiterschalter
H1 bis H6 kann eine (nicht explizit dargestellte) Steuereinrichtung eingesetzt
werden, welche beispielsweise auf einer gemeinsamen Steuerplatine
implementiert werden kann.

Die Wechselrichter 3a und 3b können beispielsweise jeweils aus einem
Gleichspannungszwischenkreis 2a bzw. 2b gespeist werden. In dem elektrischen
Antriebssystem 30 ist eine gemeinsame Gleichspannungsquelle 1,
beispielsweise eine Traktionsbatterie eines Elektrofahrzeugs zur Versorgung
15 beider Gleichspannungszwischenkreise 2a und 2b mit elektrischer
Gleichspannung vorgesehen. Die Gleichspannungsquelle 1 kann dazu
beispielsweise eine Serienschaltung aus Batteriemodulen 5 aufweisen, deren
Anzahl in Fig. 2 nur beispielhaft mit 3 dargestellt ist – jede andere Anzahl an
Batteriemodulen 5 kann ebenso möglich sein. Weiterhin ist klar, dass auch die
20 Anzahl der Phasen der Wechselrichter 3a und 3b von der in Fig. 2 dargestellten
beispielhaften Anzahl von drei abweichen kann, je nach erforderlicher Anzahl der
Phasen der Wicklungsstränge 6a und 6b der elektrischen Maschine 6, deren
Phasenanzahl jede beliebige Zahl annehmen kann. Ebenso ist es möglich, mehr
als zwei Wechselrichter 3a und 3b parallel zu schalten, insbesondere wenn die
25 elektrische Maschine 6 mehr als zwei mehrphasige Wicklungsstränge 6a und 6b
aufweist. Dazu kann jeder der Wechselrichter einem der mehrphasigen
Wicklungsstränge zugeordnet und mit selbigem elektrisch verbunden werden.

Die Gleichspannungsquelle 1 ist dabei mit jeweils einem ihrer zwei
30 Ausgangsanschlüsse mit jeweils einem Eingangsanschluss der beiden
Wechselrichter 3a und 3b verbunden. Die jeweils anderen Eingangsanschlüsse
der beiden Wechselrichter 3a und 3b sind mit einem Mittelabgriff M der
Gleichspannungsquelle 1 verbunden. Der Mittelabgriff M ist dabei zwischen
jeweils zwei Untergruppen von Batteriemodulen 5 der Gleichspannungsquelle 1
35 in der Serienschaltung der Batteriemodule 5 angekoppelt, um für die

Eingangsanschlüsse der beiden Wechselrichter 3a und 3b ein festes Referenzpotential bereitzustellen. Bei mehr als zwei Wechselrichtern 3a und 3b können auch mehrere Mittelabgriffe M implementiert werden, die jeweils derart ausgeführt sind, dass die gesamte Ausgangsspannung aller Batteriemodule 5 durch die Anzahl der in Reihe geschalteten Wechselrichter aufgeteilt wird. Dadurch kann eine Symmetrierung der jeweiligen Referenzpotentiale für die Eingangsanschlüsse der Wechselrichter erreicht werden.

Jeder Wechselrichter 3a, 3b kann dabei auch aus einer separaten Gleichspannungsquelle 1 gespeist werden. Beispielsweise kann eine Speisung einer sechsphasigen elektrischen Maschine 6 wie in Fig. 2 dargestellt, auch durch zwei getrennte Gleichspannungsquellen 1 erfolgen. Vorteilhafterweise können in dieser Variante benachbarte Wechselrichter 3a, 3b jeweils alternierend von beiden Gleichspannungsquellen 1 gespeist werden.

Durch die Verschaltung von prinzipiell gleichartigen Wechselrichtern 3a und 3b in Reihe kann die Leistungsfähigkeit des elektrischen Antriebssystems 30 bei einer Beibehaltung des gewünschten Ausgangsspannungslevels erheblich gesteigert werden. Die mittlere Spannungsebene zwischen den beiden Wechselrichtern 3a und 3b kann dabei in geeigneter Weise über die Wahl des Mittelabgriffs M symmetriert werden. Dadurch muss die Stromtragfähigkeit der Leistungshalbleiterschalter H1 bis H6 der Wechselrichter 3a und 3b gegenüber herkömmlichen Leistungshalbleiterschaltern H1 bis H6 nicht erhöht werden. Zudem kann durch die Modularisierung ein redundantes System geschaffen werden, in dem im Fehlerfall eines einzelnen Wechselrichters 3a bzw. 3b eine Notbetriebfunktion mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit eingerichtet werden kann. Dazu kann der defekte oder fehlerhafte Teil des Wechselrichtersystems deaktiviert und durch geeignete Umgehungsschalter in der Reihenschaltung der Wechselrichter überbrückt bzw. umgangen werden, und die elektrische Maschine 6 wird zumindest temporär durch die übrigen Wechselrichterteile mit reduzierter Leistung versorgt.

Fig. 3 zeigt eine Weiterbildung des elektrischen Antriebssystems 30 der Fig. 2. In Fig. 3 können zwei oder mehr Wechselrichter 3a und 3c bzw. 3b und 3d in jedem der in Reihe geschalteten Wechselrichterteilsysteme des Wechselrichtersystems

parallel geschaltet werden. Dadurch können mehrere Wechselrichter 3a und 3c bzw. 3b und 3d pro Spannungsebene implementiert werden, die beispielsweise versetzt getaktet werden können, um Spannungs- und/oder Stromschwankungen („ripple“) in den Phasenspannungen bzw. den Phasenströmen, die in die elektrische Maschine 6 eingespeist werden, zu verringern. Weiterhin speist jeder der Wechselrichter 3a, 3b, 3c und 3d einen dreiphasigen Wicklungsstrang 6a, 6b, 6c, 6d der elektrischen Maschine. Im Beispiel der Fig. 3 ist die elektrische Maschine 6 daher eine zwölfphasige Maschine.

Die Anzahl der Spannungsebenen sowie die Anzahl der Wechselrichter 3a und 3c bzw. 3b und 3d pro Spannungsebene sind in Fig. 3 nur beispielhaft mit jeweils zwei dargestellt – es ist ohne weiteres möglich, mehr als zwei Spannungsebenen bzw. mehr als zwei Wechselrichter pro Spannungsebene zu implementieren. Dazu kann bei mehr als zwei Spannungsebenen gegebenenfalls ein zusätzlicher Mittelabgriff M an der Gleichspannungsquelle 1 zwischen zwei weiteren Untergruppen der Batteriemodule 5 genutzt werden, um die Spannungszwischenebenen zwischen den jeweils in Reihe liegenden Eingangsanschlüssen der einzelnen Wechselrichtergruppen pro Spannungsebene zu symmetrieren.

Die einzelnen Wechselrichter 3a und 3c bzw. 3b und 3d müssen nur auf einen Bruchteil der gesamten Gleichspannung der Gleichspannungsquelle 1 ausgelegt werden, je nach Anzahl der verwendeten Spannungszwischenebenen. Dadurch können auch Standardleistungsbaugruppen für hohe Ausgangsspannungen der Gleichspannungsquelle 1 genutzt werden.

In dem gezeigten Antriebssystem 30 der Fig. 2 bis 3 kann die elektrische Maschine 6 beispielsweise eine Synchron- oder Asynchronmaschine, eine Reluktanzmaschine oder ein bürstenloser Gleichstrommotor (BLDC, „brushless DC motor“) sein. Es kann dabei auch möglich sein, das elektrische Antriebssystem 30 der Fig. 2 bis 3 in stationären Systemen einzusetzen, beispielsweise in Kraftwerken, in elektrischen Energiegewinnungsanlagen wie zum Beispiel Windkraftanlagen, Photovoltaikanlagen oder Kraftwärmekopplungsanlagen, in Energiespeicheranlagen wie zum Beispiel Druckluftspeicherkraftwerken, Batteriespeicherkraftwerken,

Schwungradspeichern, Pumpspeichern oder ähnlichen Systemen. Eine weitere Einsatzmöglichkeit des elektrischen Antriebssystems 30 der Fig. 2 bis 3 sind Personen- oder Gütertransportfahrzeuge, welche zur Fortbewegung auf oder unter dem Wasser ausgelegt sind, beispielsweise Schiffe, Motorboote oder dergleichen.

Ansprüche

- 5 1. Elektrisches Antriebssystem (30), mit:
einer n-phasigen elektrischen Maschine (6), $n > 1$, welche mindestens zwei
mehrphasige Wicklungsstränge (6a, 6b) aufweist;
einem ersten Wechselrichter (3a), dessen Ausgangsanschlüsse mit den
Phasenanschlüssen eines ersten der mehrphasigen Wicklungsstränge (6a, 6b)
10 der elektrischen Maschine (6) verbunden sind;
einem zweiten Wechselrichter (3b), dessen Ausgangsanschlüsse mit den
Phasenanschlüssen eines zweiten der mehrphasigen Wicklungsstränge (6a, 6b)
der elektrischen Maschine (6) verbunden sind; und
einer Gleichspannungsquelle (1), die eine Vielzahl von in Reihe geschalteten
15 Batteriemodulen (5) aufweist und die mit einem ersten Ausgangsanschluss mit
einem ersten Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters (3a) und mit einem
zweiten Ausgangsanschluss mit einem ersten Eingangsanschluss des zweiten
Wechselrichters (3b) verbunden ist,
wobei ein zweiter Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters (3a) und ein
20 zweiter Eingangsanschluss des zweiten Wechselrichters (3b) untereinander
verbunden sind, so dass der erste Wechselrichter (3a) und der zweite
Wechselrichter (3b) in Reihenschaltung angeordnet sind, und
wobei der zweite Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters (3a) und der
zweite Eingangsanschluss des zweiten Wechselrichters (3b) mit einem
25 Mittelabgriff (M) der Gleichspannungsquelle (1) zwischen zwei Untergruppen der
in Reihe geschalteten Batteriemodule (5) verbunden sind.
- 30 2. Elektrisches Antriebssystem (30) nach Anspruch 1, wobei der erste und
der zweite Wechselrichter (3a, 3b) jeweils einen dreiphasigen selbstgeführten
Wechselrichter aufweisen, der drei symmetrische Halbbrücken aus jeweils zwei
Leistungshalbleiterschaltern (H1, H2; H3, H4; H5, H6) in Serienschaltung
umfasst.

3. Elektrisches Antriebssystem (30) nach Anspruch 2, wobei die Leistungshalbleiterschalter (H1, H2; H3, H4; H5, H6) MOSFET-Schalter oder IGBT-Schalter aufweisen.

5 4. Elektrisches Antriebssystem (30) nach einem der Ansprüche 2 bis 3, weiterhin mit:
einer Steuereinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, die Leistungshalbleiterschalter (H1, H2; H3, H4; H5, H6) des ersten Wechselrichters (3a) und des zweiten Wechselrichters (3b) anzusteuern,
10 wobei die Steuereinrichtung auf einer zentralen Steuerplatine für den ersten Wechselrichter (3a) und den zweiten Wechselrichter (3b) angeordnet ist.

5. Elektrisches Antriebssystem (30) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, weiterhin mit:
15 mindestens einem parallel zu dem ersten Wechselrichter (3a) geschalteten Wechselrichter (3c), dessen Eingangsanschlüsse jeweils mit Eingangsanschlüssen des ersten Wechselrichters (3a) gekoppelt sind; und mindestens einem parallel zu dem zweiten Wechselrichter (3b) geschalteten Wechselrichter (3d), dessen Eingangsanschlüsse jeweils mit
20 Eingangsanschlüssen des zweiten Wechselrichters (3b) gekoppelt sind.

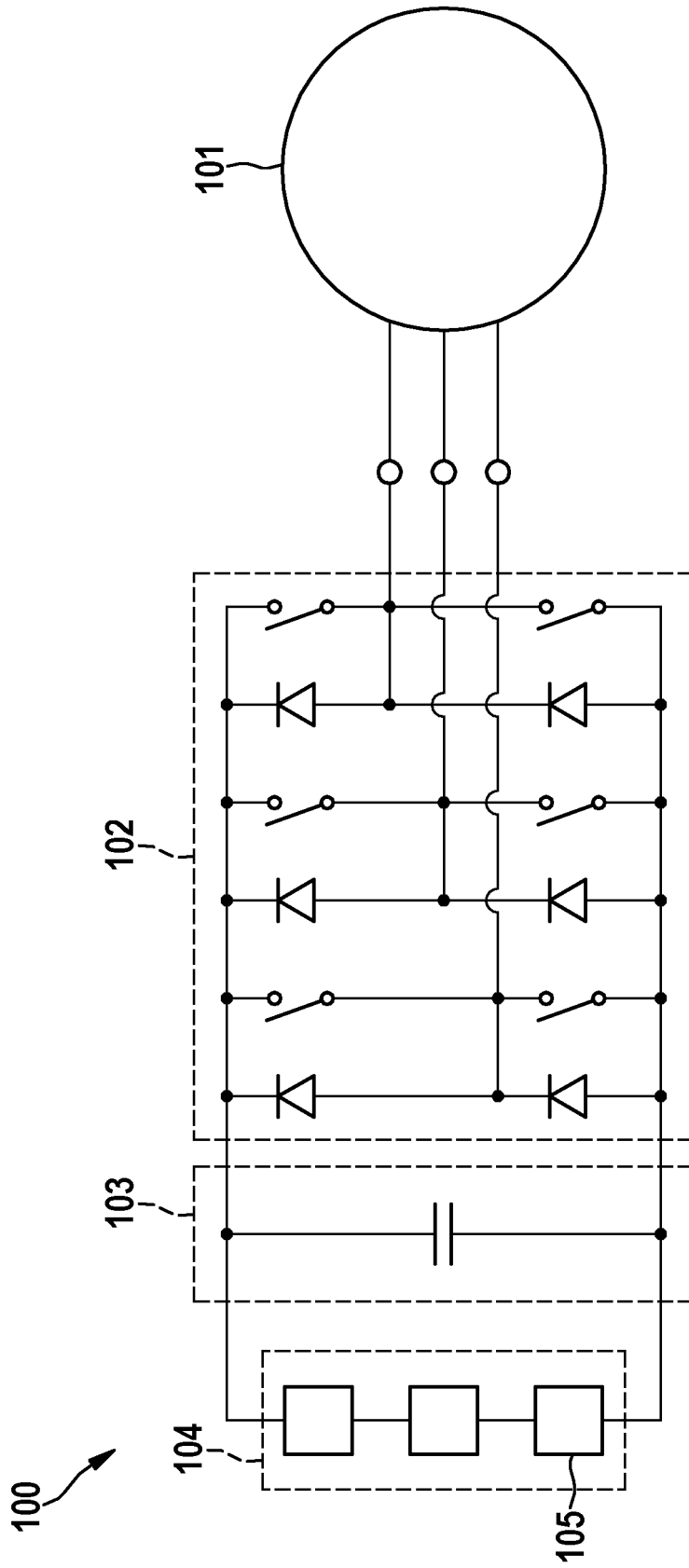


Fig. 1

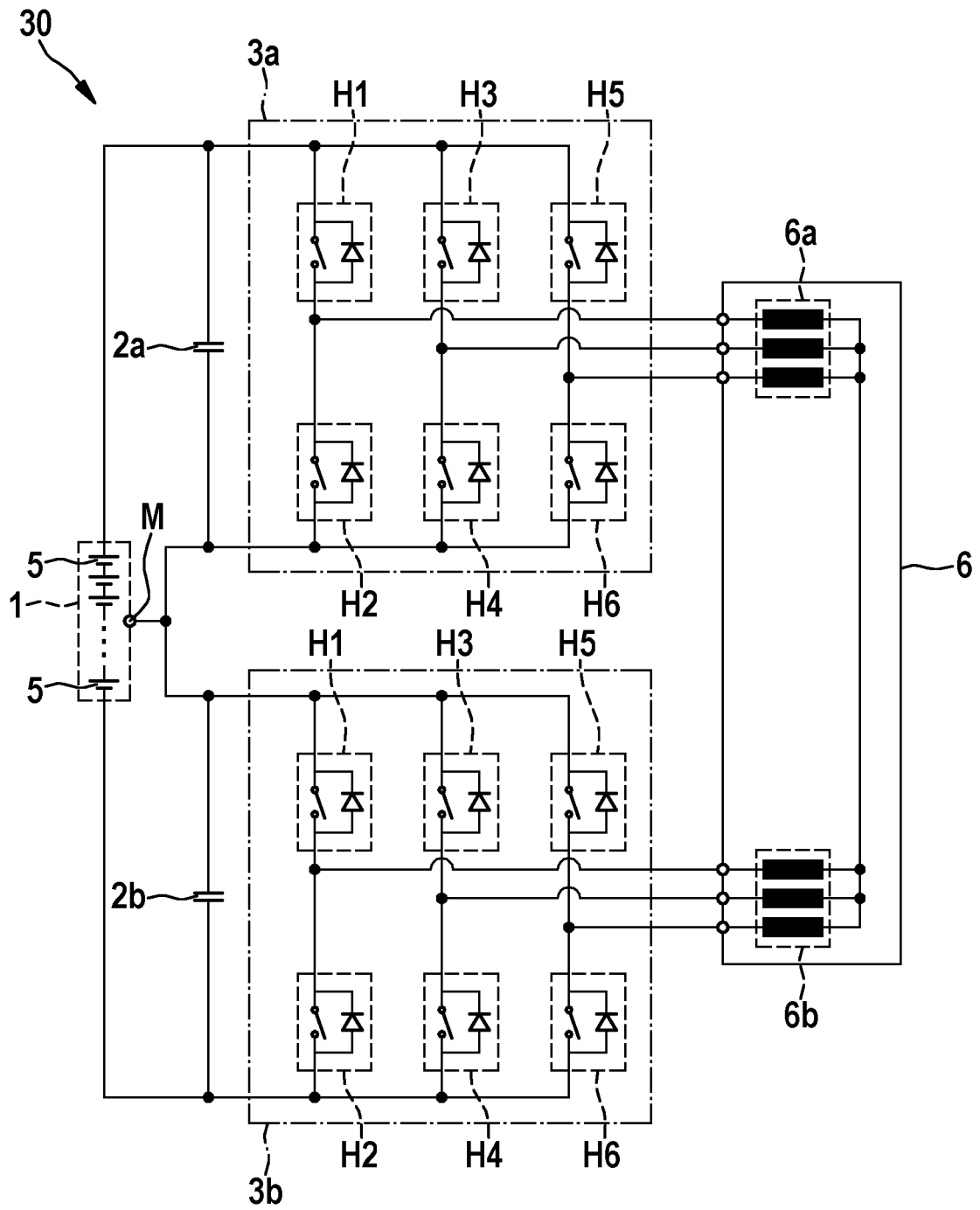


Fig. 2

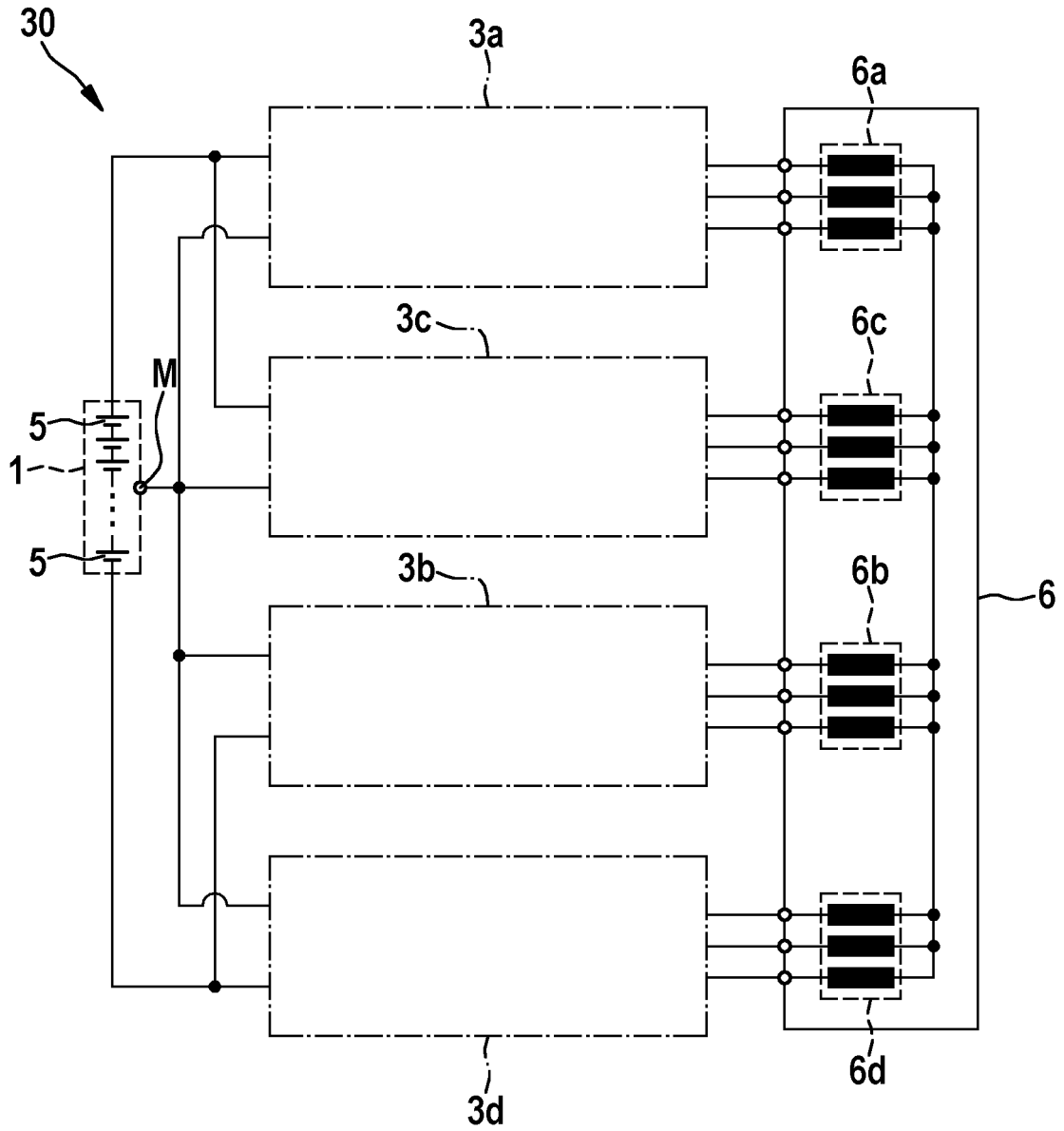


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/050216

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60L11/18 H02P25/22 H02P27/06 H02M1/00
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)
B60L H02P H02M B62D

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.
Y	EP 0 947 377 A2 (ABB DAIMLER BENZ TRANSP [IT] ABB DAIMLER BENZ TRANSP ITALIA [IT]) 6 October 1999 (1999-10-06) paragraph [0024] - paragraph [0027]; figure 1	1-5
Y	US 2011/011658 A1 (TAKIZAWA SATOKI [JP]) 20 January 2011 (2011-01-20) paragraph [0035] - paragraph [0041]; figures 1,3,5a,5b,6	1-5
A	US 2009/033274 A1 (PERISIC MILUN [US] ET AL) 5 February 2009 (2009-02-05) paragraph [0019] - paragraph [0044]; figure 2	1-5
	----- -/--	

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 16 April 2015	Date of mailing of the international search report 28/04/2015
---	---

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 Gospodinova, M
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/050216

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>WO 2012/016062 A2 (DIRECT DRIVE SYSTEMS INC [US]; ALIPOUR SAEED M [US]; SINK JOHN DAVIS []) 2 February 2012 (2012-02-02) page 3, line 28 - page 7, line 21; figures 1A,1B,5 page 11, line 29 - page 14, line 14 -----</p>	1-5
A	<p>WO 2006/131210 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]; OESTERREICHER FLORIAN [DE]; GLONNER) 14 December 2006 (2006-12-14) page 5, line 1 - page 8, line 17; figure 2a -----</p>	1-5
A	<p>US 2012/256568 A1 (LEE CHONG UK [US]) 11 October 2012 (2012-10-11) claims 1-5; figures 5-19 -----</p>	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/050216

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0947377 A2	06-10-1999	EP 0947377 A2 IT MI980726 A1	06-10-1999 04-10-1999

US 2011011658 A1	20-01-2011	JP 5493532 B2 JP 2011024370 A US 2011011658 A1	14-05-2014 03-02-2011 20-01-2011

US 2009033274 A1	05-02-2009	CN 101357596 A US 2009033274 A1	04-02-2009 05-02-2009

WO 2012016062 A2	02-02-2012	CN 103125069 A EP 2599214 A2 WO 2012016062 A2	29-05-2013 05-06-2013 02-02-2012

WO 2006131210 A1	14-12-2006	DE 102005026779 A1 US 2008143279 A1 WO 2006131210 A1	28-12-2006 19-06-2008 14-12-2006

US 2012256568 A1	11-10-2012	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60L11/18 H02P25/22 H02P27/06 H02M1/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60L H02P H02M B62D		
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.
Y	EP 0 947 377 A2 (ABB DAIMLER BENZ TRANSP [IT] ABB DAIMLER BENZ TRANSP ITALIA [IT]) 6. Oktober 1999 (1999-10-06) Absatz [0024] - Absatz [0027]; Abbildung 1 -----	1-5
Y	US 2011/011658 A1 (TAKIZAWA SATOKI [JP]) 20. Januar 2011 (2011-01-20) Absatz [0035] - Absatz [0041]; Abbildungen 1,3,5a,5b,6 -----	1-5
A	US 2009/033274 A1 (PERISIC MILUN [US] ET AL) 5. Februar 2009 (2009-02-05) Absatz [0019] - Absatz [0044]; Abbildung 2 ----- -/--	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" 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		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
16. April 2015		28/04/2015
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 Gospodinova, M

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2012/016062 A2 (DIRECT DRIVE SYSTEMS INC [US]; ALIPOUR SAEED M [US]; SINK JOHN DAVIS []) 2. Februar 2012 (2012-02-02) Seite 3, Zeile 28 - Seite 7, Zeile 21; Abbildungen 1A,1B,5 Seite 11, Zeile 29 - Seite 14, Zeile 14 -----	1-5
A	WO 2006/131210 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]; OESTERREICHER FLORIAN [DE]; GLONNER) 14. Dezember 2006 (2006-12-14) Seite 5, Zeile 1 - Seite 8, Zeile 17; Abbildung 2a -----	1-5
A	US 2012/256568 A1 (LEE CHONG UK [US]) 11. Oktober 2012 (2012-10-11) Ansprüche 1-5; Abbildungen 5-19 -----	1-5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/050216

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0947377 A2	06-10-1999	EP 0947377 A2 IT MI980726 A1	06-10-1999 04-10-1999
US 2011011658 A1	20-01-2011	JP 5493532 B2 JP 2011024370 A US 2011011658 A1	14-05-2014 03-02-2011 20-01-2011
US 2009033274 A1	05-02-2009	CN 101357596 A US 2009033274 A1	04-02-2009 05-02-2009
WO 2012016062 A2	02-02-2012	CN 103125069 A EP 2599214 A2 WO 2012016062 A2	29-05-2013 05-06-2013 02-02-2012
WO 2006131210 A1	14-12-2006	DE 102005026779 A1 US 2008143279 A1 WO 2006131210 A1	28-12-2006 19-06-2008 14-12-2006
US 2012256568 A1	11-10-2012	KEINE	