

(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 2015/128102 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60L 11/18 (2006.01) **H02M 7/48** (2007.01)
H02P 25/22 (2006.01) **H02M 1/00** (2007.01)
H02P 27/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/050209

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

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 203 563.5
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

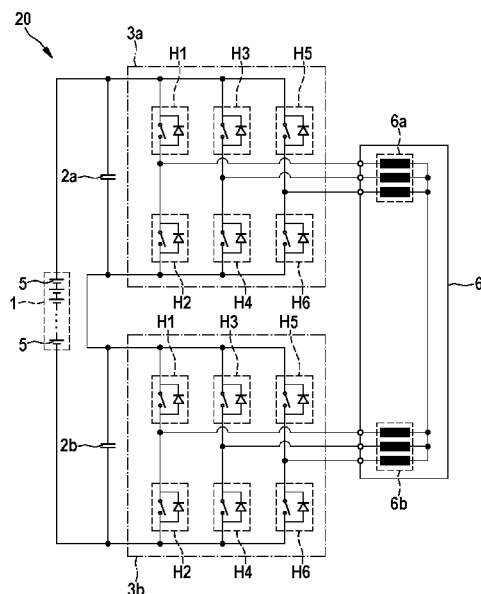


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to an electric drive system, comprising a 3n-phase electric machine, $n > 1$, which has at least two polyphase phase windings, a first inverter of which the output terminals are connected to the phase terminals of a first one of the three-phase windings of the electric machine, said drive system also comprising a second inverter which is connected in parallel with the first inverter and of which the output terminals are connected to the phase terminals of a second one of the polyphase phase windings of the electric machine. The drive system further comprises a DC voltage source which is connected by a first output terminal to a first input terminal of the first inverter and by a second output terminal to a first input terminal of the second inverter, a first DC voltage intermediate circuit which is coupled between the input terminals of the first inverter, and a second DC voltage intermediate circuit which is coupled between the input terminals of the second inverter, wherein a second input terminal of the first inverter and a second input terminal of the second inverter are connected to one another without being earthed, such that the first inverter and the second inverter are connected in series.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein elektrisches Antriebssystem, mit einer 3n-phasigen elektrischen Maschine, $n > 1$, welche mindestens zwei merhphasige Wicklungsstränge aufweist, einem ersten Wechselrichter, dessen Ausgangsanschlüsse mit den Phasenanschlüssen eines ersten der dreiphasigen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/128102 A1



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, einer Gleichspannungsquelle, 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, einem ersten Gleichspannungszwischenkreis, welcher zwischen die Eingangsanschlüsse des ersten Wechselrichters gekoppelt ist, und einem zweiten Gleichspannungszwischenkreis, welcher zwischen die Eingangsanschlüsse des zweiten Wechselrichters gekoppelt ist, wobei ein zweiter Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters und ein zweiter Eingangsanschluss des zweiten Wechselrichters untereinander massiefrei verbunden sind, so dass der erste Wechselrichter und der zweite Wechselrichter in Reihenschaltung angeordnet 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 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 massefrei verbunden sind, so dass der erste Wechselrichter und der zweite Wechselrichter in Reihenschaltung angeordnet sind. Das Antriebssystem umfasst weiterhin

einen ersten Gleichspannungszwischenkreis, welcher zwischen die Eingangsanschlüsse des ersten Wechselrichters gekoppelt ist, und einen zweiten Gleichspannungszwischenkreis aufweisen, welcher zwischen die Eingangsanschlüsse des zweiten Wechselrichters gekoppelt ist.

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 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 die Gleichspannungsquelle eine Vielzahl von in Reihe geschalteten Batteriemodulen aufweisen.

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

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

25

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

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

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

35

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

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 20 mit einer sechsphasigen elektrischen Maschine 6, welche beispielsweise eine geschaltete Reluktanzmaschine oder eine Drehfeldmaschine sein kann. Die elektrische Maschine 6 weist zwei dreiphasige Wicklungsstränge 6a und 6b auf, die in ihrem Sternpunkt miteinander gekoppelt sein können. Das elektrische Antriebssystem 20 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.

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

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 müssen jeweils aus einem Gleichspannungszwischenkreis 2a bzw. 2b gespeist werden. In dem elektrischen Antriebssystem 20 ist eine gemeinsame Gleichspannungsquelle 1, beispielsweise eine Traktionsbatterie eines Elektrofahrzeugs zur Versorgung 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 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 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 Ausgangsanschlüsse mit jeweils einem Eingangsanschluss der beiden Wechselrichter 3a und 3b verbunden. Die jeweils anderen Eingangsanschlüsse der beiden Wechselrichter 3a und 3b sind untereinander massefrei verbunden, so dass die Wechselrichter 3a und 3b in Reihenschaltung angeordnet sind. Dabei wird für die Gleichspannungsquelle 1 kein Mittelabgriff benötigt.

Durch die Verschaltung von prinzipiell gleichartigen Wechselrichtern 3a und 3b in Reihe kann die Leistungsfähigkeit des elektrischen Antriebssystems 20 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 Steuereinrichtung des Wechselrichtersystems 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 Notbetriebsfunktion 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 20 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. Jeder der Wechselrichter 3a, 3b, 3c und 3d wird eingangsseitig über einen eigenen Gleichspannungszwischenkreis 2a, 2b, 2c und 2d stabilisiert. 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 Mittelabgriff der Gleichspannungsquelle 1 zwischen zwei Untergruppen der Batteriemodule 5 genutzt werden, um die massefreien Spannungszwischenebenen zwischen den

jeweils in Reihe liegenden Eingangsanschlüssen der einzelnen Wechselrichtergruppen pro Spannungsebene zu stabilisieren.

5 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.

10 In dem gezeigten Antriebssystem 20 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 20 der Fig. 2 bis 3 in stationären Systemen einzusetzen,
15 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
20 Einsatzmöglichkeit des elektrischen Antriebssystems 20 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 (20), 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;
einer Gleichspannungsquelle (1), die mit einem ersten Ausgangsanschluss mit
15 einem ersten Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters (3a) und mit einem
zweiten Ausgangsanschluss mit einem ersten Eingangsanschluss des zweiten
Wechselrichters (3b) verbunden ist;
einem ersten Gleichspannungszwischenkreis (2a), welcher zwischen die
Eingangsanschlüsse des ersten Wechselrichters (3a) gekoppelt ist; und
20 einem zweiten Gleichspannungszwischenkreis (2b), welcher zwischen die
Eingangsanschlüsse des zweiten Wechselrichters (3b) gekoppelt ist,
wobei ein zweiter Eingangsanschluss des ersten Wechselrichters (3a) und ein
zweiter Eingangsanschluss des zweiten Wechselrichters (3b) untereinander
massfrei verbunden sind, so dass der erste Wechselrichter (3a) und der zweite
25 Wechselrichter (3b) in Reihenschaltung angeordnet sind.
2. Elektrisches Antriebssystem (20) 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
30 Leistungshalbleiterschaltern (H1, H2; H3, H4; H5, H6) in Serienschaltung
umfasst.
3. Elektrisches Antriebssystem (20) nach Anspruch 2, wobei die
Leistungshalbleiterschalter (H1, H2; H3, H4; H5, H6) MOSFET-Schalter oder
35 IGBT-Schalter aufweisen.

4. Elektrisches Antriebssystem (20) nach einem der Ansprüche 2 bis 3,
weiterhin mit:
einer Steuereinrichtung, welche dazu ausgelegt ist, die
5 Leistungshalbleiterschalter (H1, H2; H3, H4; H5, H6) des ersten Wechselrichters
(3a) und des zweiten Wechselrichters (3b) anzusteuern,
wobei die Steuereinrichtung auf einer zentralen Steuerplatine für den ersten
Wechselrichter (3a) und den zweiten Wechselrichter (3b) angeordnet ist.

10 5. Elektrisches Antriebssystem (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei die Gleichspannungsquelle (1) eine Vielzahl von in Reihe geschalteten
Batteriemodulen (5) aufweisen.

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

25 7. Elektrisches Antriebssystem (20) nach Anspruch 5, weiterhin mit:
mindestens einem dritten Gleichspannungszwischenkreis (2c), welcher zwischen
die Eingangsanschlüsse des dritten Wechselrichters (3c) gekoppelt ist; und
mindestens einem vierten Gleichspannungszwischenkreis (2d), welcher
zwischen die Eingangsanschlüsse des vierten Wechselrichters (3d) gekoppelt ist.

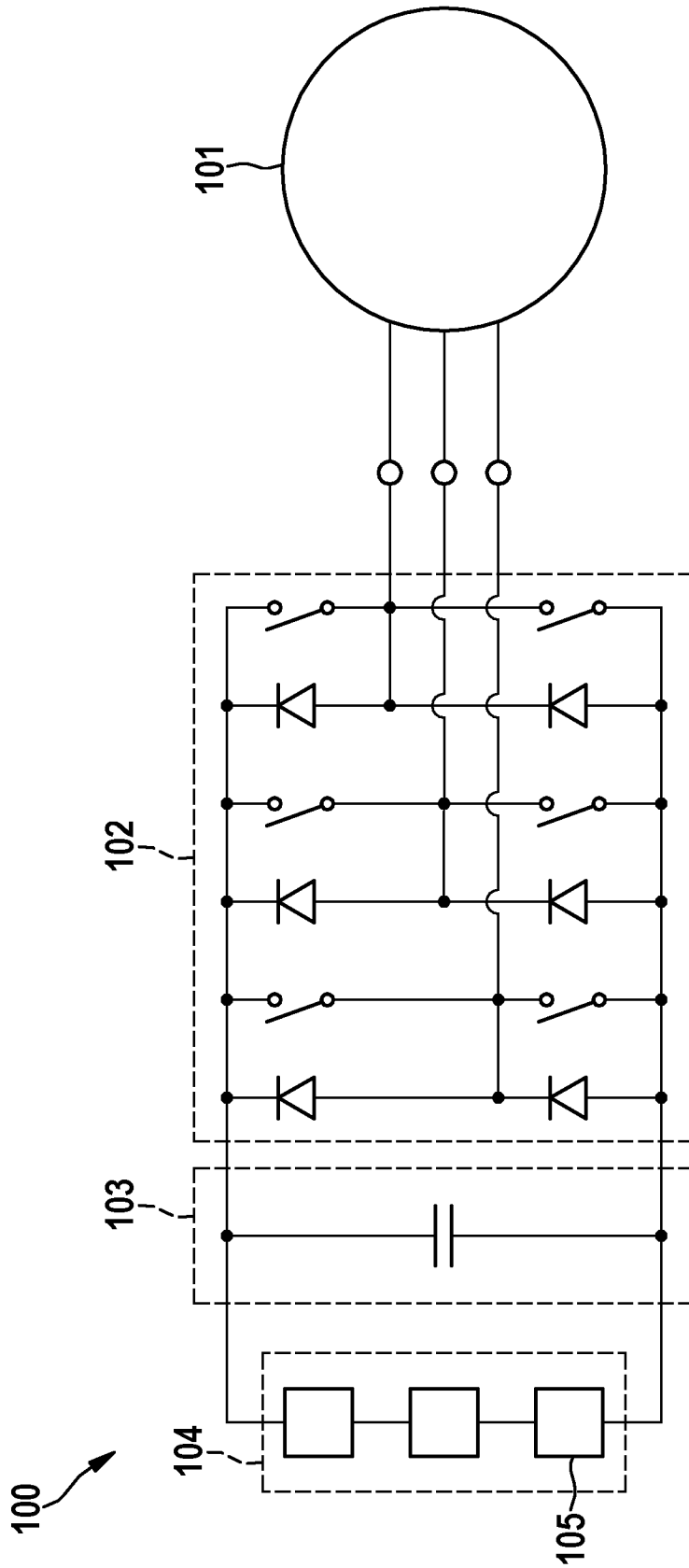


Fig. 1

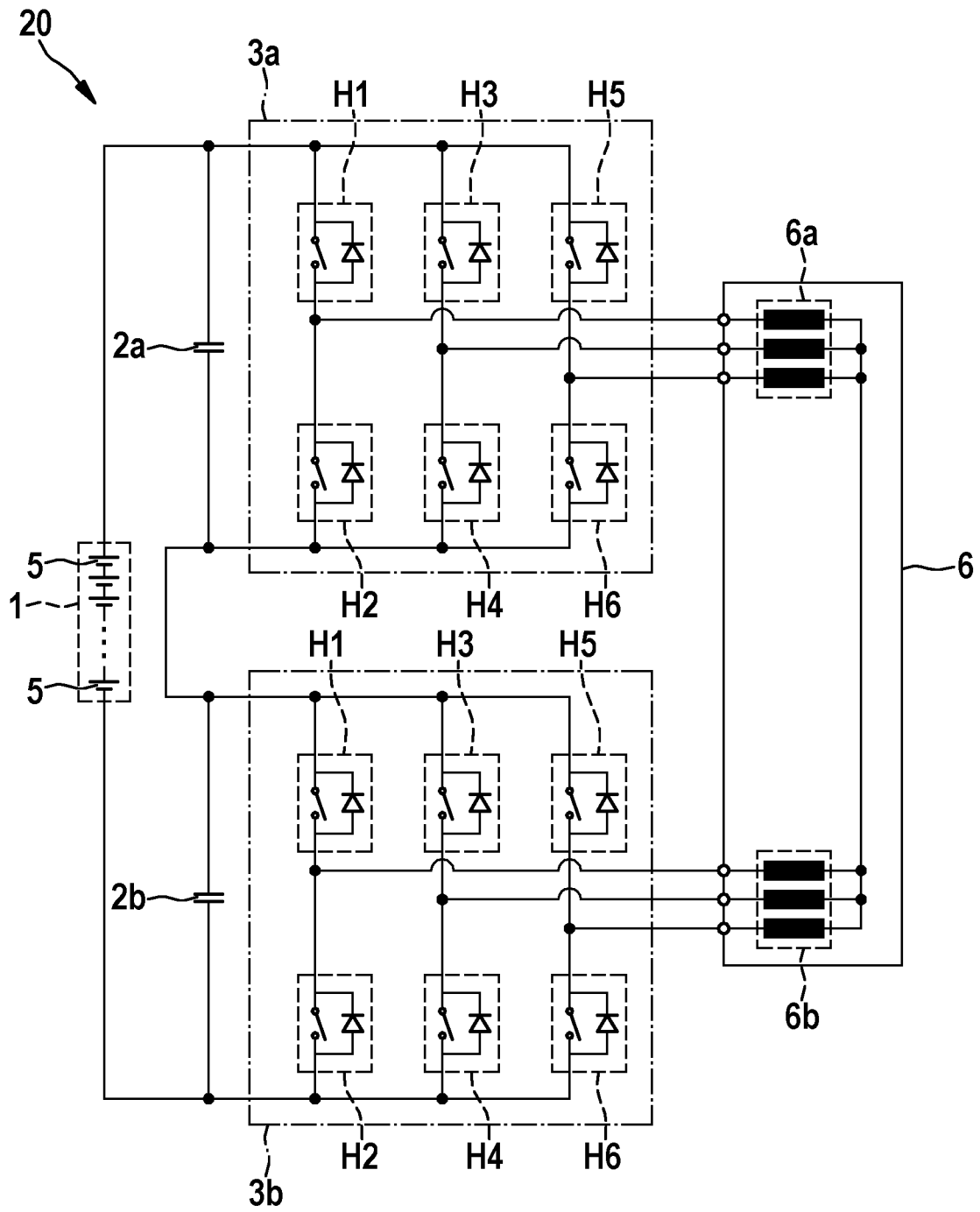


Fig. 2

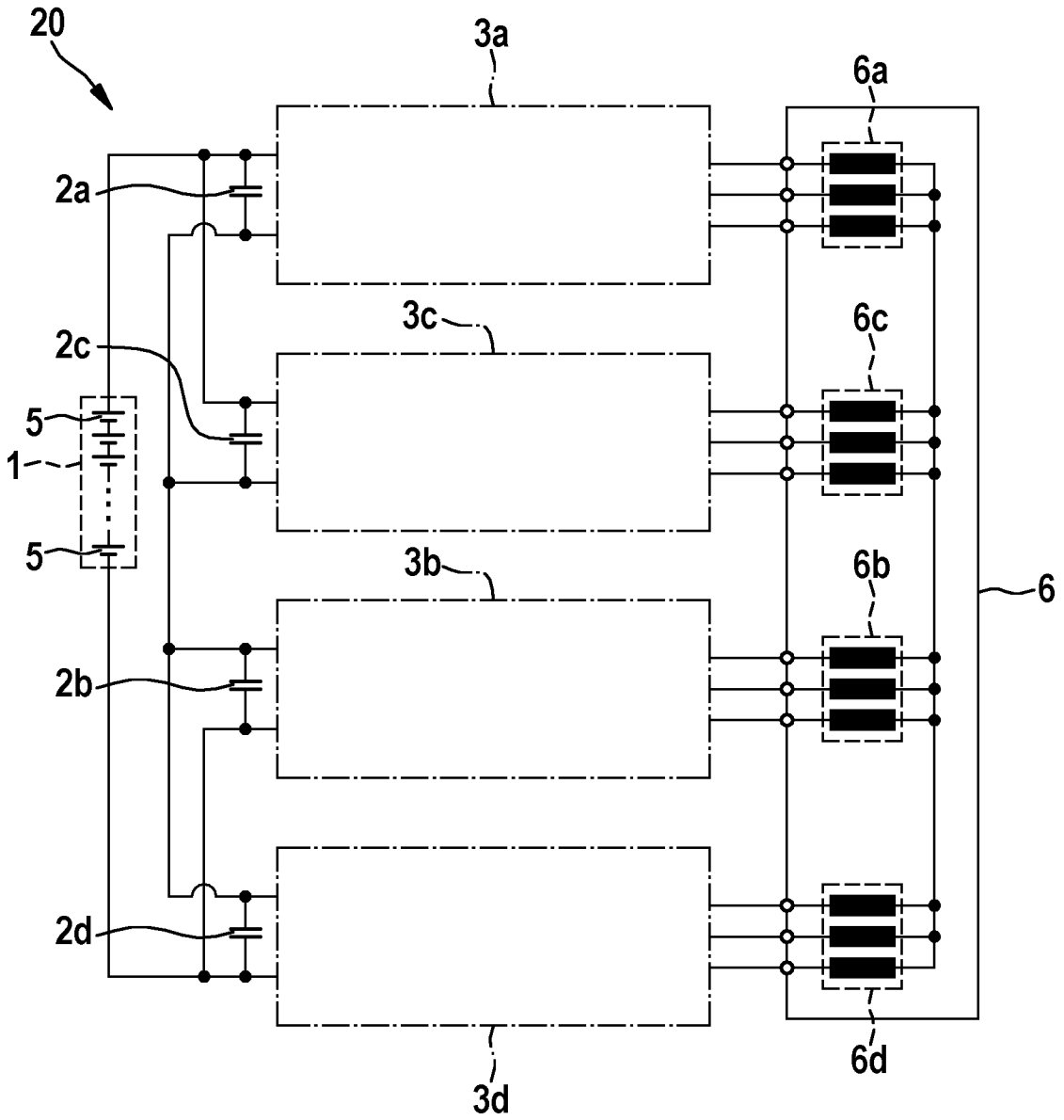


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/050209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B60L11/18 H02P25/22 H02P27/06 H02M7/48 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.
X	EP 0 947 377 A2 (ABB DAIMLER BENZ TRANSP [IT] ABB DAIMLER BENZ TRANSP ITALIA [IT]) 6 October 1999 (1999-10-06)	1-3
Y	paragraph [0001]; figure 1 paragraph [0024] - paragraph [0029]	5-7
X	EP 1 029 732 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 23 August 2000 (2000-08-23)	1-4
Y	paragraph [0029] - paragraph [0040]; figures 4, 10, 16B, 17A, 17B paragraph [0100] - paragraph [0103] paragraph [0059]	6,7
Y	WO 2012/016062 A2 (DIRECT DRIVE SYSTEMS INC [US]; ALIPOUR SAEED M [US]; SINK JOHN DAVIS []) 2 February 2012 (2012-02-02) page 7, line 14 - line 21; figure 1B	6,7
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search 17 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/EP2015/050209

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 2 509 213 A2 (IHI AEROSPACE CO LTD [JP]) 10 October 2012 (2012-10-10) figures 1,7 -----	5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/050209

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

EP 1029732	A2	23-08-2000	DE 60027806 T2
			EP 1029732 A2
			JP 2000245005 A
			US 6431297 B1

WO 2012016062	A2	02-02-2012	CN 103125069 A
			EP 2599214 A2
			WO 2012016062 A2

EP 2509213	A2	10-10-2012	EP 2509213 A2
			JP 2012222881 A
			US 2012256572 A1

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60L11/18 H02P25/22 H02P27/06 H02M7/48 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.
X	EP 0 947 377 A2 (ABB DAIMLER BENZ TRANSP [IT] ABB DAIMLER BENZ TRANSP ITALIA [IT]) 6. Oktober 1999 (1999-10-06)	1-3
Y	Absatz [0001]; Abbildung 1 Absatz [0024] - Absatz [0029]	5-7

X	EP 1 029 732 A2 (TOSHIBA KK [JP]) 23. August 2000 (2000-08-23)	1-4
Y	Absatz [0029] - Absatz [0040]; Abbildungen 4,10,16B,17A,17B Absatz [0100] - Absatz [0103] Absatz [0059]	6,7

Y	WO 2012/016062 A2 (DIRECT DRIVE SYSTEMS INC [US]; ALIPOUR SAEED M [US]; SINK JOHN DAVIS []) 2. Februar 2012 (2012-02-02) Seite 7, Zeile 14 - Zeile 21; Abbildung 1B	6,7

	-/--	
<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
17. 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.
Y	EP 2 509 213 A2 (IHI AEROSPACE CO LTD [JP]) 10. Oktober 2012 (2012-10-10) Abbildungen 1,7 -----	5

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/050209

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
EP 1029732 A2	23-08-2000	DE 60027806 T2 EP 1029732 A2 JP 2000245005 A US 6431297 B1	21-12-2006 23-08-2000 08-09-2000 13-08-2002
WO 2012016062 A2	02-02-2012	CN 103125069 A EP 2599214 A2 WO 2012016062 A2	29-05-2013 05-06-2013 02-02-2012
EP 2509213 A2	10-10-2012	EP 2509213 A2 JP 2012222881 A US 2012256572 A1	10-10-2012 12-11-2012 11-10-2012