

(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
15. August 2019 (15.08.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/154519 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02J 3/28 (2006.01) H02J 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/053413

(22) Internationales Anmeldedatum:
12. Februar 2018 (12.02.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Werner-von-Siemens-Straße 1, 80333 München (DE).

(72) Erfinder: KUSCHEL, Boris; Dr.-Karl-Wolff-Straße 7,
09125 Chemnitz (DE).

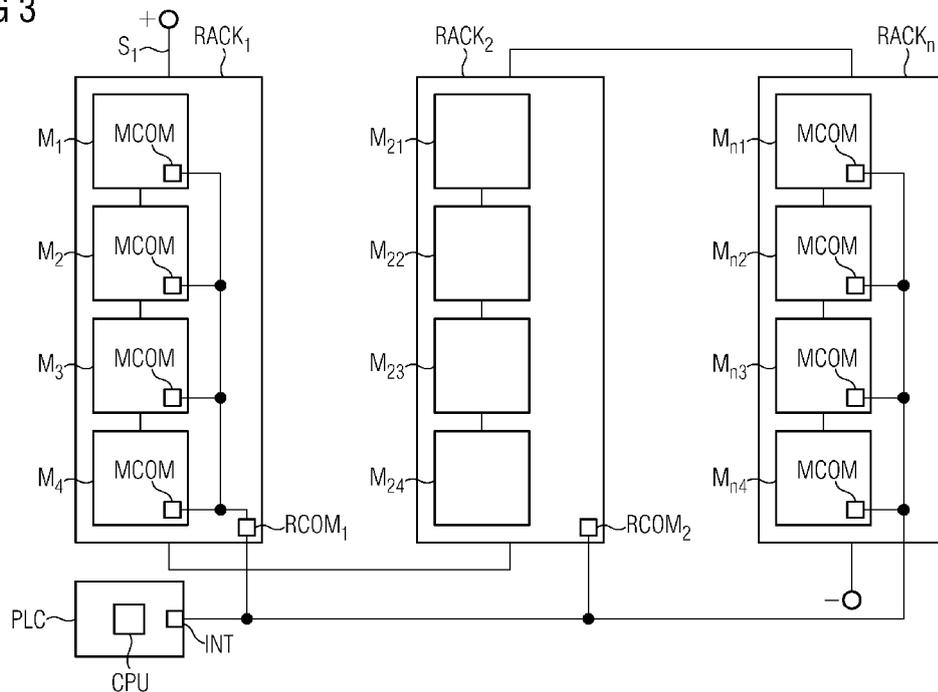
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: OPERATING AN ENERGY STORE

(54) Bezeichnung: BETREIBEN EINES ENERGIESPEICHERS

FIG 3



(57) Abstract: The invention relates to a method for operating an energy store (1) for an energy supply network, comprising a first energy storage module (M1) having a first module voltage (UM1) and a second energy storage module (M2) having a second module voltage (UM2). In order to make efficient equalisation of charging possible between the energy storage modules, the first module voltage (UM1) can be set differently from the second module voltage (UM2) in a first operating state (SOP1), and in a second operating state (SOP2) the first module voltage (UM1) is set identically to the second module voltage (UM2) by taking into account a tolerance (TOL). The invention further relates to a controller (PLC), an energy store (1) and an energy storage module (M1,...,Mn) and an assembly (RACK1, RACKn). Each of the energy storage modules (M1,...,Mn) has at least a plurality of energy storage cells (C1,...,Cn) connected



WO 2019/154519 A1

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)

in series and/or in parallel.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Energiespeichers (1) für ein Energieversorgungsnetz, umfassend ein erstes Energiespeichermodul (M1) aufweisend eine erste Modulspannung (UM1) und ein zweites Energiespeichermodul (M2) aufweisend eine zweite Modulspannung (UM2). Um einen effizienten Ladungsausgleich zwischen den Energiespeichermodulen zu ermöglichen wird vorgeschlagen, dass in einem ersten Betriebszustand (SOP1) die erste Modulspannung (UM1) verschieden von der zweiten Modulspannung (UM2) einstellbar ist und in einem zweiten Betriebszustand (SOP2) unter Berücksichtigung einer Toleranz (TOL) die erste Modulspannung (UM1) gleich der zweiten Modulspannung (UM2) eingestellt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Steuerung (PLC), einen Energiespeicher (1), ein Energiespeichermodul (M1,...,Mn) und eine Baugruppe (RACK1, RACKn). Jedes der Energiespeichermodule (M1,...,Mn) weist dabei wenigstens mehrere in Serie und/oder parallel geschaltete Energiespeicherzellen (C1,...,Cn) auf.

Beschreibung

Betreiben eines Energiespeichers

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Energiespeichers für ein Energieversorgungsnetz, der zum Speichern elektrischer Energie ausgebildet ist. Der Energiespeicher kann wenigstens einen Strang aus in Serie geschalteten Energiespeichermodulen aufweisen. Der Energiespeicher umfasst dabei zumindest ein erstes Energiespeichermodul, das eine erste Modulspannung aufweist und ein zweites Energiespeichermodul, das eine zweite Modulspannung aufweist. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Steuerung, einen Energiespeicher, ein Energiespeichermodul und eine Baugruppe. Jedes der Energiespeichermodule weist dabei wenigstens mehrere in Serie und/oder parallel geschaltete Energiespeicherzellen auf.

20 Ein derartiger Energiespeicher kommt bevorzugt zur Sicherung der Stabilität von Energieversorgungsnetzen zum Einsatz. Die Energiespeicher können dazu kurzfristig enorm hohe Leistungen an das Energieversorgungsnetz abgeben und das Energieversorgungsnetz in kritischen Situationen stabilisieren. Die Form des Energiespeichers kann technologisch unterschiedlich sein und wird auch ggf. nach der Art und Dauer der benötigten Stützzeit beeinflusst sein. Denkbar ist eine Dimensionierung des Energiespeichers, die eine Abgabe von 50 Megawatt (MW) über 5 Sekunden ermöglicht. Die Bereitschaft des Energiespeichers eine Stützung des Energieversorgungsnetzes im Bereich von mehreren MW über zumindest eine Sekunde hinweg durchzuführen wird auch als Stützbereitschaft bezeichnet.

35 Eine Energiespeicherzelle oder Zelle ist der eigentliche Energiespeicher und wird meist ohne jegliche Zusatzelektronik ausgeliefert. Energiespeicherzellen sind als Handelsware in verschiedenen Ausführungen erhältlich. Als Ausführungsform kann sie z.B. als Doppelschichtkondensator, die wiederum als Superkondensatoren oder Ultrakondensatoren ausgebildet sein

können oder als Lithium-Ionen-Zelle realisiert sein. Je nach verwendeter Zellchemie liegt die Zellspannung für einen Doppelschichtkondensator im Bereich von ca. 2,5V und die Zellspannung für einen Lithium-Ionen-Akkumulator bei ca. 3,8V. Im Vergleich zur Spannung eines Energieverteilungsnetzes (z.B. >1 kV, 10 kV, usw.) sind die Spannungen der Energiespeicherzelle als extrem niedrig anzusehen.

Ein Energiespeichermodul, kurz auch Modul, ist eine Schaltung aus seriell und parallel verschalteten Energiespeicherzellen und kann eine dazugehörige Steuerelektronik zur Überwachung, Diagnose und Symmetrierung der einzelnen Energiespeicherzellen aufweisen. Diese Steuerelektronik wird als Batterie-Management-System (BMS) bzw. Capacitor-Management-System (CMS), bei der Verwendung von Kondensatoren als Energiespeicher, bezeichnet. Ein Energiespeichermodul ist in verschiedenen Formfaktoren und/oder Energiespeichermodulspannungen z.B. 12V, 24V, 48V, 125V erhältlich. Der Formfaktor des Energiespeichermoduls wird im Wesentlichen durch den physikalisch-technisch speicherbaren Energieinhalt je Einheit Raumvolumen bestimmt. Im Vergleich zur Spannung eines Energieverteilungsnetzes (z.B. >1 kV, 10 kV, usw.) sind die Spannungen der Energiespeichermodule als niedrig anzusehen. Da die Zielspannung des Energiespeichers sehr hoch ist, bieten sich Module mit Spannungen > 100 V besonders an. Die Steuerelektronik benötigt eine Speisespannung, die entweder auf Energiespeichermodulebene erzeugt wird oder extern an das Energiespeichermodul angelegt werden muss. Das Energiespeichermodul kann auch über einen Kommunikationsanschluss oder Interface verfügen, über den die Daten des Energiespeichermoduls an eine übergeordnete Steuerung zur weiteren Verarbeitung übertragen werden können. In Energiespeichermodulen kommen häufig komplexe Verfahren zum Einsatz, die den Ladezustand (auch State of Charge, kurz SoC) und den Gesundheitszustand (auch State of Health, kurz SoH) der einzelnen Zellen bestimmen und einen potentiellen Ladungsausgleich zwischen den einzelnen Zellen ermöglichen.

Ein Strang ist dabei eine Serienschaltung von mehreren Energiespeichermodulen. Es ist möglich mehrere Stränge parallel zu betreiben, um die Leistung zu erhöhen. Ein Ladungsausgleich, auch Balancing genannt, ist nicht nur zwischen den
5 einzelnen Energiespeicherzellen nötig, sondern durch die Vielzahl an in Serie geschalteten Modulen auch zwischen den einzelnen Modulen vorteilhaft.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zum
10 Betreiben eines Energiespeichers anzugeben, das einen effizienten Ladungsausgleich zwischen den Energiespeichermodulen ermöglicht. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung ein Energiespeichermodul, eine Baugruppe sowie einen Energiespeicher anzugeben.

15

Zur Lösung dieser Aufgabe wird vorgeschlagen, dass in einem ersten Betriebszustand die erste Modulspannung verschieden von der zweiten Modulspannung einstellbar ist und dass in einem zweiten Betriebszustand unter Berücksichtigung einer To-
20 leranz die erste Modulspannung gleich der zweiten Modulspannung eingestellt wird.

Die Modulspannung ergibt sich dabei aus der Anzahl der verwendeten Speicherzellen sowie deren aktuellen Ladezustand.
25 Durch Hinzufügen von elektrischer Ladung zu den einzelnen Modulen kann das Modul aufgeladen werden und die Spannung erhöht sich dementsprechend; bei einer Entladung erniedrigt sich die Spannung dementsprechend.

30 Es wird davon ausgegangen, dass die Module Kapazitätstoleranzen aufweisen. Diese Kapazitätstoleranzen können durch alterungsbedingte Effekte oder schlichtweg Produktionstoleranzen entstehen und haben in der Praxis zur Folge, dass ein Entladen oder ein Laden mit dem gleichen Strom in einer ungleichen
35 Spannung resultiert.

Es hat sich dabei unerwartet herausgestellt, dass es vorteilhaft sein kann, in gewissen Betriebszuständen des Energie-

speichers unterschiedliche Modulspannung zu tolerieren und diese Unterschiede aktiv oder passiv beizubehalten, bzw. keine Angleichung aktiv einstellen zu lassen. Dies kennzeichnet den ersten Betriebszustand. Im zweiten Betriebszustand kann
5 dann auf eine gleiche Modulspannung symmetriert werden. Dies geschieht unter Berücksichtigung einer Toleranz, die abhängig von der Anforderung an den jeweiligen Energiespeicher festzulegen ist und deren Abweichung im Rahmen einer Gleichheit der Spannung akzeptiert wird. Das Berücksichtigen der Toleranz
10 führt zu einer noch effizienteren Umsetzung des vorliegenden Verfahrens. Die Toleranz kann dabei beispielsweise bei einer Modulspannung von 125V einige Volt betragen, kann aber je nach Anforderung auch geringer ausfallen.

15 In einer weiteren Ausführungsform ist der Energiespeicher zum Bereitstellen von wenigstens 10 MW über einen Zeitraum von wenigstens 1 Sekunde ausgebildet. Dies hat den Vorteil, dass der Energiespeicher für die Stützung eines Energieversorgungsnetzes besonders geeignet ist.

20 In einer weiteren Ausführungsform wird eine Mehrzahl von Energiespeichermodulen zu einer Baugruppe zusammengefasst, die jeweils eine Baugruppenspannung aufweisen, wobei die Baugruppenspannung abhängig von einem Betriebszustand des Energiespeichers einstellbar ist. Da die zu erreichenden Spannungen auf Energieversorgungsniveau sehr hoch sind, kann es sich als vorteilhaft erweisen, mehrere Module in Baugruppen zusammenzufassen und nicht nur die Modulspannungen einzustellen, sondern auch eine übergeordnete Baugruppenspannung einzustellen.
25 len. Es kann sich ebenso der Vorteil ergeben, der hinsichtlich der von einer zentralen Steuerung zu verarbeitenden Datenmenge besteht, wenn anstatt von Modulspannungen nur die Baugruppenspannungen von einer übergeordneten Steuerung überwacht und eingestellt werden. Es ist möglich, dass die Baugruppenspannung nicht direkt einstellbar ist, sondern nur indirekt über die in der Baugruppe verbauten Module und deren Modulspannungen einstellbar ist.
30
35

In einer weiteren Ausführungsform entspricht der erste Betriebszustand einem Zeitraum vor und/oder während einer Aufladung des Energiespeichers. Dieser Zeitraum kann dadurch definiert sein, dass kurz zuvor eine Netzstützung stattgefunden hat und eine Differenzspannung zwischen dem ersten und dem zweiten Energiespeichermodul vorliegt. Der Energiespeicher wurde also kürzlich zumindest teilweise entladen. Haben sich unterschiedliche Modulspannungen eingestellt, so basieren diese auf Kapazitätstoleranzen der Module. Es hat sich nun als vorteilhaft herausgestellt, in diesem ersten Betriebszustand unterschiedliche Modulspannungen zu tolerieren und diese unterschiedlichen Modulspannungen sogar in einem weiteren Schritt als aktuelle Referenzwerte für eine Regelung/Steuerung der jeweiligen Modulspannungen zu verwenden. Dies hat den Vorteil, dass bei einer Aufladung des Energiespeichers, was über einen langen Zeitraum hinweg geschehen kann, alle Module wieder auf die ursprüngliche Spannung zurückgeladen werden.

In einer weiteren Ausführungsform entspricht der zweite Betriebszustand einer Stützbereitschaft des Energiespeichers. Ist der Energiespeicher nun derartig geladen, dass er theoretisch eine Netzstützung durchführen kann, was nicht unbedingt einer vollen Aufladung entsprechen muss, so hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, dass die Modulspannungen auf den gleichen Wert, unter Berücksichtigung einer Toleranz, symmetriert werden.

In einer weiteren Ausführungsform ist jedem der Energiespeichermodule und/oder der Baugruppen wenigstens ein Balancing-Modul zugewiesen, das zum Regeln und/oder Steuern der Modulspannung ausgebildet ist. Das Balancing-Modul kann dabei direkt die einzelnen Modulspannungen beeinflussen, in dem es beispielsweise Ladung hinzufügt oder Ladung entfernt. Es ist ebenso denkbar, dass das Balancing-Modul alle Modulspannungen einer Baugruppe beeinflusst.

Es ist ebenso denkbar, dass alternativ oder zusätzlich die modulinternen Balancing-Systeme zum Einstellen der Modulspannungen ausgebildet sind.

5 In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform werden die Modulspannungen und/oder die Baugruppenspannungen abhängig von einer aktuellen Restkapazität des jeweiligen Energiespeichermoduls eingestellt. Die aktuelle Restkapazität kann sich dabei durch Alterungserscheinungen oder durch Temperaturer-
10 scheinungen ergeben. Hier kann es nötig sein, die Modulspannungen zusätzlich anzupassen.

In einer weiteren Ausführungsform werden die Modulspannungen und/oder die Baugruppenspannungen, abhängig von einem Gesund-
15 heitszustand der Energiespeicherzellen in dem jeweiligen Energiespeichermodul, eingestellt. Es kann sich in bestimmten Gesundheitszuständen der Energiespeicherzellen die Notwendigkeit ergeben, gewisse Reserven oder bei besonders gutem Ge-
sundheitszustand dementsprechend weniger Reserven vorzusehen.
20 Dies kann ebenso in dem eingangs beschriebenen Verfahren eingesetzt werden.

In einer weiteren Ausführungsform weist ein Energiespeichermodul eine Modulspannung von wenigstens 40 V, 60 V oder 80 V
25 oder 100 V auf. Derartige Module werden dann in einer weiteren Ausführungsform in Strängen in Serie geschaltet, wobei ein Strang eine Strangspannung von wenigstens 1,5 kV, 2 kV, 3 kV, 4 kV oder 5 kV aufweist.

30 In einer weiteren Ausführungsform weist jedes der Energiespeichermodule eine Mehrzahl von in Serie und/oder parallel geschalteten Energiespeicherzellen auf, wobei die Zellspannungen der Energiespeicherzellen mittels eines weiteren Balancing-Verfahrens einstellbar sind. Das vorliegende Ver-
35 fahren hat den besonderen Vorteil, dass die Modulspannungen unabhängig von dem modulinternen Balancing-Verfahren eingestellt werden kann, ebenso ist denkbar, dass eine Koordination der beiden Balancing-Verfahren stattfindet.

Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Steuerung für einen Energiespeicher, aufweisend zumindest einen Prozessor der zum Ausgeben von Steuersignalen zum Einstellen von Modulspannungen abhängig von einem ersten Betriebszustand und einem zweiten Betriebszustand mittels einem erfindungsgemäßen Verfahren ausgebildet ist und eine Schnittstelle, die zum Senden und/oder Empfangen der Steuersignale ausgebildet ist. Die Steuersignale können dabei Sollwerte für eine Balancingschaltung sein, die die Modulspannungen und/oder die Zellspannungen steuert und/oder regelt. Ebenfalls als Steuersignale können aktuelle Istwerte aus den Modulen an die Steuerung übertragen werden, die diese Auswertet und zur Generierung neuer Steuersignale verwendet. Die Steuerung dient dazu, in einem ersten Betriebszustand die erste Modulspannung verschieden von der zweiten Modulspannung einzustellen und in einem Betriebszustand unter Berücksichtigung einer Toleranz die erste Modulspannung gleich der zweiten Modulspannung einzustellen. Die Steuerung kann dabei dezentral angeordnet sein oder direkt am Energiespeicher. Die Steuerung kann dabei mit gängigen industriellen Kommunikationsverfahren mit den Energiespeichermodulen kommunizieren. Dabei wären beispielsweise und nicht abschließend PROFINET, PROFIBUS, CAN-BUS, M-Bus, BACnet, Modbus und weitere industrielle oder Kommunikationsverfahren aus der Energietechnik zu nennen. Diese Verfahren können dabei z.B. auf Ethernet, Powerline oder sogar drahtlosen Kommunikationsverfahren basieren.

Die Aufgabe wird weiterhin durch einen Energiespeicher für ein Energieversorgungsnetz gelöst, der zumindest ein erstes Energiespeichermodul, ein zweites Energiespeichermodul sowie eine erfindungsgemäße Steuerung umfasst.

Die Aufgabe wird weiterhin durch ein Energiespeichermodul gelöst, das wenigstens eine Modulschnittstelle aufweist, die zum Senden und/oder Empfangen von Steuersignalen zum Einstellen der Modulspannung abhängig vom Betriebszustand ausgebildet ist. Die Modulschnittstelle kann direkt mit einem Balancingmodul in Verbindung stehen, das die Modulspannung

einstellen kann, z.B. durch hinzufügen oder entnehmen von Ladung. Das Balancingmodul kann Teil der Energiespeichermodule sein oder separat vorgesehen sein.

5 Die Aufgabe wird weiterhin durch eine Baugruppe gelöst, die eine Mehrzahl von Energiespeichermodulen aufweist, wobei die Energiespeichermodule wenigstens eine Modulschnittstelle aufweisen, die zum Senden und/oder Empfangen von Steuersignalen zum Einstellen der Modulspannung abhängig vom Betriebszustand
10 ausgebildet ist.

Eine zentrale Steuerung kann ferner zum Ausgeben von Sollwerten für die Modulspannungen der einzelnen Energiespeichermodule abhängig vom Betriebszustand ausgebildet sein. Basierend
15 auf diesen Sollwerten können Regelungsverfahren mit geeigneten Stellmitteln durchgeführt werden. Derartige Stellmittel können Modul-Ladegeräte sein.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der in den Figuren
20 dargestellten Ausführungsbeispiele näher beschrieben und erläutert. Bei Spannungen handelt es sich im Folgenden um elektrische Spannungen. Dabei zeigen

- FIG 1 einen Strang eines Energiespeichers mit seinen
25 Teilspannungen
FIG 2 den Aufbau eines Energiespeichers aus seinen Komponenten
FIG 3 einen Strang eines Energiespeichers mit einer Steuerung
30 FIG 4 einen Spannungs- und Stromverlauf eines Energiespeichermoduls im Betrieb

FIG 1 zeigt beispielhaft einen Strang S1, der aus Energiespeichermodulen M1, M2, Mn, die in Serie geschaltet sind,
35 ausgebildet ist. Der Strang S1 ist dabei Teil eines hier nicht dargestellten Energiespeichers 1. Beispielhaft ist schematisch die Innenansicht des Energiespeichermoduls M2 zu sehen, wo die Energiespeicherzellen C1,...,Cn eingezeichnet

sind. Bei den Energiespeicherzellen C_1, \dots, C_n kann es sich um so genannte Superkondensatoren, Ultrakondensatoren oder weitere Doppelschichtkondensatoren und deren Weiterentwicklungen oder andere Formen von elektrischen Energiespeichern handeln. Weiterhin eingezeichnet sind die Modulspannungen UM_1, UM_2, UM_n , die jeweils die aus den einzelnen Zellspannungen resultierende Modulspannung UM_1, UM_2, UM_n für die jeweiligen Energiespeichermodule M_1, M_2, M_n darstellen. Die Summe der Modulspannungen UM_1, \dots, UM_n ergibt die Strangspannung US_1 des Strangs S_1 .

FIG 2 zeigt den theoretischen Aufbau eines Energiespeichers 1 aus seinen einzelnen Komponenten. Beginnend mit den einzelnen Energiespeicherzellen C_1, \dots, C_n werden Energiespeichermodule M_1, \dots, M_n aus, in diesem Beispiel 48, Energiespeicherzellen C_1, \dots, C_n aufgebaut. Die Anzahl der Energiespeicherzellen C_1, \dots, C_n ist von der zu erreichenden Modulspannung sowie der Leerlaufspannung der verwendeten Energiespeicherzellen C_1, \dots, C_n abhängig. Zehn der Energiespeichermodule M_1, \dots, M_n werden in einer Baugruppe $RACK_1, \dots, RACK_n$ vereint. Die Baugruppe ist in diesem Fall als eine Art Schaltschrank aufgebaut, der die Energiespeichermodule M_1, \dots, M_n in sich aufnehmen kann. Eine Vielzahl (z.B. 20) dieser Baugruppen $RACK_1, \dots, RACK_n$ wird dann zu einem Strang S_1, \dots, S_n in Serie geschaltet, um die notwendige Spannung im kV-Bereich zu erhalten. Legt man in diesem Beispiel eine Zellspannung von 2,7 V zu Grunde, so erhält man Modulspannungen von 125 V, Baugruppenspannungen von 1,25 kV und schließlich Strangspannungen von bis zu 25kV im vollständig geladenen Zustand. Im vorliegenden Beispiel sind Strangspannungen im Bereich von 12 kV im üblichen Bereich.

FIG 3 zeigt drei in Serie geschaltete Baugruppen $RACK_1, RACK_2, RACK_n$, die zusammen einen Strang S_1 ausbilden. Der Strang kann dabei um weitere Baugruppen $RACK_1, RACK_2, RACK_n$ erweitert werden, jeweils abhängig von der Anwendung und der benötigten Spannung. Parallel dazu geschaltete Baugruppen $RACK_1, RACK_2, RACK_n$ bzw. Energiespeichermodule M_1, \dots, M_n erhöhen die Leistung durch die Möglichkeit entsprechend mehr

Strom zur Verfügung stellen zu können. Die Baugruppen RACK1, RACK2, RACKn umfassen jeweils Energiespeichermodule M1, ..., Mn, wobei sich die Anzahl der Energiespeichermodule nach der erforderlichen und handhabbaren Spannung einer Baugruppe

5 RACK1, ..., RACKn richtet. Die dargestellten Anzahlen sind dabei nur als beispielhaft anzusehen und können je nach Bedarf (Spannung / Leistung / Kapazität / ...) angepasst werden.

Die in der Baugruppe RACK1 angeordneten Energiespeichermodule
10 M1, ..., M4 weisen jeweils eine Modulschnittstelle MCOM auf. Die Modulschnittstellen MCOM werden in einer Baugruppenschnittstelle RCOM1 zusammengeführt. Die Modulschnittstellen MCOM liefern die jeweils aktuelle Modulspannung UM sowie weitere relevante Parameter an die Baugruppenschnittstelle RCOM1. Die
15 Baugruppenschnittstelle RCOM1 kann die Spannungswerte in Summenform oder jeweils einzeln an eine Steuerung PLC, beispielsweise eine speicherprogrammierbare Steuerung auf Energiespeicherebene oder Teilenergiespeicherebene, weitergeben.

20 Die Baugruppe RACK2 weist eine Baugruppenschnittstelle RCOM2 auf, die in diesem Fall nicht direkt mit den einzelnen Energiespeichermodulen M21, ..., M24 in Kommunikation steht. Hier ist denkbar, dass die Baugruppenschnittstelle RCOM2 nur die Baugruppenspannungen an die übergeordnete Steuerung PLC weitergibt. Dies besonders vorteilhaft, wenn innerhalb der Baugruppe
25 RACK2 ein gesondertes Balancing zum Einsatz kommt. Die einzelnen Modulspannungen können aus der Rackspannung errechnet (gemittelt) werden und trotzdem weiterverwendet werden.

30 Schließlich ist in der Baugruppe RACKn eine weitere Variante gezeigt, in der die Modulkommunikationseinheiten MCOM der Energiespeichermodule Mn1, ..., Mn4 direkt über eine Kommunikationsverbindung mit der Steuerung PLC kommunizieren können. Die Steuerung PLC weist dabei zumindest einen Prozessor CPU auf,
35 der zum Ausgeben von Steuersignalen zum Einstellen von Modulspannungen UM1, UM2 abhängig vom Betriebszustand SOP1, SOP2 des Energiespeichers und/oder der Module ausgebildet ist. Die Steuerung PLC weist ferner eine Schnittstelle INT auf, die

zum Senden und/oder Empfangen der Steuersignale ausgebildet ist. Die Steuerung PLC kann dabei komplett zentral angeordnet sein, was besonders vorteilhaft ist, wenn eine leistungsfähige Kommunikationsinfrastruktur vorhanden ist. Ebenso ist

5 denkbar, dass die Steuerung PLC nur für einen Teil der Energiespeichermodule M_1, \dots, M_n zuständig ist, und es noch eine Übergeordnete Steuerung gibt, die die untergeordneten Steuerungen koordiniert. Wenn die vorhandene Kommunikationsinfrastruktur weniger leistungsfähig ausgeprägt ist, kann sich eine

10 Aufteilung der Steuerung CTRL in ein Master-Slave System als vorteilhaft erweisen. Die Energiespeichermodule M_1, \dots, M_n können dabei interne Balancingschaltungen für einzelne Energiespeicherzellen oder Parallelschaltungen von Zellen aufweisen. Diese können aktiv, d.h. Energie wird durch elektrische

15 Schaltungen umgeladen, oder passiv, d.h. Energie wird über einen Widerstand verbraucht, ausgebildet sein. Es ist denkbar, dass für jede Baugruppe RACK1, RACK2, RACKn eine Balancingschaltung vorgesehen ist, die einzelne Energiespeichermodule M_1, \dots, M_n passiv entlädt oder aktiv Energie innerhalb der Baugruppe RACK1, RACK2, RACKn von einem Energiespeichermodul M_1, \dots, M_n in ein weiteres transferiert. Das vorliegende Verfahren ist flexibel einsetzbar und mit allen Varianten kompatibel.

25 Die gezeigten Varianten der Baugruppen RACK1, RACK2, RACKn können miteinander kombiniert werden oder es kann jeweils die gleiche Variante zum Einsatz kommen. Weitere Anordnungen der Modulschnittstellen MCOM bzw. der Baugruppenschnittstellen RCOM sind denkbar.

30

FIG 4 zeigt einen Spannungsverlauf von zwei Modulspannungen UM_1, UM_2 bei einer Entladung mit einem Stromverlauf, im oberen Diagramm, durch einen Strom I_1 . Die Modulspannungen UM_1, UM_2 sind jeweils den dazugehörigen Energiespeichermodulen M_1, M_2 eines Energiespeichers 1 zugeordnet, die hier nicht gezeigt sind, deren Modulspannungen UM_1, UM_2 aber im unteren Diagramm dargestellt sind. Die Entladung wird mit einem Strom I_1 durchgeführt. Anschließend und der Übersichtlichkeit hal-

ber in dieselbe Richtung eingezeichnet, wird mittels des Stroms I2 und des Stroms I3 eine Wiederaufladung der beiden Energiespeichermodule M1, M2 durchgeführt, die sich entsprechend in steigenden Modulspannungen UM1, UM2 äußert.

5

Die beiden Modulspannungen UM1, UM2 starten beim gleichen Spannungswert U0. Durch die Entladung mittels eines im Verhältnis zu den Strömen I2 und I3 großen Stroms I1 werden die Modulspannungen UM1, UM2 dementsprechend kleiner. Zu beobachten ist, dass die Modulspannung UM2 wird dabei deutlich kleiner wird als die Modulspannung UM1, die beiden Spannungen UM1, UM2 also auseinanderdriften. Dies kann beispielsweise daran liegen, dass die Energiespeichermodule M1, M2 eine unterschiedliche Kapazitätstoleranz aufweisen, z.B. durch Alterungseffekte. Es stellt sich folglich ein Spannungsunterschied $\Delta U1$ ein.

Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn ein neues Energiespeichermodul M1 eingesetzt wird, das gegenüber dem bereits benutzten zweiten Energiespeichermodul M2 eine geringere Kapazitätstoleranz aufweist. Die Kapazitätstoleranz bezeichnet dabei Unterschiede in der tatsächlichen Kapazität der Energiespeichermodule bzw. der darin verwendeten Energiespeicherzellen, die sich in unterschiedlichen Spannungen der Energiespeichermodule bei einer Entladung durch einen betragsgleichen Strom niederschlägt. Im laufenden Betrieb des Energiespeichers 1 ergibt sich der Spannungsunterschied $\Delta U1$ durch eine Stützung des Energieversorgungsnetzes mit hohen Strömen in kurzer Zeit. Das Ende des Stützvorgangs mit dem Strom I1 charakterisiert in diesem Fall den Beginn einen ersten Betriebszustand SOP1, in dem verschiedene Modulspannungen UM1, UM2 einstellbar sind. Die Modulspannungen UM1, UM2 können dabei unterschiedlich toleriert werden. Dabei kann aktiv die letzte Modulspannung UM1, UM2 erfasst werden und bspw. nur der Ausgleich von Leckstromverlusten zugelassen werden. Auch der Spannungsunterschied $\Delta U1$ kann als Sollwert gespeichert werden. Als Sollwerte für eine Balancingelektronik/-schaltung werden die Werte nach der Entladung z.B. zyklisch

wieder an die einzelnen Module übertragen. Der erste Betriebszustand SOP1 wird dann weiter beibehalten, wenn die Ströme I2 bzw. I3 fließen, der Energiespeicher also aufgeladen wird. Diese Wiederaufladung muss nicht in einer engen
5 zeitlichen Relation zur Entladung stehen, sondern es können hier vielmehr auch sehr viel größere Zeiträume zwischen Entladung und wieder Aufladung liegen. Es ist denkbar, dass eine sehr langsame Wiederaufladung stattfindet, der erste Betriebszustand SOP1 also sehr lange gehalten wird.

10

Weiterhin ist zu sehen, dass der Strom I2 lediglich eine leichte Aufladung der Energiespeichermodule M1, M2 / des Energiespeichers bewirkt, die sich in ansteigenden Modulspannungen UM1, UM2 äußert. Nach einer kurzen Pause, in der immer
15 noch eine unterschiedliche Modulspannung UM1, UM2 existiert, wobei ein Spannungsunterschied $\Delta U2$ nicht mehr so groß ist, wird weiterhin keine Angleichung der Modulspannungen UM1, UM2 gefordert. Die Energiespeichermodule M1, M2 befinden sich weiterhin im ersten Betriebszustand SOP1. Nach einer längeren
20 Phase der Aufladung mit einem dritten Strom I3 erreicht der Energiespeicher bzw. die Energiespeichermodule M1, M2 wieder eine gleiche Spannung, es existiert nur noch ein sehr geringer Spannungsunterschied $\Delta U3$, der im Rahmen einer Toleranz TOL toleriert werden kann, wenn er kleiner oder gleich dieser
25 Toleranz ist. Die Energiespeichermodule M1, M2 befinden sich nun in einem zweiten Betriebszustand SOP2. Der Energiespeicher kann also in den zweiten Betriebszustand SOP2 umschalten. Der zweite Betriebszustand SOP 2 wird dann zumindest bis zur nächsten Netzstützung oder anderweitigen Entladung beibehalten. Zur Initialisierung eines derartigen Energiespeichers
30 1 ist es denkbar, dass, wenn einmal die Stützbereitschaft hergestellt ist, gleiche Modulspannungen eingestellt und auch beibehalten werden, um dann nach einer Entladung in den ersten Betriebszustand SOP1 umzuschalten, in dem dann unterschiedliche Modulspannungen UM1, UM2 toleriert werden können.
35

Zusammenfassend betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Energiespeichers 1 für ein Energieversorgungs-

netz, umfassend ein erstes Energiespeichermodul M1 aufweisend eine erste Modulspannung UM1 und ein zweites Energiespeichermodul M2 aufweisend eine zweite Modulspannung UM2. Um einen effizienten Ladungsausgleich zwischen den Energiespeichermodulen M1,...,Mn zu ermöglichen wird vorgeschlagen, dass in einem ersten Betriebszustand SOP1 die erste Modulspannung UM1 verschieden von der zweiten Modulspannung UM2 einstellbar ist und in einem zweiten Betriebszustand SOP2 unter Berücksichtigung einer Toleranz TOL die erste Modulspannung UM1 gleich der zweiten Modulspannung UM2 eingestellt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Steuerung PLC, einen Energiespeicher 1, ein Energiespeichermodul M1,...,Mn und eine Baugruppe RACK1,...,RACKn. Jedes der Energiespeichermodule M1,...,Mn weist dabei wenigstens mehrere in Serie und/oder parallel geschaltete Energiespeicherzellen C1,...,Cn auf.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Energiespeichers (1) für ein Energieversorgungsnetz,
5 umfassend ein erstes Energiespeichermodul (M1) aufweisend eine erste Modulspannung (UM1) und ein zweites Energiespeichermodul (M2) aufweisend eine zweite Modulspannung (UM2),
wobei in einem ersten Betriebszustand (SOP1) die erste Modulspannung (UM1) verschieden von der zweiten Modulspannung (UM2) einstellbar ist und
10 in einem zweiten Betriebszustand (SOP2) unter Berücksichtigung einer Toleranz (TOL) die erste Modulspannung (UM1) gleich der zweiten Modulspannung (UM2) eingestellt wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Energiespeicher (1) zum Bereitstellen von wenigstens 10 MW über einen Zeitraum von wenigstens 1 Sekunde ausgebildet ist.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Mehrzahl von Energiespeichermodulen (M1,...,Mn) zu einer Baugruppe (RACK1,...,RACKn) zusammengefasst sind, die jeweils eine Baugruppenspannung (URACK1,...,URACKn) aufweisen, wobei die Baugruppenspannung (URACK1,...,URACKn) abhängig vom Betriebszustand (SOP1, SOP2) des Energiespeichers (1) einstellbar sind.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Betriebszustand (SOP1) einem Zeitraum vor und/oder während einer Aufladung des Energiespeichers (1) entspricht.
- 30 5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zweite Betriebszustand (SOP2) einer Stützbereitschaft des Energiespeichers (1) entspricht.
- 35 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jedem der Energiespeichermodule (M1, M2) und/oder der Baugruppen (RACK1,...,RACKn) wenigstens ein Balancingmodul

(B1,...,Bn) zugewiesen ist, das zum Regeln und/oder Steuern der Modulspannung (UM1, UM2) ausgebildet ist.

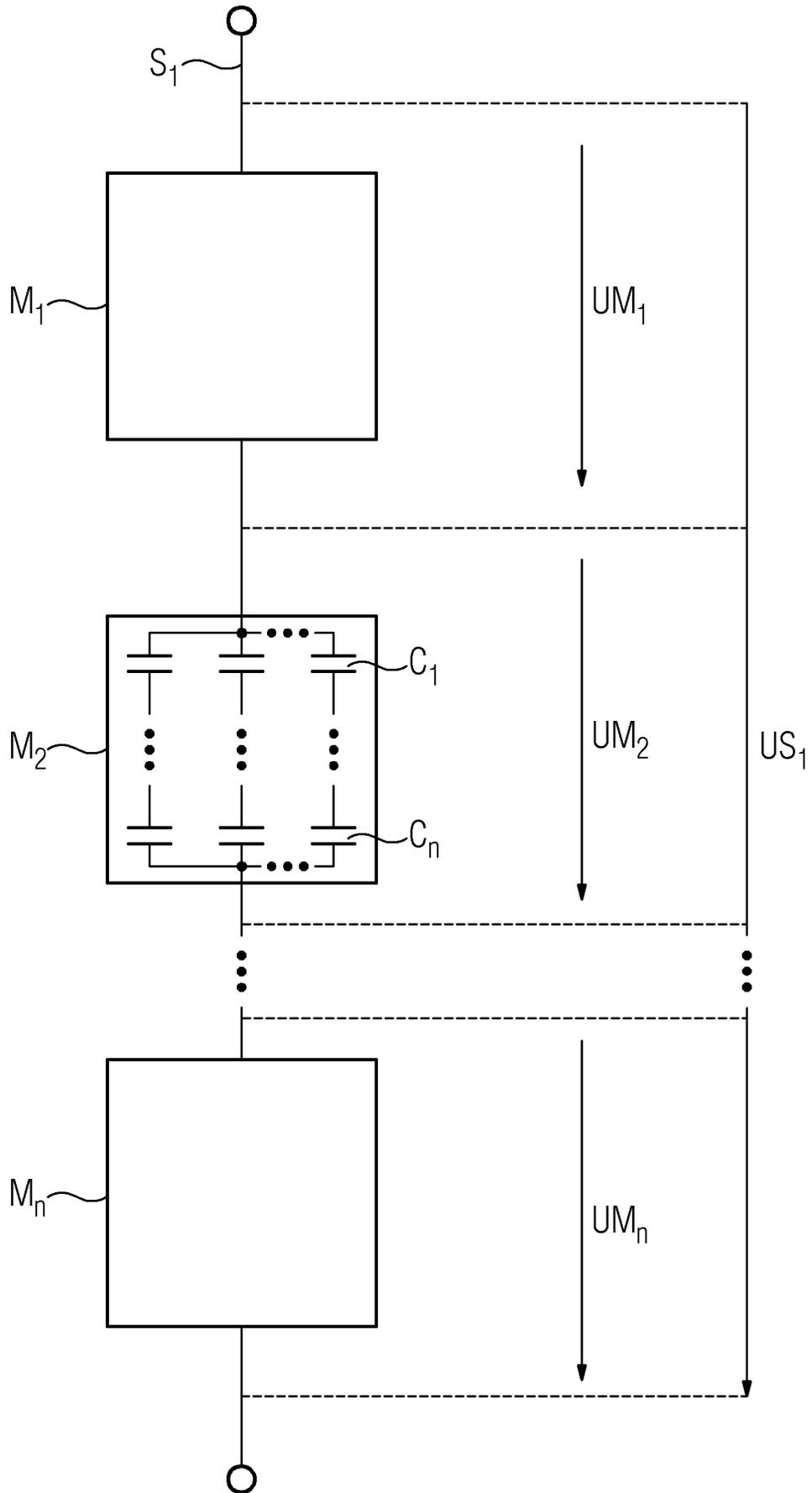
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
5 die Modulspannungen (UM1, UM2) und/oder die Baugruppenspannungen (URACK1,...,URACKn) abhängig von einer aktuellen Restkapazität des jeweiligen Energiespeichermoduls (M1, M2) eingestellt werden.
- 10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Modulspannungen (UM1, UM2) und/oder die Baugruppenspannungen (URACK1,...,URACKn) abhängig von einem Gesundheitszustand der Energiespeicherzellen (C1,...,Cn) in dem jeweiligen Energiespeichermodul (M1, M2) eingestellt werden.
- 15 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Energiespeichermodul (M1, M2) eine Modulspannung (UM1, UM2) von wenigstens 40V, 60V, 80V oder 100V aufweist.
- 20 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Strang (S1,...,Sn) aus in Serie geschalteten Energiespeichermodulen (M1, M2) eine Strangspannung (US1,...,USn) von wenigstens 1,5 kV, 2 kV, 3 kV, 4 kV oder 5 kV, aufweist.
- 25 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jedes der Energiespeichermodule (M1, M2) eine Mehrzahl von in Serie und/oder parallel geschalteten Energiespeicherzellen (C1,...,Cn) aufweist, deren Zellspannungen mittels einem weiteren Balancing-Verfahren einstellbar sind.
- 30 12. Steuerung (PLC) für einen Energiespeicher (1), aufweisend zumindest einen Prozessor (CPU) der zum Ausgeben von Steuerungssignalen zum Einstellen von Modulspannungen (UM1, UM2) abhängig von einem ersten Betriebszustand (SOP1) und einem zweiten Betriebszustand (SOP2) nach einem Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 11 ausgebildet ist und eine Schnittstelle (INT),
35 die zum Senden und/oder Empfangen der Steuersignale ausgebildet ist.

13. Energiespeicher (1) für ein Energieversorgungsnetz, umfassend zumindest ein erstes Energiespeichermodul (M1), ein zweites Energiespeichermodul (M2), insbesondere eine Mehrzahl von Baugruppen (RACK1,...,RACKn) umfassend eine Mehrzahl von
5 Energiespeichermodulen (M1, M2), und eine Steuerung (PLC) nach Anspruch 12.

14. Energiespeichermodul (M1, M2) aufweisend wenigstens eine Modulschnittstelle (MCOM), die zum Senden und/oder Empfangen
10 von Steuersignalen zum Einstellen der Modulspannung (UM1, UM2) nach einem Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 11 ausgebildet ist.

15. Baugruppe (RACK1,...,RACKn) aufweisend eine Mehrzahl von
15 Energiespeichermodulen (M1, M2) nach Anspruch 13.

FIG 1



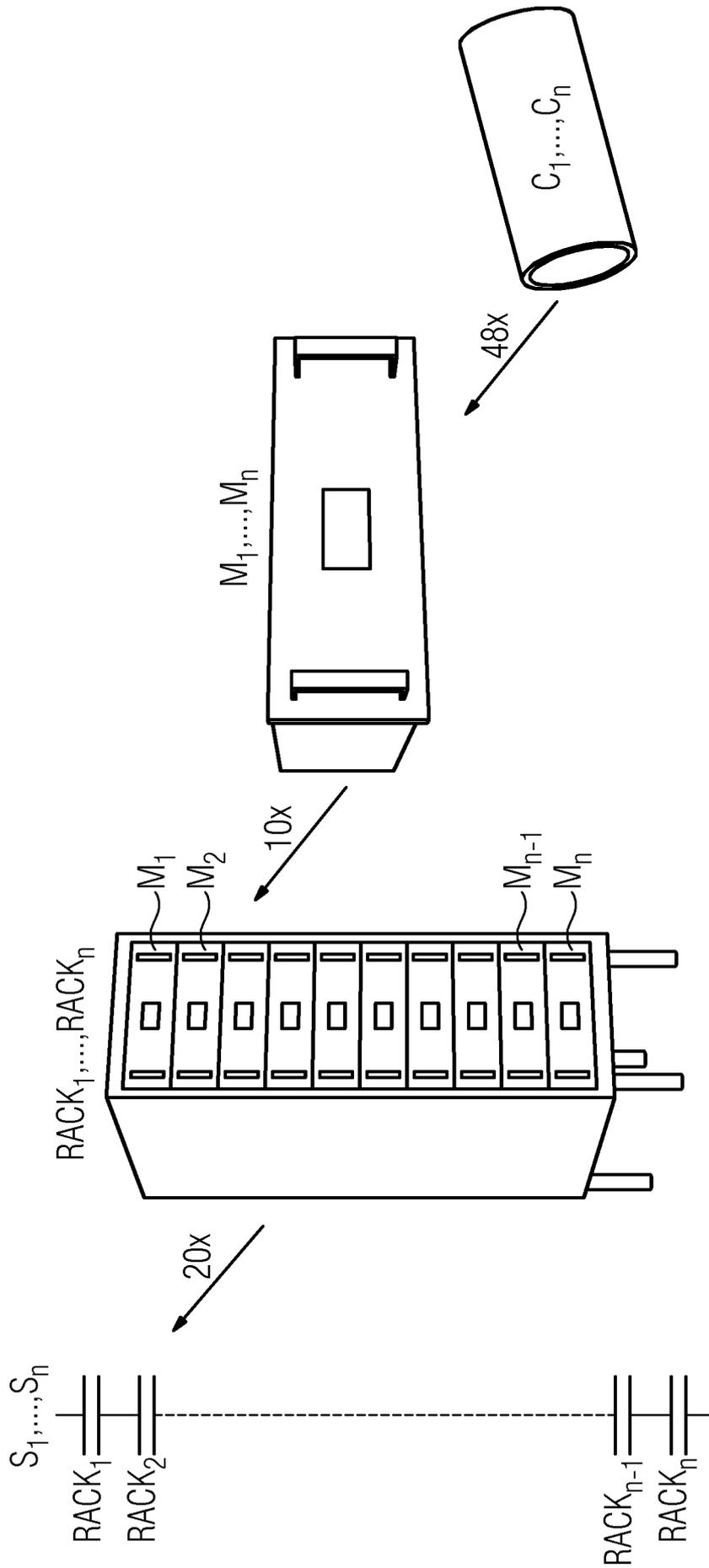


FIG 2

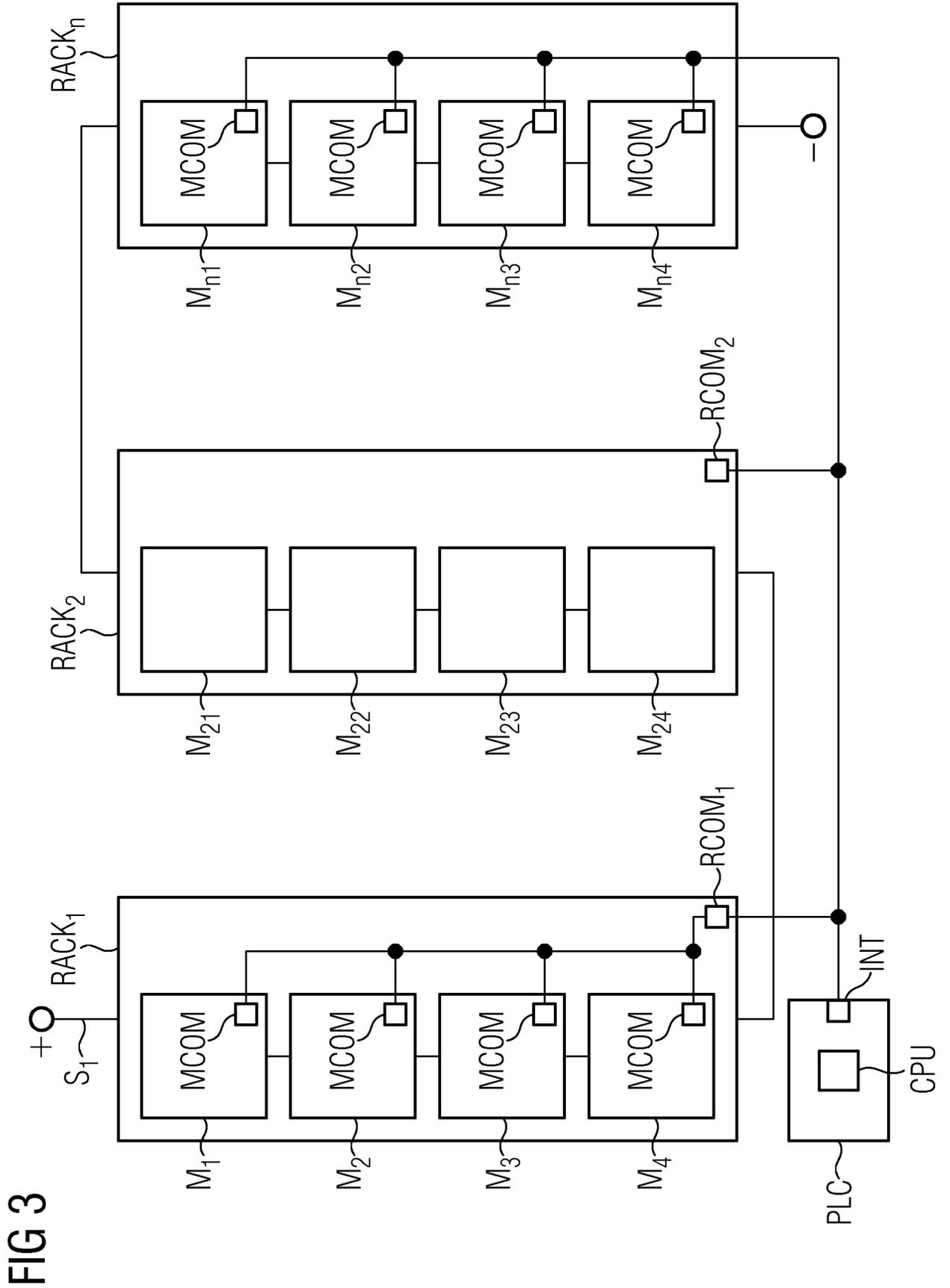
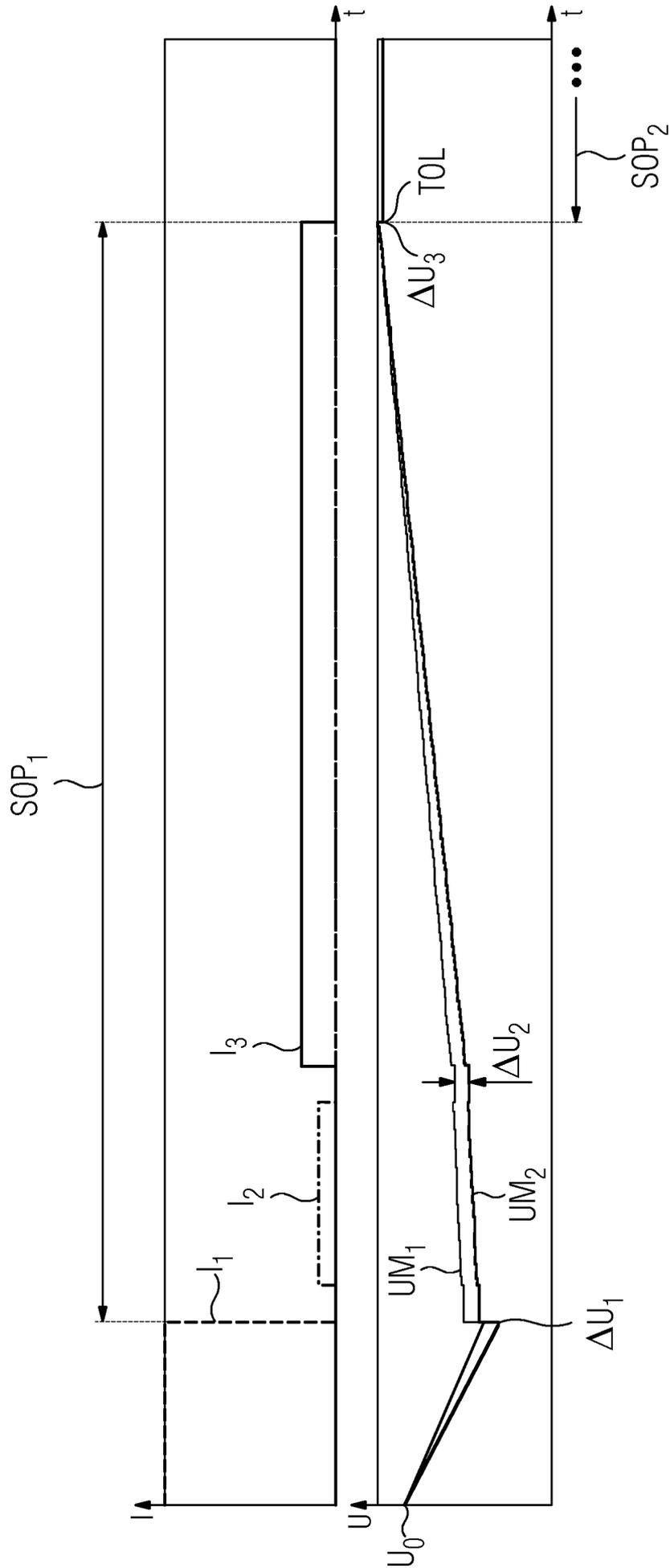


FIG 3

FIG 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/053413

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H02J 3/28</i> (2006.01)i; <i>H02J 7/00</i> (2006.01)i | | |
|---|---|--|
| 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 | | |
| 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 Y | WO 2014181081 A1 (UNIV ASTON [GB]) 13 November 2014 (2014-11-13) figure 4 claim 1 page 1 page 26, line 16 - page 27, line 26 page 28, line 16 - page 29, line 21 | 1,2,4-12,14 3,13,15 |
| X | US 2017214246 A1 (WANG LE Y [US] ET AL) 27 July 2017 (2017-07-27) figures 2,9,10 paragraph [0003] paragraph [0098] - paragraph [0144] | 1 |
| Y | US 2017126032 A1 (BEASTON VIRGIL LEE [US]) 04 May 2017 (2017-05-04) figures 5A,7A | 3,13,15 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <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 26 September 2018 | | Date of mailing of the international search report 05 October 2018 |
| Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016 | | Authorized officer Martin, Raynald Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

| |
|---|
| International application No. PCT/EP2018/053413 |
|---|

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | Publication date (day/month/year) |
|--|------------|----|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| WO | 2014181081 | A1 | 13 November 2014 | NONE | |
| US | 2017214246 | A1 | 27 July 2017 | US 2017214246 A1 | 27 July 2017 |
| | | | | WO 2016009389 A1 | 21 January 2016 |
| US | 2017126032 | A1 | 04 May 2017 | CN 106961114 A | 18 July 2017 |
| | | | | US 2017126032 A1 | 04 May 2017 |
| | | | | US 2018233931 A1 | 16 August 2018 |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H02J3/28 H02J7/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTER GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H02J

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 | WO 2014/181081 A1 (UNIV ASTON [GB]) 13. November 2014 (2014-11-13) | 1,2, 4-12,14 |
| Y | Abbildung 4 Anspruch 1 Seite 1 Seite 26, Zeile 16 - Seite 27, Zeile 26 Seite 28, Zeile 16 - Seite 29, Zeile 21 ----- | 3,13,15 |
| X | US 2017/214246 A1 (WANG LE Y [US] ET AL) 27. Juli 2017 (2017-07-27) Abbildungen 2,9,10 Absatz [0003] Absatz [0098] - Absatz [0144] ----- | 1 |
| Y | US 2017/126032 A1 (BEASTON VIRGIL LEE [US]) 4. Mai 2017 (2017-05-04) Abbildungen 5A,7A ----- | 3,13,15 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. September 2018

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/10/2018

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

Martin, Raynald

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/053413

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| WO 2014181081 A1 | 13-11-2014 | KEINE | |
| US 2017214246 A1 | 27-07-2017 | US 2017214246 A1 | 27-07-2017 |
| | | WO 2016009389 A1 | 21-01-2016 |
| US 2017126032 A1 | 04-05-2017 | CN 106961114 A | 18-07-2017 |
| | | US 2017126032 A1 | 04-05-2017 |
| | | US 2018233931 A1 | 16-08-2018 |