

(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. Mai 2023 (19.05.2023)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2023/083751 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02J 7/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2022/080993

(22) Internationales Anmeldedatum:
07. November 2022 (07.11.2022)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
21465563.1 12. November 2021 (12.11.2021) EP
10 2021 212 816.5
15. November 2021 (15.11.2021) DE

(71) Anmelder: **VITESCO TECHNOLOGIES GMBH**
[DE/DE]; Siemensstraße 12, 93055 Regensburg (DE).

(72) Erfinder: **HEVELE, Norbert**; c/o Vitesco Technologies GmbH, Thomas-Dehler-Str. 27, 81737 München (DE).

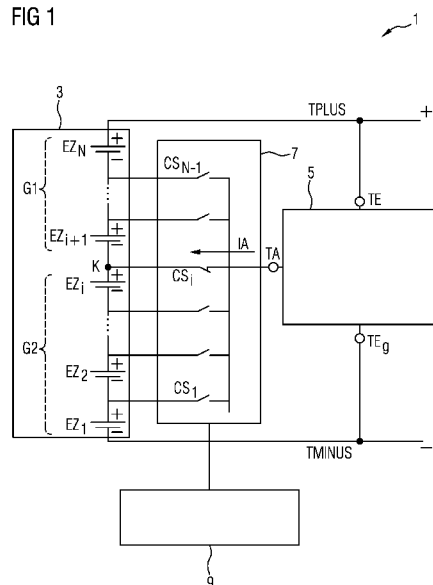
(74) Anwalt: **VITESCO TECHNOLOGIES**; Postfach 12 02, 82019 Taufkirchen (DE).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR BALANCING RECHARGEABLE BATTERY CELLS OF A RECHARGEABLE BATTERY MODULE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM SYMMETRIEREN VON AKKUMULATORZELLEN EINES AKKUMULATORMODULS

FIG 1



(57) Abstract: The present invention relates to a method and a device for balancing rechargeable battery cells of a rechargeable battery module (3). At least some of the rechargeable battery cells (EZ) each have a switchable electrically conductive connection (CS) to an output (TA) of a DC/DC converter (5). For a balancing step, the switchable electrically conductive connection (CS) of a selected rechargeable battery cell (EZ) is switched to the electrically conducting state, so that one pole of the selected rechargeable battery cell (EZ) forms an intermediate node (K) which is connected to the output (TA) of the DC/DC converter (5) and in this way subdivides the large number of rechargeable battery cells (EZ) into a first subgroup (G1) of rechargeable battery cells (EZ), which are connected in series between the intermediate node (K) and a first terminal (TPLUS) of the rechargeable battery module (3), and a second subgroup (G2) of rechargeable battery cells (EZ), which are connected in series between the intermediate node (K) and a second terminal (TMINUS) of the rechargeable battery module (3). A direction of flow of an output current (IA) of the DC/DC converter (5) is configured depending on a state of charge (SOC) of the selected rechargeable battery cell. If the state of charge (SOC) of the selected rechargeable battery cell (EZ_i) satisfies a prescribed condition, the switch of the electrically conductive connection (CS_i) of the selected rechargeable battery cell (EZ_i) is opened and the procedure is repeated for at least some of the further rechargeable battery cells.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft Verfahren und Vorrichtung zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen eines Akkumulatormoduls (3). Zumindest ein Teil der Akkumulatorzellen (EZ) weisen jeweils eine schaltbare elektrisch leitende Verbindung (CS) zu einem Ausgang (TA) eines DC/DC-Wandlers (5) auf. Für ein Symmetrierschritt wird die schaltbare elektrisch leitende Verbindung (CS)



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, 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, ME, 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)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

einer ausgewählten Akkumulatorzelle (EZ) leitend geschalten, so dass ein Pol der ausgewählten Akkumulatorzelle (EZ), einen Zwischenknoten (K) bildet, der mit dem Ausgang (TA) des DC/DC-Wandlers (5) verbunden ist und der so die Vielzahl an Akkumulatorzellen (EZ) in eine erste Untergruppe (G1) an Akkumulatorzellen (EZ), die zwischen dem Zwischenknoten (K) und einem ersten Anschluss (PLUS) des Akkumulatormoduls (3) in Serie geschaltet sind, und eine zweite Untergruppe (G2) an Akkumulatorzellen (EZ), die zwischen dem Zwischenknoten (K) und einem zweiten Anschluss (TMINUS) des Akkumulatormoduls (3) in Serie geschaltet sind, unterteilt. Eine Stromrichtung eines Ausgangsstroms (IA) des DC/DC-Wandlers (5) wird abhängig von einem Ladezustand (SOC) der ausgewählten Akkumulatorzelle konfiguriert. Wenn der Ladezustand (SOC) der ausgewählten Akkumulatorzelle (EZ_i) eine vorgegebene Bedingung erfüllt, wird der Schalter der elektrisch leitenden Verbindung (CS_i) der ausgewählten Akkumulatorzelle (EZ_i) geöffnet und die Prozedur für zumindest ein Teil der weiteren Akkumulatorzellen wiederholt.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen eines Akkumulatormoduls

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen eines Akkumulatormoduls. Ferner betrifft die Erfindung ein Akkumulatorsystem, ein Computerprogramm zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen und ein computerlesbares Speichermedium.

10

Um eine maximal nutzbare Gesamtenergie eines Akkumulatormoduls, das mehrere Akkumulatorzellen aufweist, zu erhöhen, kann das Akkumulatormodul symmetriert werden. Dabei wird ein Akkumulatormodul üblicherweise als symmetrisch betrachtet, sobald ein Ladezustand aller Akkumulatorzellen zu einem Zeitpunkt einer vollständigen Zyklisierung einen identischen Wert aufweist. Bei der Symmetrierung werden mittels einer entsprechenden Symmetriereinrichtung die Ladezustände der einzelnen Akkumulatorzellen beispielsweise durch passives Entladen, bei dem einzelne Akkumulatorzellen mittels eines jeweiligen Widerstands, der parallel zu einer jeweiligen Energiespeicherzelle geschaltet ist, entladen, oder durch aktiven Ladungstransfer, bei dem jeweils ausgewählten einzelnen Akkumulatorzellen Ladung zugeführt oder Ladung entzogen wird, angeglichen.

15

20

25

Der Ausgleich des Ladezustands eines Akkumulatormoduls erfordert insbesondere bei der aktiven Symmetrierung (im Englischen auch als „active balancing“ bezeichnet) einen hohen Schaltungs- und Steuerungsaufwand. Die Erzielung einer erschwinglichen Lösung ist eine besondere Herausforderung im Falle sehr langer Hochspannungsreihen von Akkumulatorzellen, die zum Beispiel für ein Hybridfahrzeug erforderlich sind.

30

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen eines Akkumulatormoduls bereitzustellen, die es ermöglichen, eine Symmetrierung der Akkumulatorzellen mit geringem Schaltungsaufwand zu realisieren.

35

Die Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Gemäß einem ersten und zweiten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Verfahren und eine korrespondierende Vorrichtung zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen eines Akkumulatormoduls. Das Akkumulatormodul weist eine Vielzahl an Akkumulatorzellen auf, die in Reihe geschaltet sind zwischen einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss des Akkumulatormoduls. Der erste Anschluss des Akkumulatormoduls ist mit einem ersten Eingangsanschluss eines DC/DC-Wandlers und der zweite Anschluss des Akkumulatormoduls ist mit einem zweiten Eingangsanschluss des DC/DC-Wandlers elektrisch leitend verbunden. Zumindest ein Teil der Akkumulatorzellen sind mit zumindest einem ihrer Pole jeweils über eine elektrisch leitende Verbindung, die einen Schalter zur Unterbrechung der Verbindung aufweist, mit einem Ausgang des DC/DC-Wandlers verbindbar.

Hierbei umfasst das Verfahren die im Folgenden angeführten Schritte, wobei die Reihenfolge der einzelnen Schritte zumindest teilweise vertauscht oder die Schritte zumindest teilweise gleichzeitig ausgeführt werden können.

In einem Schritt a) wird eine Akkumulatorzelle des zumindest einen Teils an Akkumulatorzellen mit einer schaltbaren elektrisch leitenden Verbindung ausgewählt.

In einem Schritt b) wird die schaltbare elektrisch leitende Verbindung der ausgewählten Akkumulatorzelle leitend geschaltet und die anderen schaltbaren elektrischen Verbindungen werden unterbrochen, so dass ein Pol der ausgewählten Akkumulatorzelle, der mit der schaltbaren elektrisch leitenden Verbindung verbunden ist, einen Zwischenknoten bildet, der mit dem Ausgang des DC/DC-Wandlers verbunden ist und der so die Vielzahl an Akkumulatorzellen in eine erste Untergruppe an Akkumulatorzellen, die zwischen dem Zwischenknoten und dem ersten Anschluss in Serie geschaltet sind, und eine zweite Untergruppe an Akkumulatorzellen, die zwischen dem Zwischenknoten und dem zweiten Anschluss in Serie geschaltet sind, unterteilt. Eine Zuverlässigkeit kann erhöht werden, wenn zunächst alle schaltbaren elektrischen Verbindungen unterbrochen werden und dann die schaltbare elektrisch leitende Verbindung der ausgewählten Akkumulatorzelle leitend geschaltet wird.

In einem Schritt c) wird eine Stromrichtung eines Ausgangsströms des DC/DC-Wandlers in den Zwischenknoten abhängig von einem Ladezustand oder einer Zellspannung der ausgewählten Akkumulatorzelle konfiguriert. Hierfür wird

insbesondere ein Ladezustand oder eine Zellspannung der ausgewählten Akkumulatorzelle verglichen mit einem Ladezustand beziehungsweise einer Zellspannung einer Akkumulatorzelle, die benachbart zu der ausgewählten Akkumulatorzelle und in der anderen Untergruppe als die ausgewählte

- 5 Akkumulatorzelle angeordnet ist. Vorzugsweise wird ein Ladezustand oder eine Zellspannung der ausgewählten Akkumulatorzelle verglichen mit einem Ladezustand beziehungsweise einer Zellspannung einer Akkumulatorzelle, die unmittelbar benachbart zu der ausgewählten Akkumulatorzelle angeordnet ist. Wenn die ausgewählte Akkumulatorzelle einen höheren Ladezustand
- 10 beziehungsweise eine höhere Zellspannung aufweist als die benachbarte Akkumulatorzelle, wird der DC/DC-Wandler so konfiguriert, dass ein vorgegebener Strom in den Ausgang des DC/DC-Wandlers fließt, und wenn die ausgewählte Akkumulatorzelle einen niedrigeren Ladezustand beziehungsweise eine niedrigere Zellspannung aufweist, wird der DC/DC-Wandler so konfiguriert, dass ein
- 15 vorgegebener Strom aus dem Ausgang des DC/DC-Wandlers herausfließt.

In einen Schritt d) wird, sobald der Ladezustand oder die Zellspannung der ausgewählten Akkumulatorzelle eine vorgegebene Bedingung erfüllt, der Schalter der elektrisch leitenden Verbindung der ausgewählten Akkumulatorzelle geöffnet.

20 Hierbei wird insbesondere, wenn ein Differenzbetrag zwischen dem Ladezustand oder der Zellspannung der ausgewählten Akkumulatorzelle und dem Ladezustand beziehungsweise der Zellspannung der benachbarten Zelle einen vorgegeben Schwellwert unterschreitet, der Schalter der elektrisch leitenden Verbindung der ausgewählten Akkumulatorzelle geöffnet.

- 25 Die Schritte a) bis d) werden für zumindest eine weitere Akkumulatorzelle des verbleibenden Teils an Akkumulatorzellen, die eine schaltbaren elektrisch leitende Verbindung aufweisen, ebenfalls ausgeführt.

- 30 Die Akkumulatorzellen des Akkumulatormoduls werden somit jeweils in zwei Untergruppen beziehungsweise Blöcke unterteilt. Insofern der zweite Anschluss des Akkumulatormoduls dem Minuspol entspricht, wird Energie von der zweiten Untergruppe in das gesamte Akkumulatormodul transferiert. Der Transfer der
- 35 Energie kann hierbei bidirektional erfolgen, d. h. es wird von der zweiten Untergruppe Energie an das gesamte Akkumulatormodul abgegeben oder es wird von dem gesamten Akkumulatormodul Energie an die zweite Untergruppe

abgeben. Die erste Untergruppe und die zweite Untergruppe können hierdurch zumindest teilweise symmetriert werden.

Die Zusammenfassung der Akkumulatorzellen zu jeweiligen Untergruppen, die geladen oder entladen werden, hat den Vorteil, dass weniger Komponenten, wie zum Beispiel Schalter, Induktivitäten und/oder pulsweitenmodulierte Leitungen, benötigt werden und damit die Hardwarekosten gesenkt werden können.

Vorzugsweise ist die Vielzahl von Akkumulatorzellen gleich einer Anzahl N an Akkumulatorzellen, wobei N eine ganze Zahl und $N \geq 4$ ist. Vorzugsweise werden die Akkumulatorzellen so ausgewählt und weist das Akkumulatormodul eine ausreichende Anzahl von schaltbaren elektrisch leitenden Verbindungen auf, die so angeordnet sind, dass, wenn das Verfahren durchgeführt wird, zumindest für eine ausgewählte Akkumulatorzelle, für die die Schritte a) bis d) durchgeführt wird, die erste Untergruppe und die zweite Untergruppe jeweils zumindest zwei Akkumulatorzellen aufweisen.

In wenigstens einer vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten und zweiten Aspekt ist der DC/DC-Wandler als Zweiquadranten-DC/DC-Wandler ausgebildet.

Der DC/DC-Wandler kann somit an seinem Ausgang Energie abgeben und Energie aufnehmen.

In wenigstens einer vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten und zweiten Aspekt wird in dem Schritt a) die Akkumulatorzelle nach einer vorgegebenen

Reihenfolge ausgewählt. Dies ermöglicht einen sehr einfachen Algorithmus.

In wenigstens einer vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten und zweiten Aspekt wird die Akkumulatorzelle abhängig von einem Ladezustand und/oder einer Zellspannung einer vorgegebenen Untermenge der Vielzahl an Akkumulatorzellen ausgewählt. Insbesondere kann die Akkumulatorzelle abhängig von einem mittleren Ladezustand und/oder einer mittleren Zellspannung einer vorgegebenen Untermenge der Vielzahl an Akkumulatorzellen ausgewählt werden. Dies hat den Vorteil, dass je nach Ladungsverteilung die Symmetrierungsdauer reduziert werden kann.

In wenigstens einer vorteilhaften Ausgestaltung gemäß dem ersten und zweiten Aspekt weist das Akkumulatormodul in Summe N Akkumulatorzellen auf von denen $N-1$ Akkumulatorzellen über ihren positiven Pol an die schaltbare elektrisch leitende

Verbindung angebunden sind und die Schritte a) bis d) werden für diese N-1 Akkumulatorzellen ausgeführt. Dies hat den Vorteil, dass das Akkumulatormodul vollständig symmetriert werden kann, aber gleichzeitig gegenüber einer jeweiligen Einzelakkumulatorzellladung oder -entladung der Schaltungsaufwand reduziert werden kann.

Gemäß einem dritten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Akkumulatorsystem. Das Akkumulatorsystem umfasst ein Akkumulatormodul, einen DC/DC-Wandler und eine Vorrichtung gemäß dem zweiten Aspekt. Das Akkumulatormodul weist eine Vielzahl von Akkumulatorzellen auf, die in Reihe geschaltet sind zwischen einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss des Akkumulatormoduls. Der erste Anschluss des Akkumulatormoduls ist mit einem ersten Eingangsanschluss des DC/DC-Wandlers und der zweite Anschluss des Akkumulatormoduls mit einem zweiten Eingangsanschluss des DC/DC-Wandlers elektrisch verbunden. Zumindest ein Teil der Akkumulatorzellen sind mit zumindest einem ihrer Pole jeweils über eine elektrisch leitende Verbindung, die einen Schalter zur Unterbrechung der Verbindung aufweist, mit einem Ausgang des DC/DC-Wandlers verbindbar.

Gemäß einem vierten Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch ein Computerprogramm, wobei das Computerprogramm Anweisungen umfasst, die, wenn das Computerprogramm von einem Computer ausgeführt wird, den Computer dazu veranlassen das Verfahren zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen eines Akkumulatormoduls gemäß dem ersten Aspekt durchzuführen.

Gemäß einem fünften Aspekt zeichnet sich die Erfindung aus durch ein computerlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm gemäß dem vierten Aspekt gespeichert ist.

Optionale Ausgestaltungen des ersten Aspekts können auch entsprechend bei den weiteren Aspekten vorhanden sein und entsprechende Wirkungen aufweisen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren werden für Elemente mit im Wesentlichen gleicher Funktion gleiche Bezugszeichen verwendet, diese Elemente müssen jedoch nicht in allen Einzelheiten identisch sein.

Die Figuren zeigen:

- Figur 1 ein schematisches Blockschaltbild eines Akkumulatorsystems 1,
- 5 Figur 2 ein beispielhaftes Ablaufdiagramm für ein Programm zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen eines Akkumulatormoduls,
- Figur 3a ein erstes beispielhaftes Ladezustandsdiagramm für ein Akkumulatormodul,
- 10 Figur 3b zugehörig zu dem in Figur 3a gezeigten Ladezustandsdiagramm, welche schaltbare elektrische Verbindung jeweils leitend geschaltet ist,
- 15 Figur 3c zugehörig zu dem in Figur 3a gezeigten Ladezustandsdiagramm einen zeitlichen Verlauf einer Ausgangs-Stromrichtung eines Ausgangsstroms des DC/DC-Wandlers,
- Figur 4a ein zweites beispielhaftes Ladezustandsdiagramm für ein Akkumulatormodul,
- 20 Figur 4b zugehörig zu dem in Figur 4a gezeigten Ladezustandsdiagramm, welche schaltbare elektrische Verbindung jeweils leitend geschaltet ist,
- 25 Figur 4c zugehörig zu dem in Figur 4a gezeigten Ladezustandsdiagramm einen zeitlichen Verlauf der Ausgangs-Stromrichtung des Ausgangsstroms des DC/DC-Wandlers,
- 30 Figur 5a ein drittes beispielhaftes Ladezustandsdiagramm für ein Akkumulatormodul,
- Figur 5b zugehörig zu dem in Figur 5a gezeigten Ladezustandsdiagramm, welche schaltbare elektrische Verbindung jeweils leitend geschaltet ist, und
- 35

Figur 5c zugehörig zu dem in Figur 5a gezeigten Ladezustandsdiagramm einen zeitlichen Verlauf einer Ausgangs-Stromrichtung des Ausgangsstroms des DC/DC-Wandlers.

- 5 Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Akkumulatorsystems 1 gemäß einer beispielhaften Ausgestaltung der Erfindung.

Das Akkumulatorsystem 1 weist ein Akkumulatormodul 3, einen DC/DC-Wandler 5, eine Schalteinheit 7 und eine Steuereinheit 9 auf.

10

Das Akkumulatormodul 3 ist beispielsweise eine Batterie eines Hybridfahrzeugs. Das Akkumulatormodul 3 weist eine Vielzahl von Akkumulatorzellen EZ auf, die in Reihe geschaltet sind zwischen einem ersten Anschluss TPLUS und einem zweiten Anschluss TMINUS des Akkumulatormoduls 3. Vorzugsweise weist das

- 15 Akkumulatormodul 3 zumindest vier Akkumulatorzellen EZ auf. Die einzelnen Spannungen der in Reihe geschalteten Akkumulatorzellen EZ addieren sich zu einer Summenspannung, die zwischen dem ersten Anschluss TPLUS und dem zweiten Anschluss TMINUS anliegt.

- 20 Der DC/DC-Wandler 5 ist parallel geschaltet zu der Vielzahl der Akkumulatorzellen EZ des Akkumulatormoduls 3. Der erste Anschluss TPLUS des Akkumulatormoduls 3 ist mit einem ersten Eingangsanschluss TE des DC/DC-Wandlers 5 elektrisch leitend verbunden und der zweite Anschluss TMINUS des Akkumulatormoduls 3 ist mit einem zweiten Eingangsanschluss TEg des DC/DC-Wandlers 5 elektrisch
25 verbunden.

- Die Schalteinheit 7 stellt schaltbare elektrisch leitende Verbindungen CS zwischen dem Akkumulatormodul 3 und dem DC/DC-Wandler 5 bereit, so dass zumindest ein Teil der Akkumulatorzellen EZ über eine schaltbare elektrisch leitende Verbindung
30 CS mit dem Ausgang TA des DC/DC-Wandlers 5 verbindbar sind. Die schaltbaren Verbindungen CS weisen jeweils einen Schalter auf, der direkt oder indirekt von der Steuereinheit 9 angesteuert werden kann.

- Das Akkumulatormodul 3 weist in Summe beispielsweise N Akkumulatorzellen EZ
35 auf, von denen beispielsweise N-1 Akkumulatorzellen EZ über ihren positiven Pol an solch eine schaltbare elektrisch leitende Verbindung CS angebunden sind.

Der DC/DC-Wandler 5 ist vorzugsweise als Zweiquadranten-DC/DC-Wandler ausgebildet und kann somit in zwei Quadranten betrieben werden. Der DC/DC-Wandler 5 ist vorzugsweise ausgebildet Energie von seiner Eingangsseite auf seine Ausgangsseite zu übertragen und umgekehrt. Der DC/DC-Wandler 5 ermöglicht somit einen bidirektionalen Energiefluss.

Durch Schließen des Schalters einer ausgewählten schaltbaren elektrisch leitenden Verbindung CS_i und Öffnen bzw. Offenhalten der Schalter der anderen schaltbaren elektrisch leitenden Verbindungen CS , bildet beispielsweise der positive Pol der zugehörigen Akkumulatorzelle EZ_i , der an die schaltbare elektrisch leitende Verbindung CS_i mit geschlossenem Schalter angebunden ist, einen Zwischenknoten K, der mit dem Ausgang TA des DC/DC-Wandlers 5 verbunden ist und der die Vielzahl an Akkumulatorzellen EZ in eine erste Untergruppe G1 an Akkumulatorzellen EZ, die zwischen dem Zwischenknoten K und dem ersten Anschluss TPLUS in Serie geschaltet sind, und eine zweite Untergruppe G2 an Akkumulatorzellen EZ, die zwischen dem Zwischenknoten K und dem zweiten Anschluss TMINUS in Serie geschaltet sind, unterteilt.

Die Steuereinheit 9, die auch als Vorrichtung zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen EZ eines Akkumulatormoduls 3 bezeichnet werden kann, ist insbesondere ausgebildet, die Schalterstellungen der Schalter der Schalteinheit 7 zu steuern.

Die Steuereinheit 9 ist beispielsweise zusätzlich mit dem DC/DC-Wandler 5 gekoppelt und ausgebildet, den DC/DC-Wandler 5 zu konfigurieren in Bezug auf einen Quadrantenbetrieb des DC/DC-Wandlers 5.

Die spezielle Ankopplung der Akkumulatorzellen EZ an den DC/DC-Wandler 5 und der Zweiquadrantenbetrieb ermöglichen den Energietransfer, sowohl positiv als auch negativ, von einer Untergruppe G1, G2 von Akkumulatorzellen EZ zu sämtlichen Akkumulatorzellen EZ des Akkumulatormoduls 3.

Figur 2 zeigt ein beispielhaftes Ablaufdiagramm für ein Programm zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen EZ eines Akkumulatormoduls 3, wie es beispielsweise in Figur 1 gezeigt ist.

In einem Schritt S1 wird das Programm zunächst gestartet.

In einem Schritt S3 werden beispielsweise alle Schalter der schaltbaren elektrisch leitenden Verbindungen CS geöffnet, so dass keine der Akkumulatorzellen EZ mit dem Ausgang TA des DC/DC-Wandlers 5 elektrisch leitend verbunden ist. Zusätzlich kann in Schritt S3 eine Initialisierung von Programmvariablen erfolgen.

5

In einem Schritt S4 wird eine der Akkumulatorzellen EZ_i des Akkumulatormoduls 3 ausgewählt. Die Akkumulatorzelle EZ_i wird beispielsweise abhängig von einer vorgegebenen Reihenfolge ausgewählt. Die Reihenfolge kann beispielsweise vorsehen, dass die Akkumulatorzellen EZ in Richtung erstem Anschluss TPLUS aufsteigend mit einem Indexwert versehen werden und die Akkumulatorzellen EZ nach aufsteigender Reihenfolge oder absteigender Reihenfolge der Indexwerte ausgewählt werden.

10

In Schritt S4 wird beispielsweise eine Schleifenbearbeitung gestartet, so dass die Akkumulatorzellen EZ nach aufsteigender Reihenfolge ausgewählt werden. Dies ermöglicht eine sehr einfache Auswahl der Akkumulatorzellen EZ.

15

Alternativ oder zusätzlich kann die Akkumulatorzelle EZ_i abhängig von einem mittleren Ladezustand und/oder einer mittleren Zellspannung einer vorgegebenen Untermenge der N Akkumulatorzellen EZ ausgewählt werden. Die vorgegebene Menge kann jeweils die erste Untergruppe G1 oder zweite Untergruppen G2 sein, die sich für die ausgewählte Akkumulatorzelle EZ_i beim Schließen der zugeordneten schaltbaren elektrisch leitenden Verbindung CS ergibt.

20

In Schritt S5 wird beispielsweise ein Ladezustand der ausgewählten Akkumulatorzelle EZ_i mit dem Ladezustand der unmittelbar benachbarten Akkumulatorzelle EZ_{i+1} , die in der anderen Untergruppe G1, G2 angeordnet ist, verglichen. Wenn der Differenzbetrag der Ladezustände einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet, wird das Programm in einem Schritt S7 fortgesetzt, falls Differenzbetrag der Ladezustände den vorgegebenen Schwellwert nicht überschreitet, wird das Programm in dem Schritt S9 fortgesetzt.

25

30

Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, in dem Schritt S5 Zellspannungen zu vergleichen.

35

Messwerte für die Ladezustände und/oder die Zellspannungen können beispielsweise von hierfür vorgesehene Messeinrichtungen erfasst und für die Steuereinheit 9 bereitgestellt werden.

In dem Schritt S7 wird die Stromrichtung des Ausgangsstroms I_A des DC/DC-Wandlers 5 in den Zwischenknoten K abhängig von dem Ladezustand SOC oder der Zellspannung der ausgewählten Akkumulatorzelle EZ_i konfiguriert, insbesondere abhängig vom dem Vergleich des Ladezustands SOC

- 5 beziehungsweise der ausgewählten Akkumulatorzelle EZ_i mit dem Ladzustand der unmittelbar benachbarten Akkumulatorzelle EZ_{i+1} , die in der anderen Untergruppe angeordnet ist.

- 10 In dem Schritt S7 wird die Schalteinheit 7 so angesteuert, dass die schaltbare elektrisch leitende Verbindung CS_i der ausgewählten Akkumulatorzelle EZ_i leitend geschaltet und die anderen schaltbaren elektrischen Verbindungen CS unterbrochen sind. Dies bewirkt, dass der Pol der ausgewählten Akkumulatorzelle EZ_i , der mit der schaltbaren elektrisch leitenden Verbindung CS_i verbunden ist, einen Zwischenknoten K bildet, der mit dem Ausgang TA des DC/DC-Wandlers 5
- 15 verbunden ist und der so die Vielzahl an Akkumulatorzellen EZ in eine erste Untergruppe G1 an Akkumulatorzellen EZ, die zwischen dem Zwischenknoten K und dem ersten Anschluss TPLUS in Serie geschaltet sind, und eine zweite Untergruppe G2 an Akkumulatorzellen EZ, die zwischen dem Zwischenknoten K und dem zweiten Anschluss TMINUS in Serie geschaltet sind, unterteilt.

- 20 Das Programm wird in dem Schritt S5 fortgesetzt. Dies bedeutet, dass der Schaltzustand so lange gehalten wird, bis sich der Ladezustand SOC der ausgewählten Akkumulatorzelle EZ_i mit dem Ladzustand der benachbarten Akkumulatorzelle EZ_{i+1} , die in der anderen Untergruppe G1, G2 angeordnet ist, angeglichen hat.
- 25

- Wenn sich die Ladezustände angeglichen haben, wird das Programm im Schritt S9 fortgesetzt. In dem Schritt S9 wird die Schalteinheit 7 so angesteuert, dass sämtliche Schalter der schaltbaren elektrisch leitenden Verbindungen CS geöffnet
- 30 sind, und die Prozedur wird im Schritt S5 für eine weitere Akkumulatorzelle EZ fortgesetzt. Das Programm wird in einem Schritt S11 beendet, vorzugsweise wenn alle Akkumulatorzellen EZ symmetriert sind. Hierzu kann die Prozedur für eine oder mehrere Akkumulatorzellen EZ auch mehrmals durchlaufen werden. Solch eine Abfrage kann beispielsweise in Schritt S10 erfolgen.

- 35 Figur 3a zeigt ein beispielhaftes Ladezustandsdiagramm für ein Akkumulatormodul 3 mit acht Akkumulatorzellen, die gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren symmetriert werden. Die Akkumulatorzellen EZ_1 bis EZ_8 sind hierbei

aufeinanderfolgend in einer Reihe angeordnet und werden der Reihe nach von EZ1 bis EZ7 symmetriert. Den jeweiligen Akkumulatorzellen EZ1 bis EZ7 sind jeweils die elektrisch leitenden Verbindungen CS1 bis CS7 eins zu eins zu geordnet, d. h. die Akkumulatorzelle EZ1 wird über die elektrisch leitenden Verbindungen CS1 an den
5 Ausgang des DC/DC-Wandlers angeschlossen.

In einem ersten Schritt wird die Akkumulatorzelle EZ1 ausgewählt. Da der Ladezustand SOC der Akkumulatorzelle EZ1 geringer ist als der Ladezustand SOC der Akkumulatorzelle EZ2, wird die Akkumulatorzelle EZ1 geladen und die
10 Akkumulatorzellen EZ2 bis EZ8 entladen. Die Akkumulatorzelle EZ1 wird solange geladen, bis sie den gleichen Ladezustand SOC wie die Akkumulatorzelle EZ2 aufweist.

In einem weiteren Schritt wird eine weitere Akkumulatorzelle hinzugenommen durch
15 Schließen der elektrisch schaltbaren Verbindung CS2 und Öffnen der elektrisch schaltbaren Verbindungen CS1 und Offenhalten von CS3 bis CS7, so dass dann die Akkumulatorzellen EZ1 und EZ2 entladen und die Akkumulatorzellen EZ3 bis EZ8 geladen werden. Da die Akkumulatorzelle EZ3 einen geringeren Ladestand als die Akkumulatorzelle EZ2 aufweist, werden die Akkumulatorzellen EZ1 und EZ2
20 entladen. Da die Akkumulatorzelle EZ1 zu dem Zeitpunkt den gleichen Ladezustand SOC aufweist wie die Akkumulatorzelle EZ2 und in der gleichen Untergruppe G1, G2 angeordnet ist, wird die Akkumulatorzelle EZ1 ebenfalls entladen.

Hierbei fließt durch die Akkumulatorzellen EZ1 und EZ2 ein „Entladestrom“ von der Akkumulatorzelle EZ1 in Richtung zur Akkumulatorzelle EZ2. Durch die Akkumulatorzellen EZ3 bis EZ8 fließt ein „Ladestrom“ durch die Akkumulatorzelle EZ8 in Richtung zur Akkumulatorzelle EZ3. Die beiden Ströme addieren sich im Zwischenknoten K und fließen dann in Richtung des Ausgangs TA des
25 DC/DC-Wandlers.
30

Die Akkumulatorzellen EZ1 und EZ2 werden gemeinsam solange entladen bis sie den gleichen Ladezustand SOC wie die Akkumulatorzelle EZ3 aufweisen.

35 Im nächsten Schritt wird die Akkumulatorzelle EZ3 hinzugenommen und die Akkumulatorzellen EZ1 bis EZ3 werden gemeinsam aufgeladen ($SOC(EZ3) < SOC(EZ4)$), bis sie den Ladezustand SOC der Akkumulatorzelle EZ4 aufweisen.

Die Akkumulatorzellen EZ4 bis EZ8 werden in der gleichen Zeit gemeinsam entladen.

Anschließend wird die Akkumulatorzelle EZ4 hinzugenommen und die Akkumulatorzellen EZ1 bis EZ4 werden so lange gemeinsam aufgeladen, bis sie
5 den Ladezustand SOC der Akkumulatorzelle EZ5 erreicht haben ($SOC(EZ4) < SOC(EZ5)$). Die Akkumulatorzellen EZ5 bis EZ8 werden in der gleichen Zeit gemeinsam entladen.

Die Prozedur wurde bis zur Akkumulatorzelle EZ7 beziehungsweise bis zur
10 schaltbaren elektrischen Verbindung CS7 fortgesetzt, so dass sich der Ladezustand SOC von allen acht Akkumulatorzellen EZ angleicht.

Figur 3b zeigt über die Zeit welche schaltbare elektrische Verbindung jeweils verbunden ist mit dem Ausgang des DC/DC-Wandlers. In y-Richtung ist der Index
15 der schaltbaren elektrischen Verbindungen aufgetragen. Es werden nacheinander die schaltbaren elektrische Verbindung CS1 bis CS7 geschlossen.

Figur 3c zeigt einen zugehörigen zeitlichen Verlauf einer Ausgangs-Stromrichtung des Ausgangsstroms IA des DC/DC-Wandlers. Im ersten Schritt wird die
20 Akkumulatorzelle EZ1 entladen. Es fließt ein positiver Ausgangsstrom IA, d.h. es fließt ein Strom aus dem Ausgang des DC/DC-Wandlers heraus. Im zweiten Schritt werden die Akkumulatorzellen EZ1 und EZ2 entladen. Die Akkumulatorzellen EZ1 und EZ2 geben somit Energie an das gesamte Akkumulatormodul ab. Der Ausgangsstrom des DC/DC-Wandlers ist somit negativ, d. h. es fließt ein Strom in
25 den DC/DC-Wandler.

Figur 4a zeigt ein beispielhaftes Ladezustandsdiagramm für ein Akkumulatormodul 3 mit acht Akkumulatorzellen, die gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren symmetriert wurden. Die Akkumulatorzellen 1 bis 8 werden im Vergleich zu Figur 3a
30 in umgekehrter Reihenfolge von 8 bis 1 symmetriert.

Figur 4b zeigt über die Zeit welche schaltbare elektrische Verbindung jeweils verbunden ist mit dem Ausgang des DC/DC-Wandlers. Es werden nacheinander die schaltbaren elektrische Verbindung CS7 bis CS1 geschlossen.

35

Figur 4c zeigt den zugehörigen zeitlichen Verlauf einer Ausgangs-Stromrichtung des Ausgangsstroms IA des DC/DC-Wandlers. Im ersten Schritt wird die Akkumulatorzelle EZ8 entladen. Die Akkumulatorzellen EZ1 bis EZ7 werden

geladen. Es fließt ein positiver Ausgangsstrom I_A , d.h. es fließt ein Strom aus dem Ausgang des DC/DC-Wandlers über die elektrisch leitende Verbindung CS7 heraus. Im zweiten Schritt werden die Akkumulatorzellen EZ8 und EZ7 geladen. Die Akkumulatorzellen EZ1 bis EZ6 werden entladen. Die Akkumulatorzellen EZ1 bis
5 EZ6 geben somit Energie an das gesamte Akkumulatormodul ab. Der Ausgangsstrom des DC/DC-Wandlers ist somit negativ, d. h. es fließt ein Strom in DC/DC-Wandler.

Figur 5a zeigt ein weiteres beispielhaftes Ladezustandsdiagramm für ein
10 Akkumulatormodul 3 mit acht Akkumulatorzellen, die gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren symmetriert werden. Die Akkumulatorzellen EZ1 bis EZ8 werden in einer kombinierten Weise, wie sie in den Figuren 4 und 5 gezeigt wird, symmetriert.

15 In einem ersten Schritt erfolgt die Auswahl der Akkumulatorzelle, mit der gestartet wird, abhängig von jeweiligen Ladezuständen verschiedener Zellen. Es wird beispielsweise, wenn die Differenz $|\text{SOC}(\text{EZ8}) - \text{SOC}(\text{EZ7})| > |\text{SOC}(\text{EZ1}) - \text{SOC}(\text{EZ2})|$ ist die Richtung 8 -> 1 ausgewählt, ansonsten die Richtung 1 -> 8. D.h. in Figur 5a ist zunächst die elektrisch leitende Verbindung CS7
20 geschlossen (siehe Figur 5c) und damit wird die Akkumulatorzelle EZ8 entladen und die Akkumulatorzellen EZ1 bis EZ7 geladen. In einem nächsten Schritt ist die die elektrisch leitende Verbindung CS1 geschlossen und damit wird die Akkumulatorzelle EZ1 geladen und die Akkumulatorzellen EZ2 bis EZ8 entladen

25 Im dritten Schritt ist erneut die elektrisch leitende Verbindung CS7 geschlossen (siehe Figur 5c) und damit wird die Akkumulatorzelle EZ8 erneut entladen. Im Anschluss daran erfolgt die Ladezustandsanpassung wie in Figur 3a beschrieben. Für die Richtungsumschaltung wird eine Hysterese-Funktion genutzt, um häufiges hin- und herschalten zu vermeiden. Mit der in Figur 5a genutzten Auswahlmethoden
30 der Akkumulatorzellen EZ kann wesentlich schneller zumindest eine verbesserte Symmetrierung der Akkumulatorzellen EZ erreicht werden.

Figur 5b zeigt über die Zeit welche schaltbare elektrische Verbindung jeweils verbunden ist mit dem Ausgang des DC/DC-Wandlers..

35 Figur 5c zeigt den zugehörigen zeitlichen Verlauf einer Ausgangs-Stromrichtung des Ausgangsstroms I_A des DC/DC-Wandlers.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen (EZ) eines Akkumulatormoduls (3), wobei

- 5 - das Akkumulatormodul (3) eine Vielzahl an Akkumulatorzellen (EZ) aufweist, die in Reihe geschaltet sind zwischen einem ersten Anschluss (TPLUS) und einem zweiten Anschluss (TMINUS) des Akkumulatormoduls (3),
- der erste Anschluss (TPLUS) des Akkumulatormoduls (3) mit einem ersten Eingangsanschluss (TE) eines DC/DC-Wandlers (5) und der zweite Anschluss (TMINUS) des Akkumulatormoduls (3) mit einem zweiten Eingangsanschluss (TEg) des DC/DC-Wandlers (5) elektrisch leitend verbunden sind,
10 - zumindest ein Teil der Akkumulatorzellen (EZ) mit zumindest einem ihrer Pole jeweils über eine elektrisch leitende Verbindung (CS), die einen Schalter zur Unterbrechung der Verbindung aufweist, mit einem Ausgang (TA) des
15 DC/DC-Wandlers (5) verbindbar sind, und wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:
- a) eine Akkumulatorzelle (EZ_i) des zumindest einen Teils an Akkumulatorzellen (EZ) mit einer schaltbaren elektrisch leitenden Verbindung (CS) wird ausgewählt,
- 20 b) die schaltbare elektrisch leitende Verbindung (CS_i) der ausgewählten Akkumulatorzelle (EZ_i) wird leitend geschaltet und die anderen schaltbaren elektrischen Verbindungen (CS) werden unterbrochen, so dass ein Pol der ausgewählten Akkumulatorzelle (EZ_i), der mit der schaltbaren elektrisch leitenden Verbindung (CS_i) verbunden ist, einen
25 Zwischenknoten (K) bildet, der mit dem Ausgang (TA) des DC/DC-Wandlers (5) verbunden ist und der so die Vielzahl an Akkumulatorzellen (EZ) in eine erste Untergruppe (G1) an Akkumulatorzellen (EZ), die zwischen dem Zwischenknoten (K) und dem ersten Anschluss (TPLUS) in Serie geschaltet sind, und eine zweite Untergruppe (G2) an Akkumulatorzellen (EZ), die zwischen dem Zwischenknoten (K) und dem zweiten Anschluss (TMINUS) in Serie geschaltet sind, unterteilt,
- 30 c) eine Stromrichtung eines Ausgangsstroms (IA) des DC/DC-Wandlers (5) in den Zwischenknoten (K) wird abhängig von einem Ladezustand (SOC) oder einer Zellspannung der ausgewählten Akkumulatorzelle (EZ_i) konfiguriert,
- 35

- d) wenn der Ladezustand (SOC) oder die Zellspannung der ausgewählten Akkumulatorzelle (EZ_i) eine vorgegebene Bedingung erfüllt, wird der Schalter der elektrisch leitenden Verbindung (CS_i) der ausgewählten Akkumulatorzelle (EZ_i) geöffnet, wobei
- 5 für zumindest eine weitere Akkumulatorzelle (EZ) des verbleibenden Teils an Akkumulatorzellen (EZ), die eine schaltbaren elektrisch leitende Verbindung (CS) aufweisen, die Schritte a) bis d) durchgeführt werden.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der DC/DC-Wandler (5) als Zweiquadranten-DC/DC-Wandler ausgebildet ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem in dem Schritt a) die Akkumulatorzelle (EZ_i) nach einer vorgegebenen Reihenfolge ausgewählt wird.
- 15 4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem in dem Schritt a) die Akkumulatorzelle (EZ_i) abhängig von einem Ladezustand und/oder einer Zellspannung einer vorgegebenen Untermenge der Vielzahl an Akkumulatorzellen (EZ) ausgewählt wird.
- 20 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 4, wobei das Akkumulatormodul (3) in Summe N Akkumulatorzellen (EZ) aufweist, von denen N-1 Akkumulatorzellen (EZ) über ihren positiven Pol an die schaltbare elektrisch leitende Verbindung (CS) angebunden sind und die Schritte a) bis d) für diese N-1
- 25 Akkumulatorzellen (EZ) ausgeführt werden.
6. Vorrichtung zum Symmetrieren von Akkumulatorzellen (EZ) eines Akkumulatormoduls (3), wobei
- das Akkumulatormodul (3) eine Vielzahl an Akkumulatorzellen (EZ) aufweist, die in
- 30 Reihe geschaltet sind zwischen einem ersten Anschluss (TPLUS) und einem zweiten Anschluss (TMINUS) des Akkumulatormoduls (3),
- der erste Anschluss (TPLUS) des Akkumulatormoduls (3) mit einem ersten Eingangsanschluss (TE) eines DC/DC-Wandlers (5) und der zweite Anschluss (TMINUS) des Akkumulatormoduls (3) mit einem zweiten Eingangsanschluss (TEg)
- 35 des DC/DC-Wandlers (5) elektrisch leitend verbunden ist,
- zumindest ein Teil der Akkumulatorzellen (EZ) mit zumindest einem ihrer Pole jeweils über eine elektrisch leitende Verbindung (CS), die einen Schalter zur Unterbrechung der Verbindung aufweist, mit einem Ausgang (TA) des

DC/DC-Wandlers (5) verbindbar ist, und die Vorrichtung dazu ausgebildet ist das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 auszuführen.

- 5 7. Akkumulatorsystem (1) mit einem Akkumulatormodul (3), einem DC/DC-Wandler (5) und einer Vorrichtung gemäß dem Anspruch 6, wobei
- das Akkumulatormodul (3) eine Vielzahl an Akkumulatorzellen (EZ) aufweist, die in Reihe geschaltet sind zwischen einem ersten Anschluss (TPLUS) und einem zweiten Anschluss (TMINUS) des Akkumulatormoduls (3),
 - der erste Anschluss (TPLUS) des Akkumulatormoduls (3) mit einem ersten
 - 10 Eingangsanschluss (TE) eines DC/DC-Wandlers (5) und der zweite Anschluss (TMINUS) des Akkumulatormoduls (3) mit einem zweiten Eingangsanschluss (TEg) des DC/DC-Wandlers (5) elektrisch leitend verbunden ist,
 - zumindest ein Teil der Akkumulatorzellen (EZ) mit zumindest einem ihrer Pole jeweils über eine elektrisch leitende Verbindung (CS), die einen Schalter zur
 - 15 Unterbrechung der Verbindung aufweist, mit dem Ausgang (TA) des DC/DC-Wandlers (5) verbindbar sind.

8. Computerprogramm, wobei das Computerprogramm Anweisungen umfasst, die, wenn das Programm von einem Computer ausgeführt wird, den Computer
- 20 veranlassen das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5 durchzuführen.

9. Computerlesbares Speichermedium, auf dem das Computerprogramm nach Anspruch 8 gespeichert ist.

FIG 1

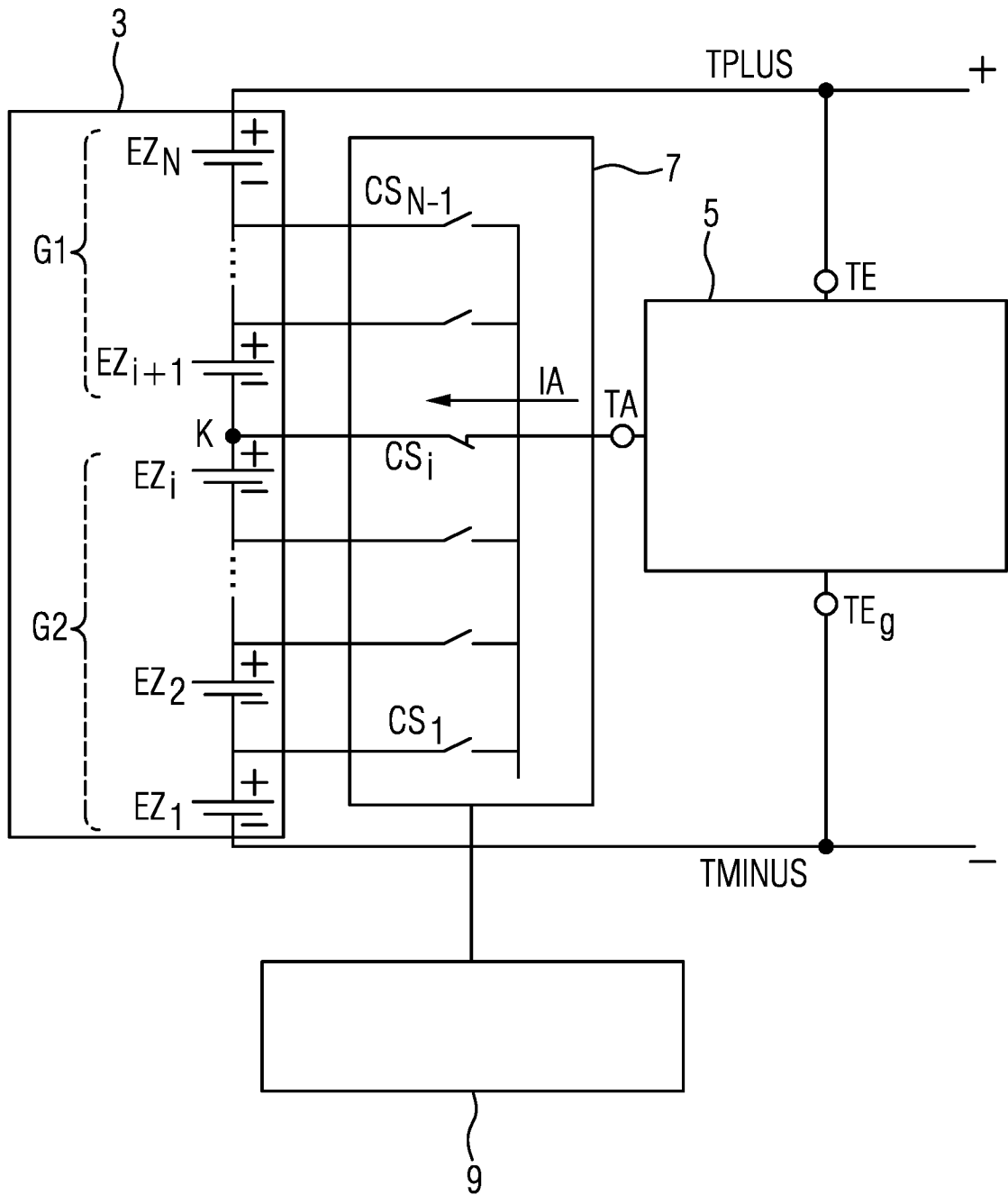


FIG 2

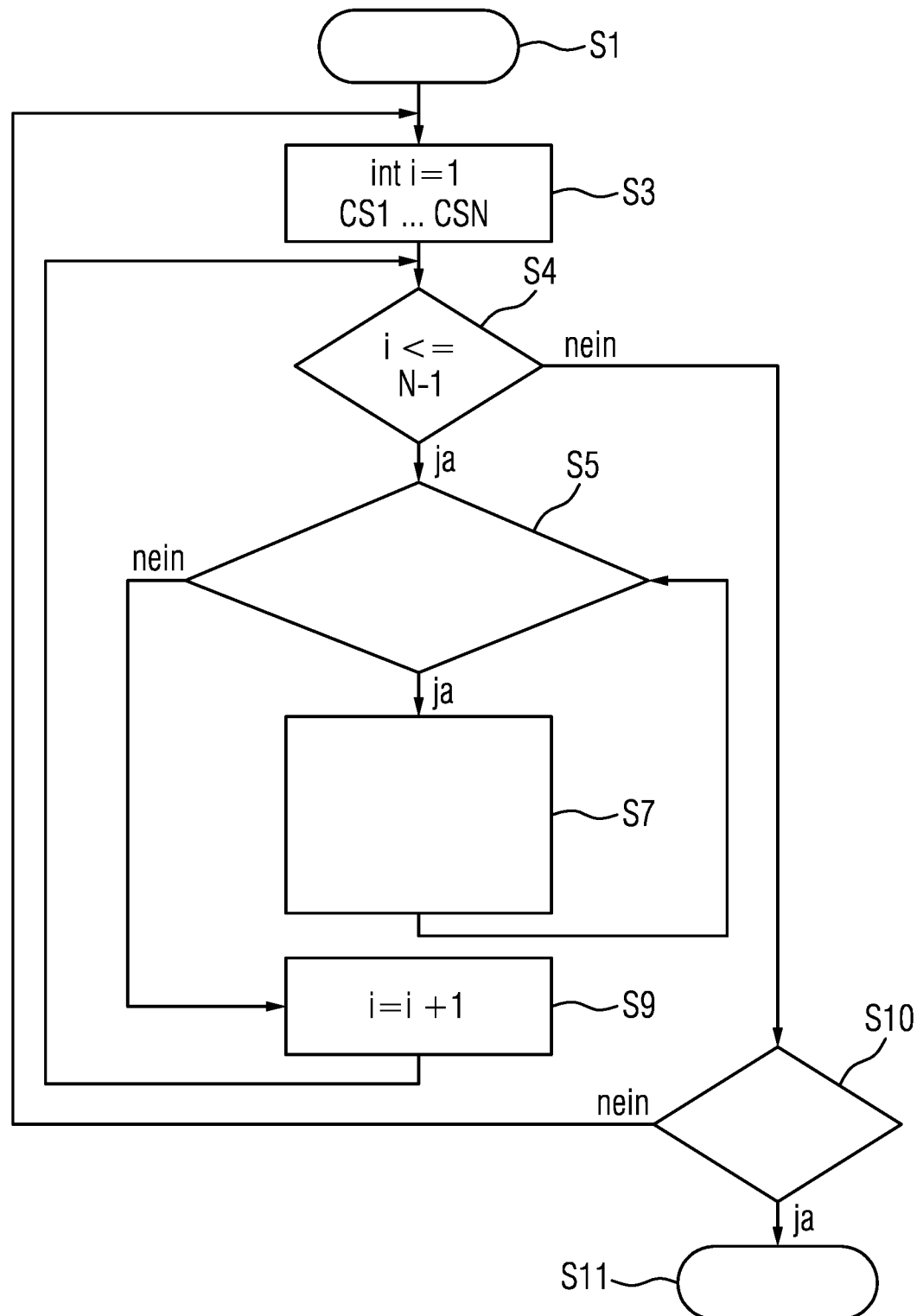


FIG 3a

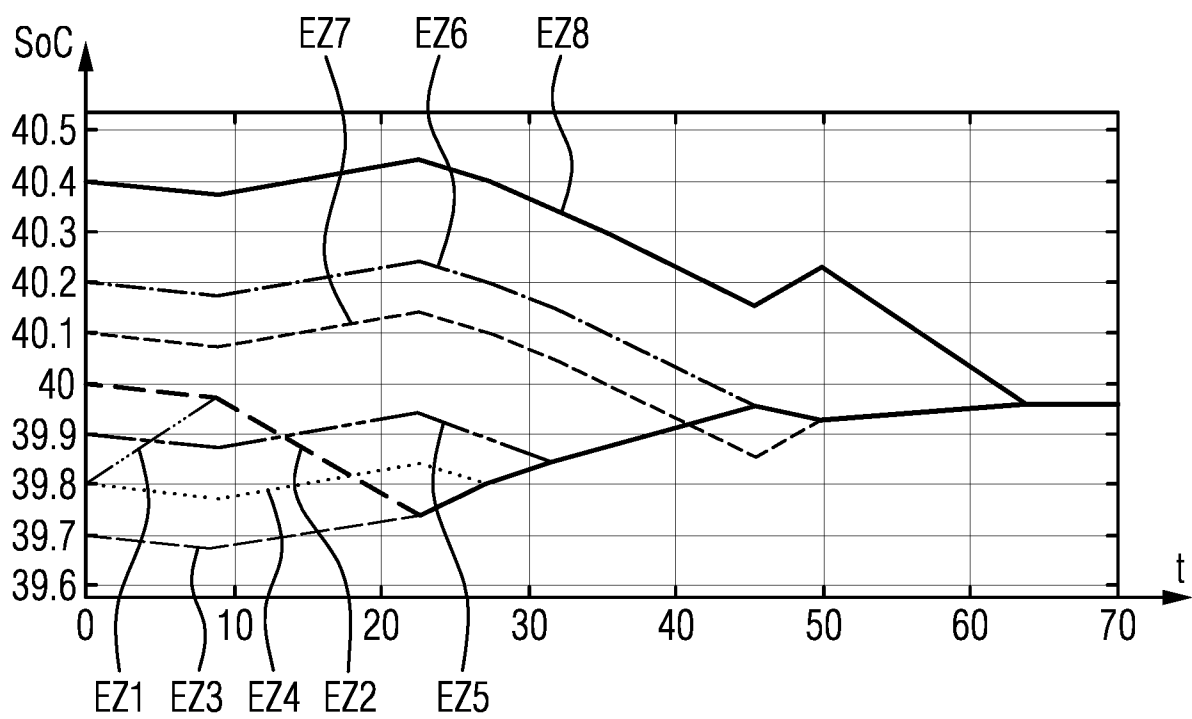


FIG 3b

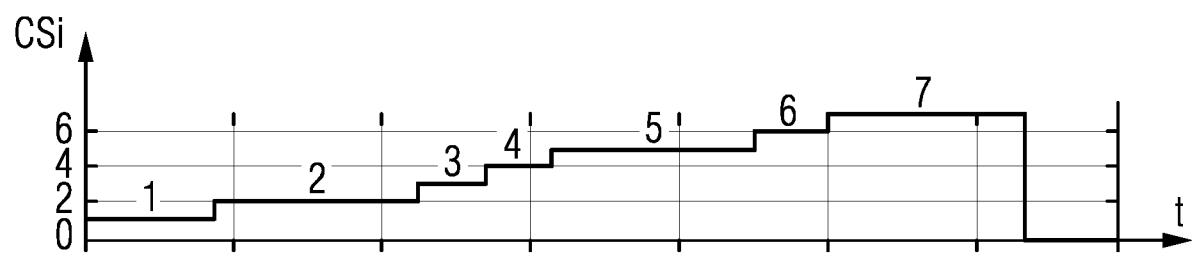


FIG 3c

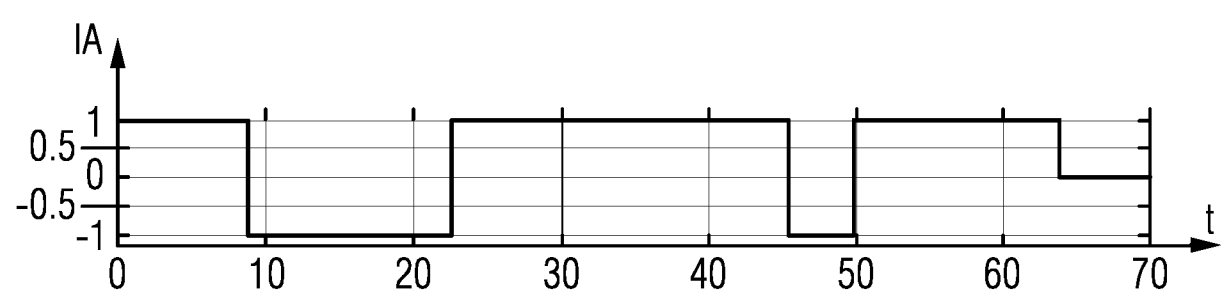


FIG 4a

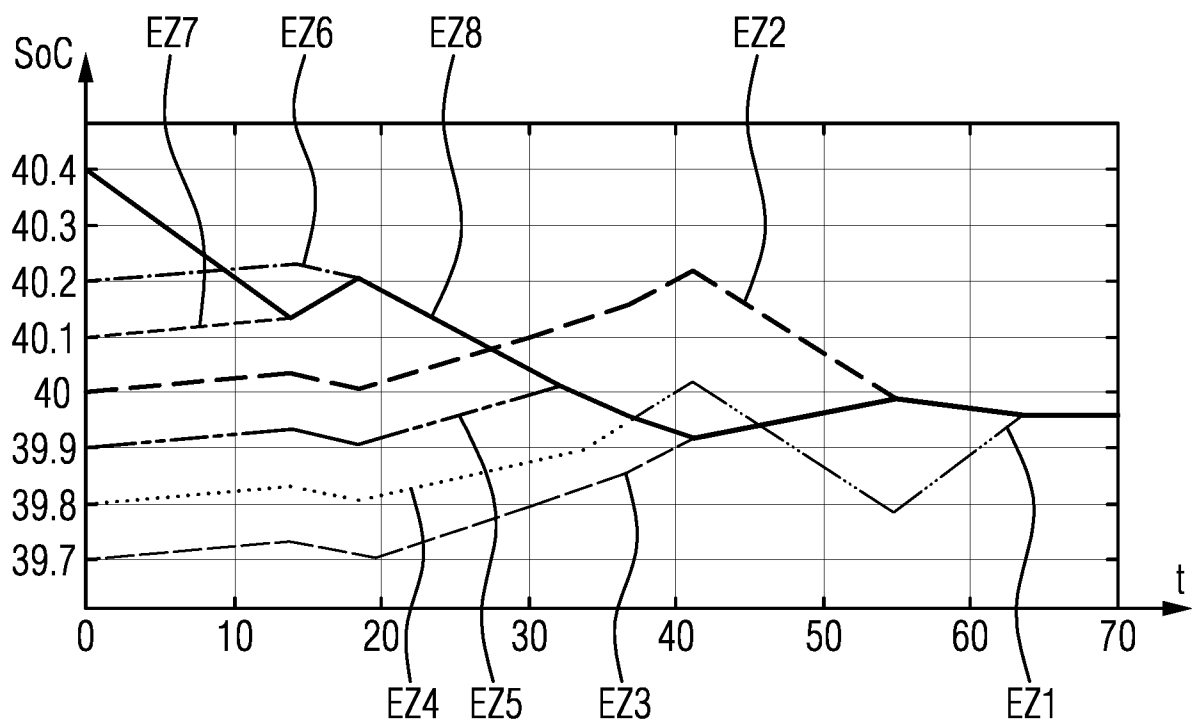


FIG 4b

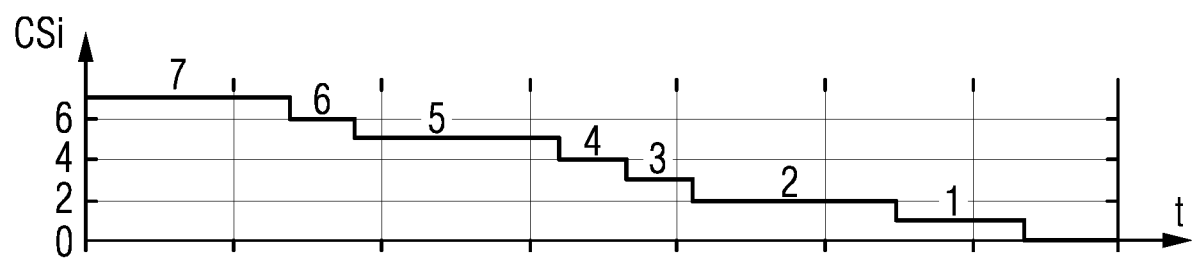


FIG 4c

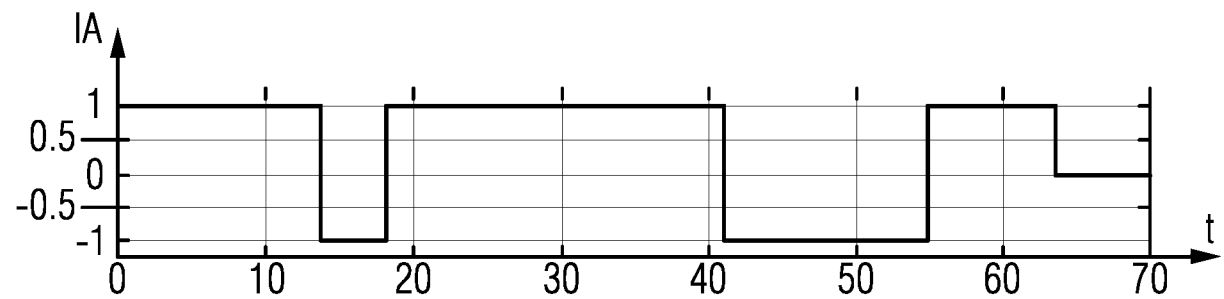


FIG 5a

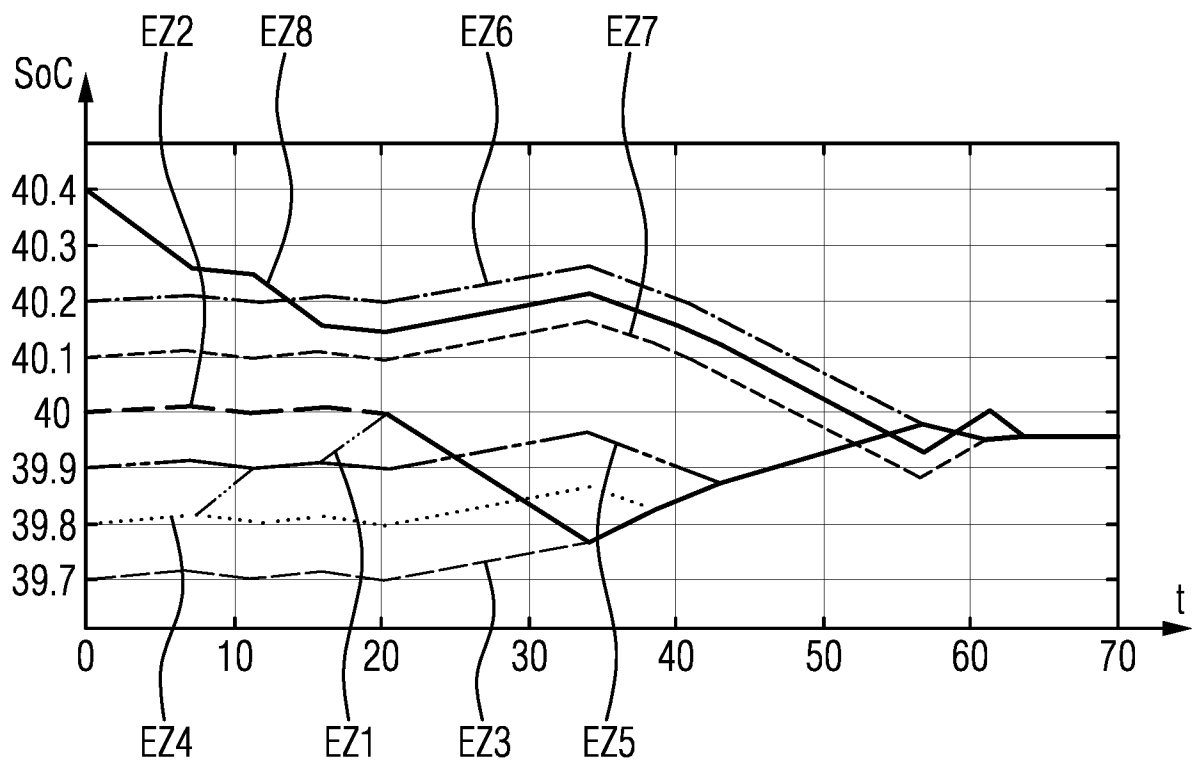


FIG 5b

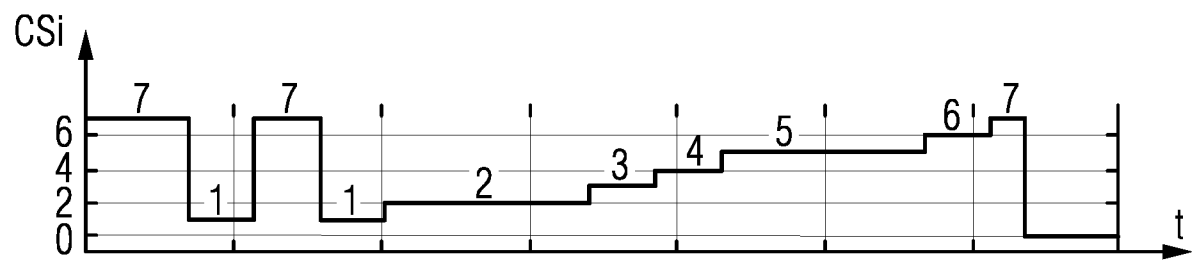
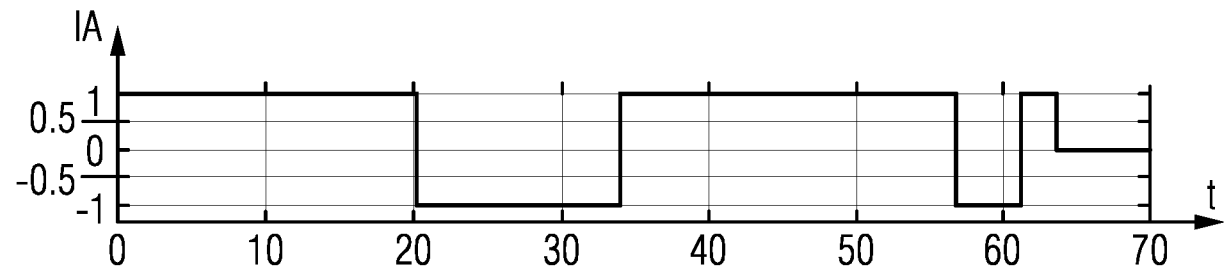


FIG 5c



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2022/080993

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H02J 7/00**(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; H01M

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	CH 715078 A2 (MANUEL RAEHER [CH]) 13 December 2019 (2019-12-13) abstract paragraph [0020]; figure 2	1-9
X	DE 102009016759 A1 (AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT]) 21 October 2010 (2010-10-21) abstract paragraphs [0077] - [0091]; figures 5,6	1-9



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

28 February 2023

Date of mailing of the international search report

09 March 2023

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

Jäschke, Holger

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/080993

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CH	715078	A2	13 December 2019	NONE	
DE	102009016759	A1	21 October 2010	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**INV. H02J7/00****ADD.**

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H02J H01M

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	CH 715 078 A2 (MANUEL RAEER [CH]) 13. Dezember 2019 (2019-12-13) Zusammenfassung Absatz [0020]; Abbildung 2 -----	1-9
X	DE 10 2009 016759 A1 (AUSTRIAMICROSYSTEMS AG [AT]) 21. Oktober 2010 (2010-10-21) Zusammenfassung Absätze [0077] - [0091]; Abbildungen 5, 6 -----	1-9



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

28. Februar 2023

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

09/03/2023

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

Jäschke, Holger

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2022/080993

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 715078	A2	13-12-2019	KEINE

DE 102009016759 A1		21-10-2010	KEINE
