

(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
19. Dezember 2013 (19.12.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/186030 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02J 7/00 (2006.01) B60L 11/18 (2006.01)
H02J 7/04 (2006.01) H02M 3/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/060763

(22) Internationales Anmeldedatum:
24. Mai 2013 (24.05.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 209 773.2 12. Juni 2012 (12.06.2012) DE

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

(72) Erfinder: DITTMER, Bernd; Feldgaerten 5, 71640 Ludwigsburg (DE). IMRE, Arpad; Salzaeckerstr. 32/2, 71665 Vaihingen (DE). SCHMIDT, Alexander; Friedrich-Ebert-Str. 13, 78166 Donaueschingen (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, BN, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

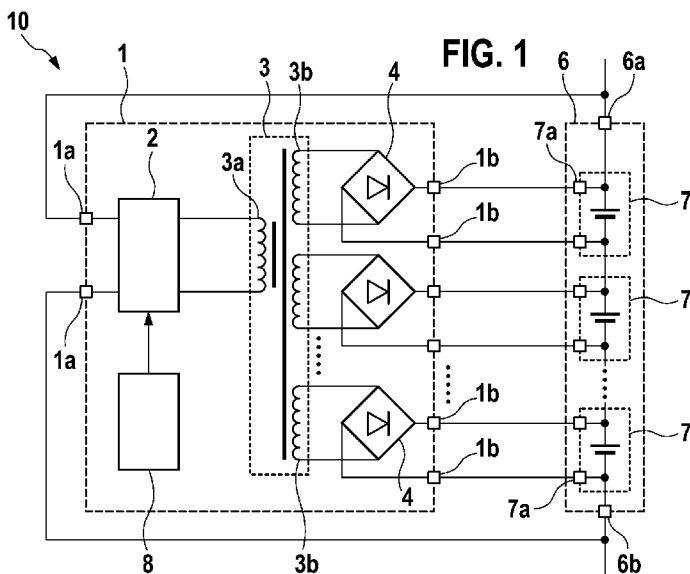
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: CHARGE BALANCING CIRCUIT FOR AN ENERGY STORE AND METHOD FOR BALANCING CHARGE DIFFERENCES IN AN ENERGY STORE

(54) Bezeichnung : LADUNGSAusGLEICHSSCHALTUNG FÜR EINEN ENERGIESPEICHER UND VERFAHREN ZUM AUSGLEICHEN VON LADUNGSUNTERSCHIEDEN IN EINEM ENERGIESPEICHER



(57) Abstract: The invention relates to a charge balancing circuit for an energy store having: a plurality of energy storage cells and modules connected in series; an inverter, the input terminals of which are coupled to terminals of the energy store and which is designed to convert the total voltage of the energy store into a balancing voltage; a transformer with a primary-side winding coupled to the inverter and with a plurality of secondary-side windings; a plurality of rectifiers, each of which is connected to a respective one of the plurality of secondary-side windings and which are designed to rectify the balancing voltage of the inverter and to feed the rectified balancing voltage into a respective one of the plurality of energy storage cells and modules; and a control device which is coupled to the inverter and is designed to adjust the level of the balancing voltage on the basis of the total voltage of the energy store and the number of energy storage cells and modules of the energy store.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/186030 A1



Die Erfindung betrifft eine Ladungsausgleichschaltung für einen Energiespeicher mit einer Vielzahl von in Serie geschalteten Energiespeicherzellen und -modulen, mit einem Wechselrichter, dessen Eingangsanschlüsse mit Anschlüssen des Energiespeichers gekoppelt sind, und welcher dazu ausgelegt ist, die Gesamtspannung des Energiespeichers in eine Ausgleichsspannung umzurichten, einem Transformator mit einer primärseitigen Wicklung, die mit dem Wechselrichter gekoppelt ist, und mit einer Vielzahl von sekundärseitigen Wicklungen, einer Vielzahl von Gleichrichtern, welche mit jeweils einer der Vielzahl von sekundärseitigen Wicklungen gekoppelt sind, und welche dazu ausgelegt sind, die Ausgleichsspannung des Wechselrichters gleichzurichten und die gleichgerichtete Ausgleichsspannung in jeweils eines der Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen einzuspeisen, und einer Steuervorrichtung, welche mit dem Wechselrichter gekoppelt ist, und welche dazu ausgelegt ist, den Pegel der Ausgleichsspannung in Abhängigkeit von der Gesamtspannung des Energiespeichers und der Anzahl der Energiespeicherzellen und -module des Energiespeichers einzustellen.

Beschreibung

5 Titel

Ladungsausgleichsschaltung für einen Energiespeicher und Verfahren zum Ausgleichen von Ladungsunterschieden in einem Energiespeicher

10 Die Erfindung betrifft eine Ladungsausgleichsschaltung für einen Energiespeicher und ein Verfahren zum Ausgleichen von Ladungsunterschieden in einem Energiespeicher, insbesondere in einem modular aufgebauten Energiespeicher mit einer Vielzahl von in Reihe verschalteten Energiespeicherzellen.

Stand der Technik

15

Es zeichnet sich ab, dass in Zukunft sowohl bei stationären Anwendungen, wie z.B. Windkraftanlagen oder Solaranlagen, wie auch in Fahrzeugen, wie Hybrid- oder Elektrofahrzeugen, vermehrt elektronische Systeme zum Einsatz kommen, die neue Energiespeichertechnologien mit elektrischer Antriebstechnik kombinieren.

20

Für elektrische Antriebssysteme elektrisch betriebener Fahrzeuge beispielsweise wird üblicherweise ein Gleichspannungszwischenkreis von einem Strang aus seriell verschalteten Batteriemodulen gespeist. Um die für eine jeweilige Anwendung gegebenen Anforderungen an Leistung und Energie erfüllen zu können, werden häufig mehrere Batteriemodule in einer Traktionsbatterie in Serie geschaltet. Die Gesamtkapazität und die verfügbare Leistung derartiger Traktionsbatterien hängt dabei von den Eigenschaften der einzelnen Batteriemodule ab. Es ist daher wünschenswert, alle Batteriemodule auf dem gleichen Ladungszustand und dem gleichen Spannungsniveau zu halten, um die Belastung auf die Traktionsbatterie durch Lade- und Entladevorgänge gleichmäßig auf die einzelnen Batteriemodule verteilen zu können.

30

Es existieren passive Ausgleichsverfahren, bei denen Einzelspannungen der Batteriemodule mit einer Gesamtspannung verglichen werden. Auf der Basis dieses Vergleichs können bei Abweichungen einzelne Batteriemodule über ohmsche Widerstände selektiv entladen werden. Aktive Ausgleichsverfahren basieren auf einer Umverteilung von Ladung aus Batteriemodulen höheren Ladungszustands auf Batteriemodule niedrigeren Ladungszustands durch Umverteilungseinrichtungen bzw. Ladungszwischenspeicher.

35

Die Druckschriften DE 10 2010 047 685 A1, DE 10 2010 017 439 A1 und DE 10 2009 054 818 A1 beispielsweise offenbaren jeweils Schaltungsanordnungen aus seriell verschalteten Batteriemodulen, welche durch geeignete Ansteuerverfahren in ihrem Ladungszustand ausgeglichen werden können.

Offenbarung der Erfindung

Die vorliegende Erfindung schafft gemäß einem Aspekt eine Ladungsausgleichschaltung für einen Energiespeicher mit einer Vielzahl von in Serie geschalteten Energiespeicherzellen und -modulen, mit einem Wechselrichter, dessen Eingangsanschlüsse mit Anschlüssen des Energiespeichers gekoppelt sind, und welcher dazu ausgelegt ist, die Gesamtspannung des Energiespeichers in eine Ausgleichsspannung umzurichten, einem Transformator mit einer primärseitigen Wicklung, die mit dem Wechselrichter gekoppelt ist, und mit einer Vielzahl von sekundärseitigen Wicklungen, einer Vielzahl von Gleichrichtern, welche mit jeweils einer der Vielzahl von sekundärseitigen Wicklungen gekoppelt sind, und welche dazu ausgelegt sind, die Ausgleichsspannung des Wechselrichters gleichzurichten und die gleichgerichtete Ausgleichsspannung in jeweils eines der Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen einzuspeisen, und einer Steuervorrichtung, welche mit dem Wechselrichter gekoppelt ist, und welche dazu ausgelegt ist, den Pegel der Ausgleichsspannung in Abhängigkeit von der Gesamtspannung des Energiespeichers und der Anzahl der Energiespeicherzellen und -module des Energiespeichers einzustellen.

Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein System mit einem Energiespeicher, welcher Anschlüsse zum Bereitstellen einer Gesamtspannung und eine Vielzahl von zwischen den Anschlüssen in Serie geschalteten Energiespeicherzellen und -modulen aufweist, und einer erfindungsgemäßen Ladungsausgleichschaltung, wobei die Vielzahl von Gleichrichtern der Ladungsausgleichschaltung jeweils mit einem der Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen gekoppelt sind.

Gemäß einem weiteren Aspekt schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Ausgleichen von Ladungsunterschieden in einem Energiespeicher, welcher Anschlüsse zum Bereitstellen einer Gesamtspannung und eine Vielzahl von zwischen den Anschlüssen in Serie geschalteten Energiespeicherzellen und -modulen aufweist, mit den Schritten des Umrichtens der Gesamtspannung des Energiespeichers in eine Ausgleichsspannung, deren Pegel in Abhängigkeit von der Gesamtspannung des

Energiespeichers und der Anzahl der Energiespeicherzellen und -module des Energiespeichers einstellbar ist, des Übertragens der Ausgleichsspannung mit einem Transformator auf eine Vielzahl von sekundärseitigen Wicklungen des Transformators, des Gleichrichtens der übertragenen Ausgleichsspannungen, und des Einspeisens der
5 gleichgerichteten Ausgleichsspannungen in jeweils eines der Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen.

Vorteile der Erfindung

10 Es ist Idee der vorliegenden Erfindung, seriell verschaltete Energiespeicherzellen und -module eines Energiespeichers durch eine automatische und stetige Einspeisung einer Ausgleichsspannung in die einzelnen Energiespeicherzellen und -module bereits während des Betriebs in ihren Ladungszuständen auszugleichen. Hierzu wird eine
15 Gegentaktwandlerschaltung verwendet, die eine momentane Gesamtspannung des Energiespeichers in eine Ausgleichsspannung umrichtet, die einer Sollspannung eines einzelnen Energiespeichermoduls entspricht, und diese Ausgleichsspannung in jede der Energiespeicherzellen und -module einspeist. Dadurch tritt je nach Abweichung des Ladungszustands jedes einzelnen Energiespeichermoduls von seiner Sollspannung automatisch ein Ausgleichsstrom auf, der die Abweichung wieder ausgleichen kann.

20 Besonders vorteilhaft ist es hierbei, dass das Ausgleichen der Ladungszustände unabhängig vom momentanen Belastungszustand des Energiespeichers bzw. der einzelnen Energiespeicherzellen und -module erfolgen kann. Ferner ist eine Einhaltung von Sicherheitsgrenzen bezüglich der Lade- und Entladespannungsgrenzen der einzelnen
25 Energiespeicherzellen und -module bereits durch das Wirkprinzip des automatischen Ladungsausgleichs sichergestellt.

Der Ladungsausgleich erfolgt in vorteilhafter Weise weitgehend energieneutral, das heißt, die Energie, die aus Energiespeicherzellen und -modulen höheren Ladungszustands zu
30 Ausgleichszwecken entnommen wird, wird nahezu vollständig wieder in Energiespeicherzellen und -module niedrigeren Ladungszustands eingespeist.

Weiterhin besteht ein Vorteil der erfindungsgemäßen Vorgehensweise darin, dass weder Spannungen an einzelnen Energiespeicherzellen und -modulen vorgenommen noch
35 zusätzliche Komponenten wie Ausgleichswiderstände oder Leistungsschalter zum Ankoppeln der Energiespeicherzellen und -module an die Ladungsausgleichsschaltung vorgesehen werden müssen. Dies senkt einerseits die Fertigungskosten, den Bauraumbedarf und das Systemgewicht der Ladungsausgleichsschaltung. Andererseits

wird die Ausfallwahrscheinlichkeit des Energiespeichers verringert, da keine möglicherweise ausfallgefährdeten Zusatzkomponenten wie Schalter oder Relais verwendet werden.

- 5 Ferner kann mit einem Vorsehen einer Ladungsausgleichsschaltung für einen Energiespeicher auf andere Funktionen, wie beispielsweise eine Unter- und Überspannungsüberwachung im Rahmen von ASIL-Vorgaben („automotive safety integrity level“, sicherheitsrelevante Vorschriften im Automobilbereich nach ISO-Norm 26262), verzichtet werden, da eine Unter- oder Überspannung in den einzelnen
10 Energiespeicherzellen und -modulen mit dem erfindungsgemäßen automatischen Ladungsausgleich nicht mehr auftreten kann.

- Gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ladungsausgleichsschaltung kann der Transformator weiterhin eine sekundärseitige Hilfswicklung aufweisen, welche
15 mit der Steuervorrichtung gekoppelt ist. Gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ladungsausgleichsschaltung kann die Steuervorrichtung weiterhin dazu ausgelegt sein, die Ausgleichsspannung über die sekundärseitige Hilfswicklung zu erfassen, und den Wechselrichter in Abhängigkeit von der erfassten Ausgleichsspannung zu regeln. Dies bietet den Vorteil, dass eine dynamische Regelung der
20 Ausgleichsspannung möglich ist, die direkt auf die Ausgangsspannung des Wechselrichters zurückgreifen kann.

- Gemäß einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Ladungsausgleichsschaltung kann die Ladungsausgleichsschaltung weiterhin eine Vielzahl von Filterstufen aufweisen,
25 welche jeweils zwischen die Vielzahl von Gleichrichtern und die Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen gekoppelt sind, und welche dazu ausgelegt sind, die gleichgerichtete Ausgleichsspannung zu glätten. Vorteilhafterweise können die Vielzahl von Filterstufen dabei jeweils Tiefpassfilter mit einer Spule als Längszweipol und einem Kondensator als Querszweipol aufweisen. Dadurch können die Filterstufen als
30 Abwärtswandler wirken, die eine gleichmäßige Gleichspannung ohne Schwankungen für das Ausgleichen der Ladungszustände der einzelnen Energiespeicherzellen und -module bereitstellen kann. Dies ermöglicht einen möglichst verlustarmen Ausgleich der Ladungszustände.

- 35 Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt weiterhin ein Glätten der gleichgerichteten Ausgleichsspannungen jeweils mithilfe einer Filterstufe. Die Filterstufen können eine gleichmäßige Gleichspannung ohne Schwankungen für das Ausgleichen der Ladungszustände der einzelnen Energiespeicherzellen und -module

bereitstellen. Dies ermöglicht einen möglichst verlustarmen Ausgleich der Ladungszustände.

5 Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das Umrichten der Gesamtspannung des Energiespeichers in eine Ausgleichsspannung ein Erfassen der Ausgleichsspannung über eine sekundärseitige Hilfswicklung des Transformators und ein Regeln des Umrichtens in Abhängigkeit von der erfassten Ausgleichsspannung umfassen. Dies bietet den Vorteil, dass eine dynamische Regelung der Ausgleichsspannung möglich ist, die direkt auf die Ausgangsspannung des Wechselrichters zurückgreifen kann.

10 Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems können die Energiespeicherzellen und -module Lithium-Ionen-Akkumulatoren umfassen. Diese Art von Energiespeicherzellen wird häufig in elektrischen Antriebssystemen eingesetzt. Mit der erfindungsgemäßen Ladungsausgleichsschaltung kann die Lebensdauer von Lithium-Ionen-Akkumulatoren erheblich verlängert werden.

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

20 Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

25 Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Systems mit einer Ladungsausgleichsschaltung gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

30 Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Systems mit einer Ladungsausgleichsschaltung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

35 Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Systems mit einer Ladungsausgleichsschaltung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Systems mit einer Ladungsausgleichsschaltung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 5 eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Ausgleichen von Ladungsunterschieden in einem Energiespeicher gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

5

Fig. 1 zeigt ein System 10 mit einem Energiespeicher 6 und einer Ladungsausgleichsschaltung 1. Das System 10 kann beispielsweise Teil eines elektrischen Antriebssystems eines elektrisch betriebenen Fahrzeugs sein. Dabei kann der Energiespeicher 6 beispielsweise eine Traktionsbatterie des elektrisch betriebenen Fahrzeugs darstellen. Der Energiespeicher 6 kann beispielsweise eine Vielzahl k von seriell verschalteten Energiespeicherzellen und -modulen 7 umfassen. Die Energiespeicherzellen und -module 7 können dabei jeweils ein oder mehrere wiederaufladbare elektrische bzw. elektrochemische Energiespeicherzellen, zum Beispiel Lithium-Ionen-Akkumulatoren oder -Zellen aufweisen. Die Anzahl k der Energiespeicherzellen und -module 7 ist in Fig. 1 beispielhaft mit drei dargestellt, wobei jedoch jede andere Anzahl an Energiespeicherzellen und -modulen 7 ebenso möglich sein kann.

Der Energiespeicher 6 kann über Ausgangsanschlüsse 6a verfügen, an denen eine Gesamtspannung U_G des Energiespeichers 6 als Summe der Modulspannungen U_{Mk} der einzelnen Energiespeicherzellen und -module 7 bereitgestellt werden kann. Dabei gilt der Zusammenhang $U_G = \sum_k U_{Mk}$. Jedes der Energiespeicherzellen und -module 7 sollte dabei idealerweise eine Sollspannung U_M aufweisen, die sich nicht von den Sollspannungen der anderen Energiespeicherzellen und -module 7 unterscheidet. Aufgrund von fertigungs-, temperatur- oder alterungsbedingten Effekten können die Ladungszustände und damit die Sollspannungen der Energiespeicherzellen und -module 7 im Laufe des Betriebs des Energiespeichers 6 voneinander abweichen.

Zum Ausgleich der Ladungszustände weist das System 10 eine Ladungsausgleichsschaltung 1 auf, die Eingangsanschlüsse 1a aufweist, welche mit den Eingangsanschlüssen eines Wechselrichters 2 verbunden sind. Der Wechselrichter 2 kann beispielsweise ein selbstgeführter Inverter in Vollbrückenschaltung sein, der als aktive Schaltelemente Leistungshalbleiterschalter aufweist, zum Beispiel MOSFET-Schalter oder IGBT-Schalter mit parallel dazu geschalteter Freilaufdiode aufweisen. Der Wechselrichter kann auch zweistufig ausgeführt sein, das heißt die erste Stufe setzt die Gesamtspannung U_G auf eine niedrigere Zwischenspannungslage, beispielsweise mithilfe eines Drosseltiefsetzstellers. Die zweite Stufe beinhaltet zum Beispiel den Inverter in Vollbrückenschaltung wie oben beschrieben, um das Übersetzungsverhältnis im

5 Transformator 3 zu reduzieren. Die Eingangsanschlüsse 1a sind mit den Anschlüssen 6a, 6b des Energiespeichers 6 gekoppelt. Der Wechselrichter 2 dient zum Umrichten der Gesamtspannung U_G des Energiespeichers 6 in eine Ausgleichsspannung U_A . Die Ausgleichsspannung U_A wird in einen Transformator 3 mit einer primärseitigen Wicklung 3a, die mit dem Wechselrichter 2 gekoppelt ist, eingespeist. Der Transformator 3 weist sekundärseitig eine Vielzahl von sekundärseitigen Wicklungen 3b auf, auf die die Ausgleichsspannung U_A jeweils übertragen werden kann. Der Transformator 3 kann beispielsweise ein Hochfrequenztransformator ohne Luftspalt sein.

10 Die Ladungsausgleichschaltung 1 weist weiterhin eine Vielzahl von Gleichrichtern 4 auf, welche mit jeweils einer der Vielzahl von sekundärseitigen Wicklungen 3b gekoppelt sind. Die Gleichrichter 4 können beispielsweise Brückengleichrichter sein, wie in Fig. 1 dargestellt. Alternativ kann es auch möglich sein, die Gleichrichter 4 als Synchrongleichrichter auszugestalten. Die Gleichrichter 4 sind dazu ausgelegt, die übertragene Ausgleichsspannung U_A des Wechselrichters 2 gleichzurichten und die gleichgerichtete Ausgleichsspannung U_A in jeweils eines der Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen 7 einzuspeisen. Dazu sind die Ausgangsanschlüsse 1b der Gleichrichter 4 jeweils mit entsprechenden Modulanschlüssen 7a der Energiespeicherzellen und -module 7 gekoppelt.

20 Wenn die Modulspannung U_{Mk} eines Energiespeichermoduls 7 kleiner als die Ausgleichsspannung U_A ist, so fließt ein Ladestrom von der entsprechenden sekundärseitigen Wicklung 3b des Transformators 3 in das Energiespeichermodul 7 und erhöht damit seinen Ladungszustand. Umgekehrt fließt kein Ladestrom von der entsprechenden sekundärseitigen Wicklung 3b des Transformators 3, wenn die Modulspannung U_{Mk} eines Energiespeichermoduls 7 größer als die Ausgleichsspannung U_A ist. Um zu gewährleisten, dass alle Energiespeicherzellen und -module 7 eine Modulspannung U_{Mk} aufweisen, die der Sollspannung U_M entspricht, kann der Wechselrichter 2 derart angesteuert werden, dass die Ausgleichsspannung U_A in Abhängigkeit von der Anzahl k der Energiespeicherzellen und -module 7 und der Gesamtausgangsspannung U_G eingestellt wird.

35 Dazu umfasst die Ladungsausgleichschaltung 1 eine Steuervorrichtung 8, welche mit dem Wechselrichter 2 gekoppelt ist. Die Steuervorrichtung 8 kann beispielsweise dazu ausgelegt sein, den Pegel der Ausgleichsspannung U_A in Abhängigkeit von der Gesamtspannung U_G des Energiespeichers 6 und der Anzahl k der Energiespeicherzellen und -module 7 des Energiespeichers 6 einzustellen. Hierzu kann die Steuervorrichtung 8

die Ausgleichsspannung U_A beispielsweise auf einen Pegel von $U_A = U_G/k$ regeln. Die Steuervorrichtung 8 kann beispielsweise ein Mikrocontroller oder ein Mikroprozessor sein.

5 Mit der beschriebenen Vorgehensweise ist die Einstellung der Ausgleichsspannung U_A und damit der Ladungsausgleich einerseits nahezu verlustfrei, wenn man von den geringfügigen Verlusten im Wechselrichter 2 absieht. Andererseits erfolgt der Ladungsausgleich unabhängig vom aktuellen Belastungszustand der Energiespeicherzellen und -module 7. Mit der Ladungsausgleichsschaltung 1 kann das Auftreten von Abweichungen der Modulspannungen U_{Mk} von der Sollspannung U_{Mk} effektiv und automatisch während des Betriebs des Energiespeichers 6 verhindert werden. Dies erhöht die Lebensdauer des Energiespeichers 6 erheblich.

15 Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung eines weiteren Systems 10 mit einem Energiespeicher 6 und einer Ladungsausgleichsschaltung 1. Zusätzlich zu den bereits im Hinblick auf Fig. 1 erläuterten Komponenten weist das System 10 in Fig. 2 einen Transformator 3 mit einer sekundärseitigen Hilfswicklung 3c auf, welche mit der Steuervorrichtung 8 gekoppelt ist. Die Steuervorrichtung 8 kann dazu ausgelegt sein, die Ausgleichsspannung U_A über die sekundärseitige Hilfswicklung 3c zu erfassen, und den Wechselrichter 2 in Abhängigkeit von der erfassten Ausgleichsspannung U_A zu regeln.

20 Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung eines weiteren Systems 10 mit einem Energiespeicher 6 und einer Ladungsausgleichsschaltung 1. Zusätzlich zu den bereits im Hinblick auf Fig. 1 erläuterten Komponenten weist das System 10 in Fig. 3 eine Vielzahl von Filterstufen 5 auf, welche jeweils zwischen Gleichrichter 4 und die Energiespeicherzellen und -module 7 gekoppelt sind. Die Filterstufen 5 sind dazu ausgelegt, die gleichgerichtete Ausgleichsspannung U_A zu glätten. Die Filterstufen 5 können beispielsweise jeweils als Tiefpassfilter ausgebildet sein, die mit einer Spule 5a als Längszweipol und einem Kondensator 5b als Querszweipol ausgestaltet sind.

30 Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung eines weiteren Systems 10 mit einem Energiespeicher 6 und einer Ladungsausgleichsschaltung 1. In dem System 10 ist sowohl die sekundärseitige Hilfswicklung 3c der Fig. 2 als auch die Filterstufen 5 der Fig. 3 vorgesehen.

35 Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines Verfahrens 20 zum Ausgleichen von Ladungsunterschieden in einem Energiespeicher, beispielsweise in dem Energiespeicher 6 der Fig. 1 bis 4. Das Verfahren kann dazu beispielsweise die in den Fig. 1 bis 4 beispielhaft dargestellte Ladungsausgleichsschaltung 1 verwenden.

In einem ersten Schritt 21 erfolgt ein Umrichten der Gesamtspannung U_G des Energiespeichers 6 in eine Ausgleichsspannung U_A , deren Pegel in Abhängigkeit von der Gesamtspannung U_G des Energiespeichers 6 und der Anzahl der Energiespeicherzellen und -module 7 des Energiespeichers 6 einstellbar ist. Beispielsweise kann die die
5 Ausgleichsspannung U_A beispielsweise auf einen Pegel von $U_A = U_G/k$ eingestellt werden. Dazu kann beispielsweise die Ausgleichsspannung U_A über eine sekundärseitige Hilfswicklung 3c des Transformators 3 erfasst werden, so dass der Pegel der
10 Ausgleichsspannung U_A in Abhängigkeit von dem über die sekundärseitige Hilfswicklung 3c erfassten Istwerts geregelt werden kann.

In einem zweiten Schritt 22 erfolgt ein Übertragen der Ausgleichsspannung U_A mit einem Transformator 3 auf eine Vielzahl von sekundärseitigen Wicklungen 3b des Transformators 3. Die übertragene Ausgleichsspannung U_A kann in einem Schritt 23
15 gleichgerichtet werden. Gegebenenfalls kann in einem Schritt 24 ein Glätten der gleichgerichteten Ausgleichsspannung U_A jeweils mithilfe einer Filterstufe 5 erfolgen. In einem Schritt 25 können die gleichgerichteten Ausgleichsspannungen dann in jeweils eines der Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen 7 eingespeist werden.

Ansprüche

- 5 1. Ladungsausgleichschaltung (1) für einen Energiespeicher (6) mit einer Vielzahl von in Serie geschalteten Energiespeicherzellen und -modulen (7), mit:
einem Wechselrichter (2), dessen Eingangsanschlüsse (1a) mit Anschlüssen (6a, 6b)
des Energiespeichers (6) gekoppelt sind, und welcher dazu ausgelegt ist, die
Gesamtspannung des Energiespeichers (6) in eine Ausgleichsspannung umzurichten;
10 einem Transformator (3) mit einer primärseitigen Wicklung (3a), die mit dem Wechselrichter (2) gekoppelt ist, und mit einer Vielzahl von sekundärseitigen Wicklungen (3b);
einer Vielzahl von Gleichrichtern (4), welche mit jeweils einer der Vielzahl von sekundärseitigen Wicklungen (3b) gekoppelt sind, und welche dazu ausgelegt sind, die
Ausgleichsspannung des Wechselrichters (2) gleichzurichten und die gleichgerichtete
15 Ausgleichsspannung in jeweils eines der Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen (7) einzuspeisen; und
einer Steuervorrichtung (8), welche mit dem Wechselrichter (2) gekoppelt ist, und welche dazu ausgelegt ist, den Pegel der Ausgleichsspannung in Abhängigkeit von der
Gesamtspannung des Energiespeichers (6) und der Anzahl der Energiespeicherzellen
20 und -module (7) des Energiespeichers (6) einzustellen.
2. Ladungsausgleichschaltung (1) nach Anspruch 1, wobei der Transformator (3)
weiterhin eine sekundärseitige Hilfswicklung (3c) aufweist, welche mit der
25 Steuervorrichtung (8) gekoppelt ist, und
wobei die Steuervorrichtung (8) weiterhin dazu ausgelegt ist, die Ausgleichsspannung über die sekundärseitige Hilfswicklung (3c) zu erfassen, und den Wechselrichter (2) in Abhängigkeit von der erfassten Ausgleichsspannung zu regeln.
- 30 3. Ladungsausgleichschaltung (1) nach einem der Ansprüche 1 und 2, weiterhin mit:
einer Vielzahl von Filterstufen (5), welche jeweils zwischen die Vielzahl von Gleichrichtern (4) und die Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen (7) gekoppelt sind, und welche dazu ausgelegt sind, die gleichgerichtete
Ausgleichsspannung zu glätten.
35
4. Ladungsausgleichschaltung (1) nach Anspruch 3, wobei die Vielzahl von Filterstufen (5) jeweils Tiefpassfilter mit einer Spule (5a) als Längszweipol und einem Kondensator (5b) als Querszweipol aufweisen.

5. System (10), mit:
einem Energiespeicher (6), welcher Anschlüsse (6a, 6b) zum Bereitstellen einer
Gesamtspannung und eine Vielzahl von zwischen den Anschlüssen (6a, 6b) in Serie
5 geschalteten Energiespeicherzellen und -modulen (7) aufweist; und
einer Ladungsausgleichschaltung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die
Vielzahl von Gleichrichtern (4) der Ladungsausgleichschaltung (1) jeweils mit einem
der Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen (7) gekoppelt sind.
- 10 6. System (10) nach Anspruch 5, wobei die Energiespeicherzellen und -module (7)
wiederaufladbare elektrische bzw. elektrochemische Speicherelemente, insbesondere
Lithium-Ionen-Zellen oder-Akkumulatoren aufweisen.
- 15 7. Verfahren (20) zum Ausgleichen von Ladungsunterschieden in einem Energiespeicher
(6), welcher Anschlüsse (6a, 6b) zum Bereitstellen einer Gesamtspannung und eine
Vielzahl von zwischen den Anschlüssen (6a, 6b) in Serie geschalteten
Energiespeicherzellen und -modulen (7) aufweist, mit den Schritten:
Umrichten (21) der Gesamtspannung des Energiespeichers (6) in eine
Ausgleichsspannung, deren Pegel in Abhängigkeit von der Gesamtspannung des
20 Energiespeichers (6) und der Anzahl der Energiespeicherzellen und -module (7) des
Energiespeichers (6) einstellbar ist;
Übertragen (22) der Ausgleichsspannung mit einem Transformator (3) auf eine Vielzahl
von sekundärseitigen Wicklungen (3b) des Transformators (3);
Gleichrichten (23) der übertragenen Ausgleichsspannungen; und
25 Einspeisen (25) der gleichgerichteten Ausgleichsspannungen in jeweils eines der
Vielzahl von Energiespeicherzellen und -modulen (7).
8. Verfahren (20) nach Anspruch 7, weiterhin mit dem Schritt:
Glätten (24) der gleichgerichteten Ausgleichsspannungen jeweils mithilfe einer
30 Filterstufe (5).
9. Verfahren (20) nach einem der Ansprüche 7 und 8, wobei das Umrichten (21) der
Gesamtspannung des Energiespeichers (6) in eine Ausgleichsspannung ein Erfassen
der Ausgleichsspannung über eine sekundärseitige Hilfswicklung (3c) des
35 Transformators und ein Regeln des Umrichtens in Abhängigkeit von der erfassten
Ausgleichsspannung umfasst.

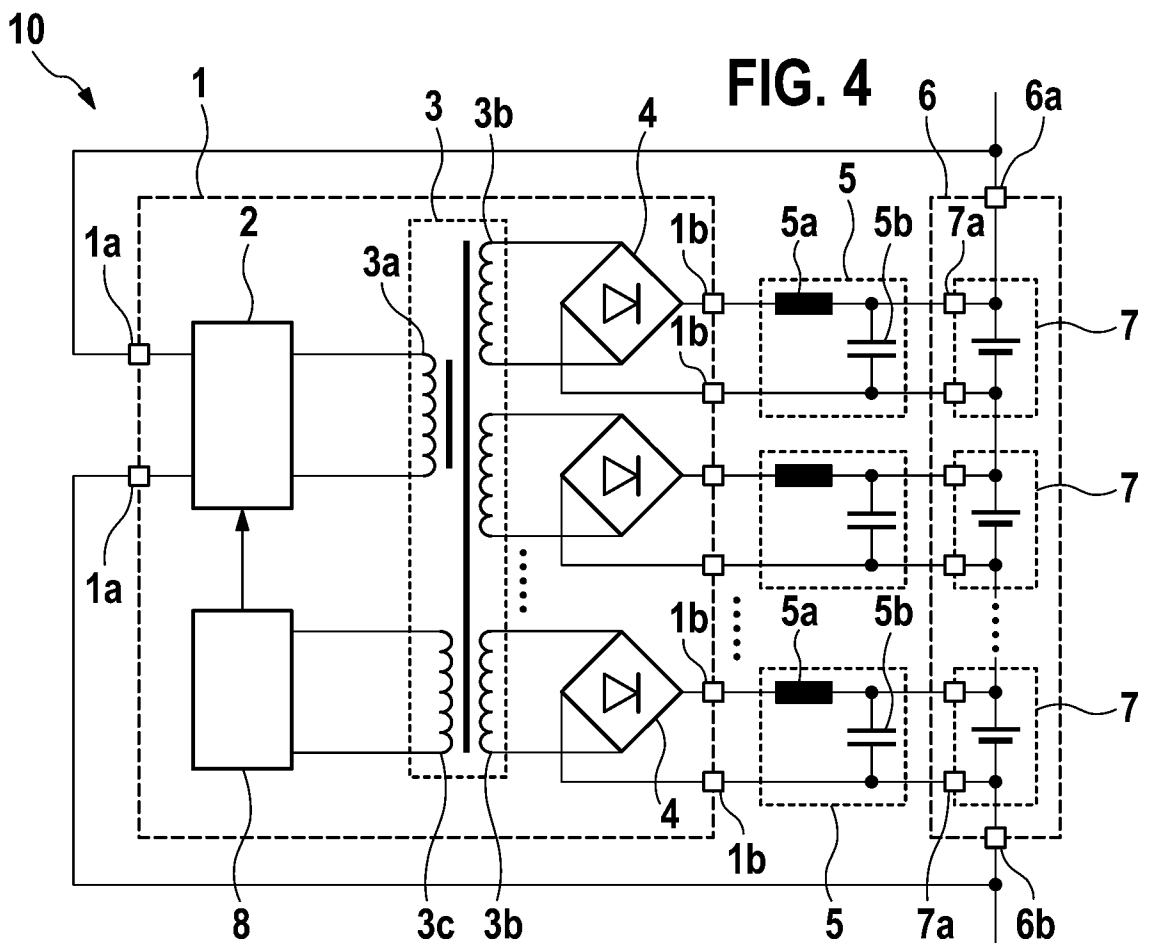
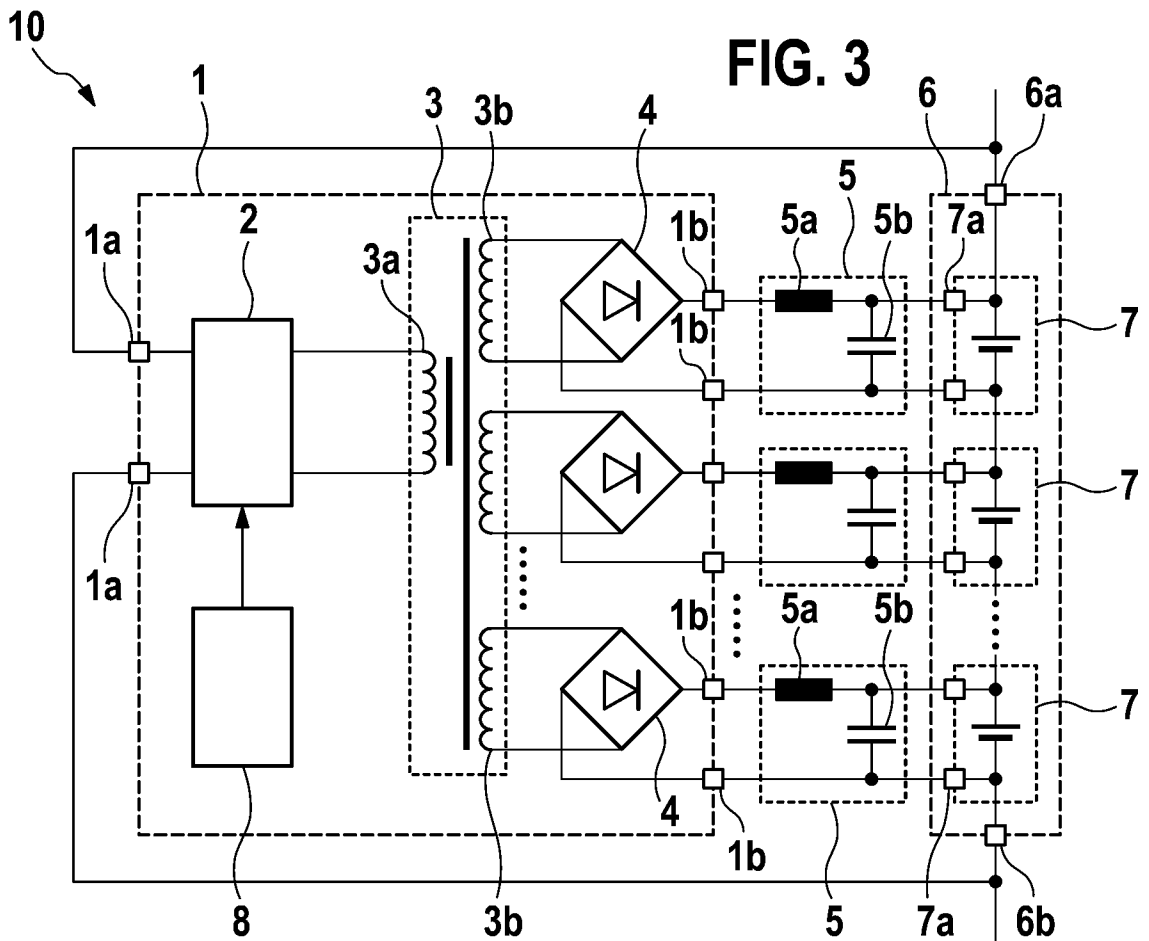
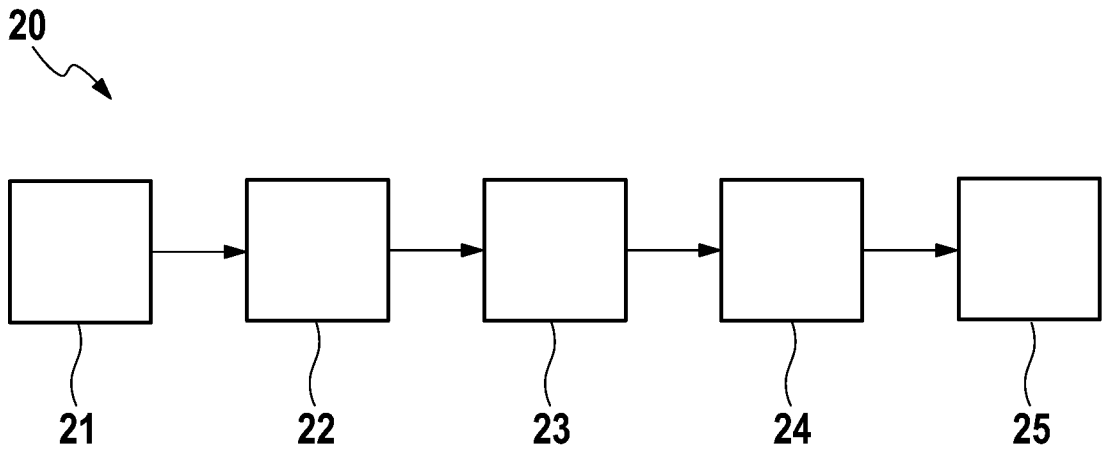


FIG. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/060763

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H02J7/00 H02J7/04 B60L11/18 H02M3/00
 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)
 H02J B60L H02M
 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 0 432 639 A2 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 19 June 1991 (1991-06-19)	1,2,5-7, 9
Y	the whole document	3,4,8
Y	US 2011/234164 A1 (FURUKAWA KIMIHIKO [JP]) 29 September 2011 (2011-09-29)	3,4,8
	the whole document	

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 September 2013

Date of mailing of the international search report

23/09/2013

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
 Moje, Andreas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/060763

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 0432639	A2	19-06-1991	DE 3940928 C1	11-07-1991
			EP 0432639 A2	19-06-1991
			ES 2076282 T3	01-11-1995

US 2011234164	A1	29-09-2011	CN 102208822 A	05-10-2011
			EP 2372865 A2	05-10-2011
			JP 2011211808 A	20-10-2011
			KR 20110109801 A	06-10-2011
			US 2011234164 A1	29-09-2011

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/060763

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02J7/00 H02J7/04 B60L11/18 H02M3/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTER GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02J B60L H02M		
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 0 432 639 A2 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 19. Juni 1991 (1991-06-19)	1,2,5-7,9
Y	das ganze Dokument	3,4,8
Y	US 2011/234164 A1 (FURUKAWA KIMIHIKO [JP]) 29. September 2011 (2011-09-29)	3,4,8
	das ganze Dokument	
<input 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 16. September 2013		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 23/09/2013
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 Moje, Andreas

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/060763

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
EP 0432639	A2	19-06-1991	DE 3940928 C1	11-07-1991
			EP 0432639 A2	19-06-1991
			ES 2076282 T3	01-11-1995

US 2011234164	A1	29-09-2011	CN 102208822 A	05-10-2011
			EP 2372865 A2	05-10-2011
			JP 2011211808 A	20-10-2011
			KR 20110109801 A	06-10-2011
			US 2011234164 A1	29-09-2011
