

(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
24. Oktober 2019 (24.10.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/201831 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

C25B 15/02 (2006.01) C25B 9/04 (2006.01)
C25B 1/10 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/059616

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. April 2019 (15.04.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
18168178.4 19. April 2018 (19.04.2018) EP

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

(72) Erfinder: UTZ, Peter; Pickertstr. 2, 90762 Fürth (DE).

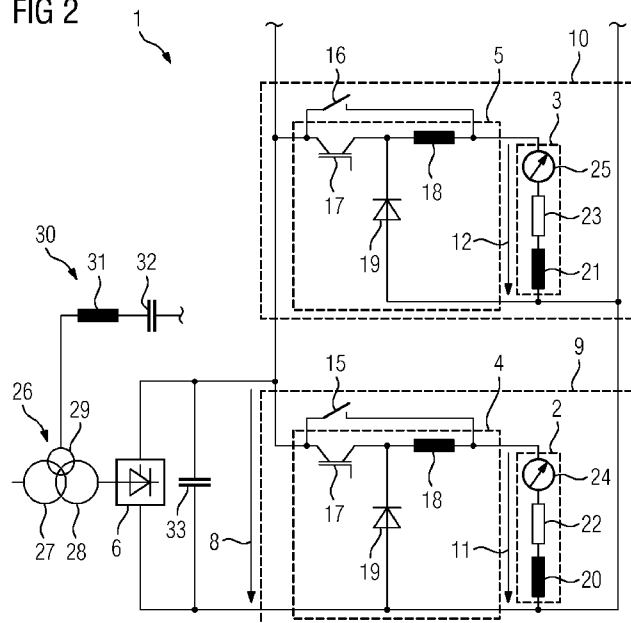
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS,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

(54) Title: CIRCUIT ARRANGEMENT, METHOD FOR OPERATING A CIRCUIT ARRANGEMENT AND ELECTROLYSIS DEVICE

(54) Bezeichnung: SCHALTUNGSANORDNUNG, VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER SCHALTUNGSANORDNUNG UND ELEKTROLYSEEINRICHTUNG

FIG 2



(57) Abstract: The invention relates to a circuit arrangement and to a method for operating the circuit arrangement. The invention particularly relates to a circuit arrangement for the DC power supply of a plurality of parallel electrolyzers (2, 3), the circuit arrangement comprising a rectifier (6) which converts an input-side alternating voltage into an output-side first DC voltage (8), wherein each electrolyser (2, 3) is respectively connected in parallel to the output of the rectifier by means of a down converter (4, 5) converting the first DC voltage (8) into a second DC voltage (11, 12) such that the second DC voltage (11, 12) drops over the electrolyser (2, 3), each of the down converters (4, 5) being controllable and/or regulatable in order to adapt the level of the second direct voltage (11, 12).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2019/201831 A1



RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Schaltungsanordnung und Verfahren zum Betrieb einer Schaltungsanordnung. Schaltungsanordnung zur Gleichstromversorgung mehrerer parallel Elektrolyseure (2, 3), wobei die Schaltungsanordnung einen Gleichrichter (6) umfasst, welcher eine eingangsseitige Wechselspannung in eine ausgangsseitige erste Gleichspannung (8) wandelt, wobei jeder Elektrolyseur (2, 3) jeweils über einen die erste Gleichspannung (8) in eine zweite Gleichspannung (11, 12) wandelnden Abwärtswandler (4, 5) derart parallel zum Ausgang des Gleichrichters (6) geschaltet ist, dass die zweite Gleichspannung (11, 12) über dem Elektrolyseur (2, 3) abfällt, wobei jeder der Abwärtswandler (4, 5) zur Anpassung einer Höhe seiner zweiten Gleichspannung (11, 12) steuerbar und/oder regelbar ist.

Beschreibung

Schaltungsanordnung, Verfahren zum Betrieb einer Schaltungsanordnung und Elektrolyseeinrichtung

5

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zur Gleichstromversorgung mehrerer parallel geschalteter Elektrolyseure. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betrieb einer solchen Schaltungsanordnung sowie eine Elektrolyseeinrichtung.

10

Elektrolysen, also Prozesse, in denen eine chemische Reaktion mit Hilfe von elektrischem Strom hervorgerufen wird, kommen in vielen technischen Gebieten zum Einsatz und dienen beispielsweise der Gewinnung von verschiedenen Stoffen. Beispielsweise können durch die Elektrolyse von Wasser Wasserstoff und Sauerstoff gewonnen werden. Für den Betrieb von Elektrolysevorrichtungen, auch Elektrolysestacks oder Elektrolyseure genannt, ist es, insbesondere bei großtechnischem Maßstab, wünschenswert, wenn diese möglichst energieeffizient und möglichst sicher betrieben werden können.

15

20

25

30

35

Es ist bisher bekannt, dass mehrere Elektrolyseure dazu in Reihe geschaltet werden, wobei die Elektrolyseure jeweils über einen eigenen galvanisch getrennten Kreis aus einem Transformator mit Stufenschalter zur Grobregelung der Elektrolyseure sowie einem Gleichrichter mit Thyristorschaltung zur Feinregelung der Elektrolyseure versorgt werden, was eine sehr aufwändige Umsetzung darstellt. Alternativ dazu ist es zur Reduktion des Schaltungsaufwands auch bekannt, dass die Elektrolyseure parallel geschaltet und aus über einen Gleichrichter betrieben werden, wobei es jedoch zu einer Stromaufteilung nach den Widerstandsverhältnissen der Elektrolyseure und somit zu einem großen Derating sowie der Gefahr eines Betriebes eines oder mehrerer Elektrolyseure außerhalb ihrer sicheren Betriebsbereiche kommen kann.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine verbesserte Schaltungsanordnung zur Gleichstromversorgung mehrerer parallel geschalteter Elektrolyseure anzugeben.

5 Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass die Schaltungsanordnung einen Gleichrichter umfasst, welcher eine eingangsseitige Wechselspannung in eine ausgangsseitige erste Gleichspannung wandelt, wobei jeder Elektrolyseur jeweils über einen die erste Gleichspannung in eine
10 zweite Gleichspannung wandelnden Abwärtswandler derart parallel zum Ausgang des Gleichrichters geschaltet ist, dass die zweite Gleichspannung über dem Elektrolyseur abfällt, wobei jeder der Abwärtswandler zur Anpassung einer Höhe seiner zweiten Gleichspannung steuerbar und/oder regelbar ist.

15

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, dass die parallel geschalteten Elektrolyseure jeweils über einen zwischengeschalteten Abwärtswandler durch die von dem Gleichrichter erzeugte erste Gleichspannung betrieben werden, wobei
20 eine Einstellung der zum Betrieb des Elektrolyseurs eingesetzten zweiten Gleichspannung durch eine Steuerung und/oder eine Regelung der Abwärtswandler ermöglicht wird. Auf diese Weise können alle Elektrolyseure in einem eigenen Arbeitspunkt betrieben werden, welcher auf diese Weise immer in einem
25 sicheren Betriebsbereich (safe operation area) gehalten werden kann.

Die Erfindung verwendet durch den die erste Gleichspannung erzeugenden Gleichrichter vorteilhaft nur eine zentrale Einspeisung des Gleichstroms, was den Aufwand der Schaltung verglichen mit einer Reihenschaltung der Elektrolyseure erheblich verringert. Durch die den erfindungsgemäßen Einsatz der steuerbar und/oder regelbar ausgeführten Abwärtswandler für jeden Elektrolyseur kann jedoch vorteilhaft auch bei der Parallelschaltung der Elektrolyseure eine Anpassung des Stromflusses durch jeden Elektrolyseur vorgenommen werden. Die bei
30 einem Betrieb der Elektrolyseure ohne die Abwärtswandler auftretenden Probleme, wie eine Stromaufteilung nach den Wider-

standsverhältnissen der Elektrolyseure sowie ein sich daraus ergebendes, großes Derating und/oder die Gefahr des Betriebes eines Elektrolyseurs außerhalb seines sicheren Betriebsbereichs, können somit durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung vermieden werden. Durch die Steuerbarkeit und/oder die Regelbarkeit der Abwärtswandler kann ein somit vorteilhaft ein sicherer und effizienterer Betrieb der Schaltungsanordnung und somit der Elektrolyseure insbesondere auch bei sich ändernden Widerstandsverhältnissen der Elektrolyseure erreicht werden. Effekte, welche zu einer Widerstandsveränderung der Elektrolyseure führen können, wie beispielsweise eine Alterung der Elektrolyseure und/oder temperaturbedingte Effekte, können durch die Steuerbarkeit und/oder Regelbarkeit der Elektrolyseure berücksichtigt bzw. kompensiert werden.

Gegenüber einer Reihenschaltung von Elektrolyseuren, welche jeweils über einen eigenen galvanisch getrennten Kreis aus einem Transformator mit Stufenschalter zur Grobregelung sowie einem Gleichrichter mit Thyristorschaltung zur Feinregelung versorgt werden, ergibt sich bei der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung der Vorteil, dass der Gleichrichter durch einen einfachen Stromrichtertransformator ohne Stufenschalter versorgt werden kann. Weiterhin können durch die Verwendung eines einzelnen Transformators anstelle mehrerer kleinerer Transformatoren die Eisenverluste im Transformator reduziert werden. Durch die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung ergibt sich eine besonders kompakte Bauweise der Gleichstromversorgung der Elektrolyseure. Dies hat eine Reduktion des für einen Anschluss bzw. eine Verschienung der Elektrolyseure eingesetzten Materials, beispielsweise Kupfer oder Aluminium, zur Folge.

Zur Steuerung und/oder Regelung der Abwärtswandler kann die Schaltungsanordnung beispielsweise eine Recheneinheit umfassen, welche den Abwärtswandlern verbunden ist.

Für eine Verbesserung der Energieeffizienz der Schaltungsanordnung kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Schal-

tungsanordnung mehrere Schalter umfasst, wobei jeder Abwärtswandler durch jeweils einen Schalter überbrückbar ist. Bei einer Überbrückung eines Abwärtswandlers fällt die erste Gleichspannung komplett über dem mit dem überbrückten Abwärtswandler verbundenen Elektrolyseur ab. Bei überbrückten Abwärtswandlern entspricht also die zweite Gleichspannung der ersten Gleichspannung. Ein Betrieb des Abwärtswandlers derart, dass die zweite Gleichspannung, also die Ausgangsspannung des Abwärtswandlers, möglichst gleichgroß ist wie die erste Gleichspannung, also die Eingangsspannung des Abwärtswandlers, kann durch die Überbrückung des Abwärtswandlers ersetzt werden, so dass die Verluste, welche bei einem derartigen Betrieb des Abwärtswandlers entstehen würden, vermieden werden können. Vorteilhaft können so für einen besonders energieeffizienten Betrieb der erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung nur die Elektrolyseure mit den geringsten Widerständen über den Abwärtswandler versorgt werden, wohingegen die anderen direkt über die erste Gleichspannung versorgt werden. Die Ansteuerung der Schalter kann beispielsweise durch eine Recheneinrichtung der Schaltungsanordnung erfolgen, wobei die Recheneinrichtung insbesondere auch zur Steuerung und/oder Regelung der Abwärtswandler ausgebildet sein kann.

Für die Abwärtswandler kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass jeder Abwärtswandler wenigstens eine Speicherdrossel und wenigstens einen Transistor umfasst, welche in Reihe zu dem mit dem Abwärtswandler verbundenen Elektrolyseur geschaltet sind. Weiterhin kann der Abwärtswandler eine Diode umfassen, welche parallel zu dem mit dem Abwärtswandler verbundenen Elektrolyseur geschaltet ist. Der Transistor des Abwärtswandlers wirkt dabei als Schalter, wobei durch eine Ansteuerung des Transistors eine Steuerung und/oder eine Regelung der Ausgangsspannung des Abwärtswandlers, also seiner zweiten Gleichspannung, erfolgen kann. Beispielsweise kann eine Steuerung und/oder eine Regelung der Ausgangsspannung mittels Pulsweitenmodulation erfolgen, wobei die Ausgangsspannung vom Tastgrad, mithin also von einem Verhältnis zwischen leitendem

und sperrendem Zustand des Transistors innerhalb eines Zeitintervalls, abhängig ist. Jeder Abwärtswandler umfasst einen eigenen Transistor, so dass die von jedem Abwärtswandler zur Versorgung des Elektrolyseurs bereitgestellte zweite Gleichspannung individuell einstellbar und somit auch individuell steuerbar und/oder regelbar ist.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Gleichrichter zur Anpassung einer Höhe der ersten Gleichspannung steuerbar und/oder regelbar ist. Durch eine Steuerung und/oder Regelung des Gleichrichters kann die Höhe der von ihm erzeugten ersten Gleichspannung angepasst werden. Da die erste Gleichspannung die Eingangsspannung der parallel geschalteten Abwärtswandler darstellt, führt eine Änderung der ersten Gleichspannung auch zu einer Änderung der zweiten Gleichspannung. Eine gleichzeitige Regelbarkeit oder Steuerbarkeit von Gleichrichter und Abwärtswandlern bietet den Vorteil, dass beispielsweise die Speicherdrosseln der Abwärtswandler mit einer geringeren Baugröße ausgeführt sein können, da aufgrund der Steuerbarkeit bzw. Regelbarkeit des Gleichrichters die erste Gleichspannung zumindest innerhalb eines gewissen Spannungsbereichs regelbar ist, sodass die Abwärtswandler ebenfalls nur innerhalb eines geringeren Spannungsbereichs regelbar sein müssen, ohne dass es insgesamt zu einer Einschränkung des zur Verfügung stehenden Spannungsbereichs bei einer Anpassung der zweiten Gleichspannung kommt. Insbesondere ist es möglich, dass durch eine Steuerung oder Regelung des Gleichrichters eine gröbere, alle Elektrolyseure betreffende Anpassung der ersten Gleichspannung erfolgen kann und durch eine Steuerung und/oder Regelung der Abwärtswandler eine feinere Anpassung der jeweils einen der Elektrolyseure speisenden zweiten Gleichspannungen erfolgen kann.

Der Einsatz eines regelbaren Gleichrichters bietet weiterhin den Vorteil, dass der Gleichrichter an einen einfachen Stromrichtertransformator angeschlossen werden kann und kein re-

gelbarer Transformator, beispielsweise ein Transformator mit Stufenschalter, verwendet werden muss.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass der Gleichrichter
5 einen Thyristorsatz umfasst. Der Thyristorsatz des Gleichrichters erlaubt dabei die Regelung der von dem Gleichrichter erzeugten ersten Gleichspannung zumindest in einer gewissen Größenordnung. Bei einem Gleichrichter mit Thyristorsatz kann die von dem Gleichrichter erzeugte erste Gleichspannung bei-
10 spielsweise über den Zündzeitpunkt der Thyristoren des Thyristorensatzes geregelt werden.

In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass die Schaltungsanordnung einen Kondensator umfasst, wel-
15 cher parallel zum Ausgang des Gleichrichters geschaltet ist. Durch diesen Kondensator kann die Energie, welche dem Gleichspannungswandler entnommen werden kann, gepuffert werden. Der Kondensator wirkt somit stabilisierend auf die erste Gleichspannung, was sich vorteilhaft auf eine Steuerung bzw. Rege-
20 lung des Gleichrichters und/oder der Abwärtswandler auswirkt.

Zum Betrieb des Gleichrichters kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass der Gleichrichter eingangsseitig mit einer Sekundärwicklung eines Transformators verbunden ist, welche ei-
25 ne an einer Primärwicklung des Transformators anliegende erste Wechselspannung in eine an der Sekundärwicklung anliegende zweite Wechselspannung wandelt. Dabei stellt die zweite Wechselspannung die eingangsseitige Wechselspannung des Gleichrichters dar. Sowohl die erste Wechselspannung als auch die
30 zweite Wechselspannung können eine Hochspannung sein. Beispielsweise ist es möglich, dass eine erste Wechselspannung in einem Spannungsbereich zwischen 6 kV bis 100 kV eingesetzt wird. Die zweite Wechselspannung kann beispielsweise zwischen 100 V und 1 kV betragen. Abhängig von der Ausgestaltung des
35 Transformators und/oder von den Erfordernissen des Gleichrichters ist es selbstverständlich auch möglich, eine erste Wechselspannung und eine zweite Wechselspannung in anderen Spannungsbereichen einzusetzen.

Weiterhin kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass der Transformator eine Tertiärwicklung umfasst, welche mit einem passiven Filter verbunden ist. Der passive Filter kann dabei
5 beispielsweise wenigstens eine Spule und/oder wenigstens einen Kondensator umfassen und derart angepasst sein, dass wenigstens eine Oberschwingung des Gleichrichters gefiltert wird. Die wenigstens eine Oberschwingung des Gleichrichters kann sich beispielsweise aus einer Ansteuerfrequenz ergeben,
10 mit der eine oder mehrere schaltbare Komponenten des Gleichrichters angesteuert werden.

Für eine erfindungsgemäße Elektrolyseeinrichtung ist vorgesehen, dass diese wenigstens eine erfindungsgemäße Schaltungs-
15 anordnung sowie mehrere Elektrolyseure umfasst, wobei die Elektrolyseure jeweils wenigstens eine Protonen-Austausch-Membran umfassen. Dabei kann es sich insbesondere um Protonen-Austausch-Membranen zur Erzeugung von Wasserstoff durch die Elektrolyse von Wasser, insbesondere von deionisiertem
20 und/oder destilliertem Wasser, handeln. Die Elektrolyseure können insbesondere auch als mehrere Protonen-Austausch-Membranen umfassende Elektrolysestacks ausgeführt werden. Die Elektrolyseeinrichtung kann, abhängig von der Leistungsfähigkeit des Gleichrichters bzw. abhängig von einer maximal über
25 den Gleichrichter zu beziehenden Stromstärke, eine beliebige Anzahl von parallel geschalteten Elektrolyseuren umfassen.

Für ein erfindungsgemäßes Verfahren zum Betrieb einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung ist vorgesehen, dass die
30 zweiten Gleichspannungen in Abhängigkeit einer von wenigstens einem der Elektrolyseure durch Elektrolyse erzeugten Stoffmenge und/oder von einem Arbeitspunkt wenigstens eines der Elektrolyseure gesteuert und/oder geregelt werden. Eine Regelung und/oder Steuerung der zweiten Gleichspannungen erfolgt
35 dabei, wie bereits für die Schaltungsanordnung beschrieben, durch eine Regelung und/oder Steuerung des jeweiligen Abwärtswandlers. Die Regelung der zweiten Gleichspannungen kann beispielsweise in Abhängigkeit einer von allen oder einer von

wenigstens einem der Elektrolyseure erzeugten Stoffmenge erfolgen. Im Falle einer Wasserelektrolyse kann es sich bei der Stoffmenge beispielsweise um die von dem oder den Elektrolyseuren erzeugte Wasserstoffmenge handeln. Zusätzlich oder alternativ dazu ist es möglich, dass die Regelung der zweiten Gleichspannungen in Abhängigkeit eines Arbeitspunktes wenigstens eines der Elektrolyseure erfolgt. Der Arbeitspunkt kann beispielsweise durch den Widerstand des Elektrolyseurs und/oder durch einen Stromfluss durch den Elektrolyseur bestimmt werden. Der Stromfluss durch den Elektrolyseur hängt dabei von seinem Widerstand sowie von der Höhe der über dem Elektrolyseur abfallenden zweiten Gleichspannung ab.

Weiterhin kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die Schaltungsanordnung mehrere Schalter umfasst, wobei jeder Abwärtswandler durch jeweils einen Schalter überbrückbar ist, wobei die Schalter in Abhängigkeit einer von wenigstens einem der Elektrolyseure durch Elektrolyse erzeugten Stoffmenge und/oder von einem Arbeitspunkt wenigstens eines der Elektrolyseure angesteuert werden. Die Ansteuerung der Schalter kann dabei als Teil der Regelung der zweiten Gleichspannung erfolgen, wobei das Schließen eines Schalters ein Überbrücken des jeweiligen Abwärtswandlers ermöglicht. Bei einem überbrückten Abwärtswandler entspricht die über dem dem Abwärtswandler zugeordneten Elektrolyseur abfallende zweite Gleichspannung der von dem Gleichrichter erzeugten ersten Gleichspannung. Dies ermöglicht es, dass nur die Elektrolyseure mit dem geringsten Widerstand durch den Abwärtswandler versorgt werden, wohingegen die weiteren Elektrolyseure direkt von dem Gleichrichter über die erste Gleichspannung versorgt werden. Zur Ansteuerung der Schalter kann vorgesehen sein, dass die Schaltungsanordnung eine Recheneinrichtung umfasst, durch welche die Schalter ansteuerbar sind. Weiterhin kann durch die Recheneinrichtung beispielsweise über geeignete Messmittel auch eine Stoffmenge und/oder ein Widerstand eines oder mehrerer Elektrolyseure bzw. ein Stromfluss durch einen oder mehrere Elektrolyseure bestimmt werden und auf Grundlage dieser Grö-

Ben eine Steuerung und/oder Regelung der Abwärtswandler erfolgen.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass der Gleichrichter zur Anpassung einer Höhe der ersten Gleichspannung gesteuert und/oder geregelt wird. Insbesondere ist es möglich, dass durch eine Steuerung oder Regelung des Gleichrichters eine gröbere, alle Elektrolyseure betreffende Anpassung der ersten Gleichspannung erfolgen kann und durch eine Steuerung und/oder Regelung der Abwärtswandler eine feinere Anpassung der jeweils einen der Elektrolyseure speisenden zweiten Gleichspannungen erfolgen kann. Selbstverständlich kann auch die Steuerung und/oder die Regelung des Gleichrichters in Abhängigkeit einer von allen oder einer von wenigstens einem der Elektrolyseure erzeugten Stoffmenge und/oder in Abhängigkeit eines Arbeitspunktes wenigstens eines der Elektrolyseure erfolgen.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

- Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung, und
- Fig. 2 einen schematischen Schaltplan einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung.

In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung 1 abgebildet. Die Schaltungsanordnung 1 dient zur Gleichstromversorgung mehrerer parallel geschalteter Elektrolyseure 2, 3, wobei die Elektrolyseure 2, 3 jeweils über einen Abwärtswandler 4, 5 parallel zum Ausgang eines Gleichrichters 6 geschaltet sind. Der Gleichrichter 6 wandelt eine eingangsseitig anliegende Wechselspannung 7 in eine erste Gleichspannung 8 um. Diese erste Gleichspannung 8 fällt über den jeweils einen der Elektrolyseure 2, 3 sowie einen der Abwärtswandler 4, 5 umfassenden Zweigen 9, 10 ab.

Die erste Gleichspannung 8 wird durch den Abwärtswandler 4 in die zweite Gleichspannung 11 umgewandelt, welche über dem Elektrolyseur 2 abfällt. Entsprechend wird die erste Gleichspannung 8 ebenfalls durch den zweiten Abwärtswandler 5 in die zweite Gleichspannung 12 umgewandelt, welche über dem Elektrolyseur 3 abfällt. Zusätzlich zu den beiden dargestellten Elektrolyseuren 2, 3 kann die Schaltungsanordnung selbstverständlich auch zur Gleichspannungsversorgung weiterer Elektrolyseure dienen, welche entsprechend ebenfalls über jeweils einen Abwärtswandler als weiterer Zweig parallel zum Ausgang des Gleichrichters 6 geschaltet werden.

Um die Elektrolyseure 2, 3 in einem gewünschten Arbeitspunkt, welcher beispielsweise innerhalb eines sicheren Betriebsbereiches liegt, betreiben zu können, sind die Abwärtswandler 4, 5 zur Anpassung einer Höhe der zweiten Gleichspannung 11 bzw. 12 steuerbar und/oder regelbar. Zusätzlich dazu kann auch der Gleichrichter 6 zur Anpassung einer Höhe der ersten Gleichspannung 8 steuerbar und/oder regelbar sein. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass sowohl der Gleichrichter 6 als auch die Abwärtswandler 4, 5 sowie gegebenenfalls vorhandene weitere Abwärtswandler weiterer Zweige steuerbar oder regelbar sind. Zur Steuerung bzw. Regelung des Gleichrichters 6 und/oder der Abwärtswandler 4, 5 kann die Schaltungsanordnung 1 beispielsweise eine Recheneinrichtung 13 umfassen, über welche der Gleichrichter 6 und/oder die Abwärtswandler 4, 5 angesteuert bzw. geregelt werden können. Die Recheneinrichtung 13 kann dazu mit einer oder mehreren Messmittel (hier nicht dargestellt) verbunden sein, über welche beispielsweise eine von einem der Elektrolyseure 2, 3 erzeugte Stoffmenge, ein jeweiliger Widerstand eines oder mehrerer der Elektrolyseure 2, 3 und/oder ein jeweiliger Stromfluss durch einen oder mehrere der Elektrolyseure 2, 3 gemessen werden kann. Die Steuerung und/oder Regelung des Gleichrichters 6 zur Anpassung der Höhe der ersten Gleichspannung 8 bzw. eine Steuerung oder Regelung der Abwärtswandler 4, 5 zur Anpassung der Höhe der zweiten Gleichspannungen 11, 12 kann dabei beispielsweise in Abhängigkeit der bestimmten Stoffmenge

und/oder in Abhängigkeit des jeweiligen Widerstandes der Elektrolyseure 2, 3 und/oder des jeweiligen Stromflusses durch die Elektrolyseure 2, 3 erfolgen. Dies gilt entsprechend auch für weitere Elektrolyseure sowie weitere Abwärtswandler, welche zusätzlich zu den Zweigen 9, 10 vorhanden sein können. Die Abwärtswandler 4, 5 sowie gegebenenfalls vorhandene, weitere Abwärtswandler sind Bestandteil der Schaltungsanordnung 1, an die die Elektrolyseure 2, 3 sowie gegebenenfalls vorhandene, weitere Elektrolyseure angeschlossen werden können. Eine erfindungsgemäße Elektrolyseeinrichtung 14 umfasst zusätzlich zu der Schaltungsanordnung 1 auch alle mit ihr verbundenen Elektrolyseure. Diese können beispielsweise jeweils wenigstens eine Protonen-Austausch-Membran umfassen, wobei die Protonen-Austausch-Membran insbesondere zur Erzeugung von Wasserstoff durch die Elektrolyse von deionisiertem und/oder destilliertem Wasser ausgebildet ist.

In Fig. 2 ist ein schematisches Schaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung 1 dargestellt. Der Zweig 9 umfasst entsprechend der Abbildung in Fig. 1 den Elektrolyseur 2 sowie den Abwärtswandler 4. Weiterhin umfasst der Zweig 9 in diesem Ausführungsbeispiel einen Schalter 15 der Schaltungsanordnung 1, mit dem der Gleichspannungswandler 4 überbrückt werden kann. Der Zweig 10 umfasst entsprechend den Elektrolyseur 3 sowie den Abwärtswandler 5 und den Schalter 16 der Schaltungsanordnung 1.

Die Abwärtswandler 4, 5 umfassen jeweils einen Transistor 17, eine Speicherdrossel 18 sowie eine Diode 19. Die Transistoren 17 sowie die Speicherdrosseln 18 sind dabei jeweils in Reihe zu dem jeweils über den Abwärtswandler versorgten Elektrolyseur 2 bzw. 3 angeordnet. Die Dioden 19 sind entsprechend jeweils parallel zu dem jeweiligen Elektrolyseur 2, 3 geschaltet. Über den Transistor 17 kann die jeweils von dem Abwärtswandler 4 bzw. 5 bereitgestellte, über dem Elektrolyseur 2 bzw. 3 abfallende zweite Gleichspannung 11, 12 in ihrer Höhe geregelt werden. Dazu können die Transistoren 17 beispiels-

weise mit der Recheneinrichtung 13 (hier nicht dargestellt) verbunden sein, wobei die entsprechende Ansteuerung zur Regelung und/oder Steuerung der Abwärtswandler 4, 5 über die Recheneinrichtung 13 erfolgt. Weiterhin ist es möglich, dass
5 die Schalter 15, 16, insbesondere ebenfalls über die Recheneinrichtung 13, ansteuerbar sind, so dass bei geschlossenem Schalter 15, 16 die Abwärtswandler 4, 5 überbrückt werden. Bei überbrücktem Abwärtswandler 4, 5, also bei geschlossenem Schalter 15, 16, fällt die von dem Gleichrichter 6 erzeugte
10 erste Gleichspannung 8 direkt über dem Elektrolyseur 2 bzw. 3 ab, die Elektrolyseure werden also aus einem Zwischenkreis der ersten Gleichspannung 8 versorgt.

Der Gleichrichter 6 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel einen Thyristorsatz, so dass durch eine Ansteuerung des Gleichrichters 6 die Höhe der ersten Gleichspannung 8 angepasst werden kann. Zur Stabilisierung der vom Gleichrichter 6 erzeugten ersten Gleichspannung 8 ist weiterhin ein Kondensator
15 33 vorgesehen, welcher parallel zum Ausgang des Gleichrichters 6 geschaltet ist. Durch die Möglichkeit, bereits durch eine Anpassung der Höhe der ersten Gleichspannung 8 Einfluss auf die Höhe der zweiten Gleichspannungen 11, 12 nehmen zu können, kann die Größe der Speicherdrosseln 18 in den Abwärtswandlern 4, 5 gering gehalten werden.

25 Die an die Schaltungsanordnung 1 angeschlossenen Elektrolyseure 2, 3 umfassen beispielsweise eine Protonen-Austausch-Membran, von denen in Fig. 2 als Ersatzschaltbild jeweils eine Induktivität 20, 21 sowie ein Widerstand 22, 23 dargestellt ist. Die Elektrolyseure 2, 3 werden über die von der Schaltungsanordnung 1 bereitgestellten zweiten Gleichspannungen 11, 12 gespeist und dienen der Erzeugung eines oder mehrerer Stoffe durch Elektrolyse. Den Elektrolyseuren 2, 3 kann jeweils ein Messmittel 24, 25 zugeordnet werden, über welches
30 beispielweise der Stromfluss durch den jeweiligen Elektrolyseur 2, 3 gemessen werden kann. Abhängig von dem durch die Messmittel 24, 25 gemessenen Stromfluss kann eine Steue-

rung und/oder Regelung des Gleichrichters 6 und/oder der Abwärtswandler 4, 5 vorgenommen werden.

In diesem Ausführungsbeispiel ergibt sich eine Regelbarkeit
5 des Gleichrichters 6 beispielsweise durch die Wahl eines
Zündzeitpunkts der Thyristoren des Thyristorensatzes des
Gleichrichters 6. Eine Anpassung der von den Abwärtswandlern
4, 5 erzeugten zweiten Gleichspannungen 11, 12 kann zusätz-
10 lich durch ein Ansteuern der Transistoren 17, beispielsweise
durch Pulsweitenmodulation, erfolgen. Zusätzlich oder alter-
nativ zu einer Strommessung können die Messmittel 24, 25 auch
die über dem jeweiligen Elektrolyseur 2, 3 abfallende Span-
nung und/oder seinen Widerstand bestimmen, wobei eine Rege-
lung des Gleichrichters 6 und/oder der Abwärtswandler 4, 5
15 zusätzlich oder alternativ auch in Abhängigkeit einer dieser
Größen erfolgen kann. Im Betrieb kann es zu einer Veränderung
der Widerstände 22, 23 der Elektrolyseure 2, 3 kommen. Grund
für eine solche Widerstandsänderung können beispielsweise Al-
terungseffekte des Elektrolyseurs 2, 3 und/oder Temperaturver-
20 änderungen oder Ähnliches sein. Durch den erfindungsgemäß
vorgesehenen Betrieb der Schaltungsanordnung 1 können solche
Effekte durch eine Anpassung der Höhe der ersten Gleichspan-
nung 8 durch eine Steuerung und/oder Regelung des Gleichrich-
ters 6 und/oder durch eine Anpassung der Höhe der zweiten
25 Gleichspannung 11, 12 durch eine Steuerung und/oder Regelung
der Abwärtswandlern 4, 5 kompensiert werden.

Die Stromversorgung des Gleichrichters 6 erfolgt in diesem
Ausführungsbeispiel über einen Transformator 26, welcher eine
30 an einer Primärwicklung 27 anliegende erste Wechselspannung
in einer an einer Sekundärwicklung 28 anliegende zweite Wech-
selspannung umwandelt. Sowohl bei der ersten Wechselspannung
als auch bei der zweiten Wechselspannung kann es sich um eine
Hochspannung handeln. Es ist beispielsweise möglich, dass an
35 der Primärwicklung eine erste Wechselspannung in einem Be-
reich zwischen 6 kV und 100 kV anliegt, welche zu einer an
der Sekundärwicklung 28 anliegenden zweiten Wechselspannung
in einem Spannungsbereich zwischen 100 V und 1 kV transfor-

miert wird. Der Transformator 26 umfasst weiterhin eine Tertiärwicklung 29, an die ein passiver Filter 30 angeschlossen ist. Der passive Filter 30 umfasst eine Induktivität 31 sowie eine Kapazität 32. Der Filter 30 kann derart angepasst sein, 5 dass er wenigstens eine von dem Gleichrichter 6 erzeugte Oberschwingung, welche beispielsweise durch das Schalten des Thyristorsatzes und/oder einer oder mehrerer anderer schaltbarer Komponenten des Gleichrichters 6 erzeugt wird, abdämpft. Eine derartige Abdämpfung durch den Filter 30 wirkt 10 sich vorteilhaft auf die Steuerung und/oder Regelung der ersten Gleichspannung 8 oder der zweiten Gleichspannungen 11, 12 aus.

Die Elektrolyseure 2, 3 können beispielsweise zur Erzeugung 15 von Wasserstoff durch eine Wasserelektrolyse eingesetzt werden. Es sind jedoch auch andere Einsatzzwecke, wie beispielsweise bei einer Chloralkalielektrolyse, denkbar.

Eine weitere Möglichkeit zur Steuerung und/oder Regelung der 20 ersten Gleichspannung 8 und/oder der zweiten Gleichspannungen 11, 12 ergibt sich bei einer Regelung auf einen jeweiligen Arbeitspunkt der Elektrolyseure 2, 3. Dieser Arbeitspunkt kann beispielsweise von der durch die Elektrolyse zu erzeugenden Stoffmenge abhängig sein. In diesem Fall können zusätzliche Messmittel vorgesehen sein (hier nicht darge- 25 stellt), welche eine aktuell über die jeweiligen Elektrolyseure 2, 3 erzeugte Stoffmenge messen, wobei anschließend beispielsweise über die Recheneinrichtung 13 eine Steuerung und/oder Regelung des Gleichrichters 6 und/oder der Abwärts- 30 wandler 4, 5 erfolgen kann.

Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus 35 abgeleitet werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Schaltungsanordnung zur Gleichstromversorgung mehrerer parallel geschalteter Elektrolyseure (2, 3), wobei die Schaltungsanordnung einen Gleichrichter (6) umfasst, welcher eine eingangsseitige Wechselspannung in eine ausgangsseitige erste Gleichspannung (8) wandelt, wobei jeder Elektrolyseur (2, 3) jeweils über einen die erste Gleichspannung (8) in eine zweite Gleichspannung (11, 12) wandelnden Abwärtswandler (4, 5) derart parallel zum Ausgang des Gleichrichters (6) geschaltet ist, dass die zweite Gleichspannung (11, 12) über dem Elektrolyseur (2, 3) abfällt, wobei jeder der Abwärtswandler (4, 5) zur Anpassung einer Höhe seiner zweiten Gleichspannung (11, 12) steuerbar und/oder regelbar ist.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (1) mehrere Schalter (15, 16) umfasst, wobei jeder Abwärtswandler (4, 5) durch jeweils einen Schalter (15, 16) überbrückbar ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Abwärtswandler (4, 5) wenigstens eine Speicherdrossel (18) und wenigstens einen Transistor (17) umfasst, welche in Reihe zu dem mit dem Abwärtswandler (4, 5) verbundenen Elektrolyseur (2, 3) geschaltet sind.
4. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichrichter (6) zur Anpassung einer Höhe der ersten Gleichspannung (8) steuerbar und/oder regelbar ist.
5. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichrichter (6) einen Thyristorsatz umfasst.
6. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (1)

einen Kondensator (33) umfasst, welcher parallel zum Ausgang des Gleichrichters (6) geschaltet ist.

7. Schaltungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichrichter (6) ein-
5 gangsseitig mit einer Sekundärwicklung (28) eines Transformators (26) verbunden ist, welche eine an einer Primärwicklung (27) des Transformators (26) anliegende erste Wechselspannung in eine an der Sekundärwicklung (28) anliegende zweite Wechsel-
10 spannung (11, 12) wandelt.

8. Schaltungsanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Transformator (26) eine Tertiärwicklung (29) umfasst, welche mit einem passiven Filter (30) verbunden ist.
15

9. Elektrolyseeinrichtung, umfassend wenigstens eine Schaltungsanordnung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche sowie mehrere Elektrolyseure (2, 3), wobei die Elektrolyseure (2, 3) jeweils wenigstens eine Protonen-Austausch-Membran um-
20 fassen.

10. Verfahren zum Betrieb einer Schaltungsanordnung (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die erste Gleichspannung (8) und/oder die zweiten Gleichspannungen (11, 12)
25 in Abhängigkeit einer von wenigstens einem der Elektrolyseure (2, 3) durch Elektrolyse erzeugten Stoffmenge und/oder von einem Arbeitspunkt wenigstens eines der Elektrolyseure (2, 3) gesteuert und/oder geregelt werden.

30 11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltungsanordnung (1) mehrere Schalter (15, 16) umfasst, wobei jeder Abwärtswandler (4, 5) durch jeweils einen Schalter (15, 16) überbrückbar ist, wobei die Schalter (15, 16) in Abhängigkeit einer von wenigstens einem der Elektroly-
35 seure (2, 3) durch Elektrolyse erzeugten Stoffmenge und/oder von einem Arbeitspunkt wenigstens eines der Elektrolyseure (2, 3) angesteuert werden.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Gleichrichter (6) zur Anpassung einer Höhe der ersten Gleichspannung (8) gesteuert und/oder geregelt wird.

FIG 1

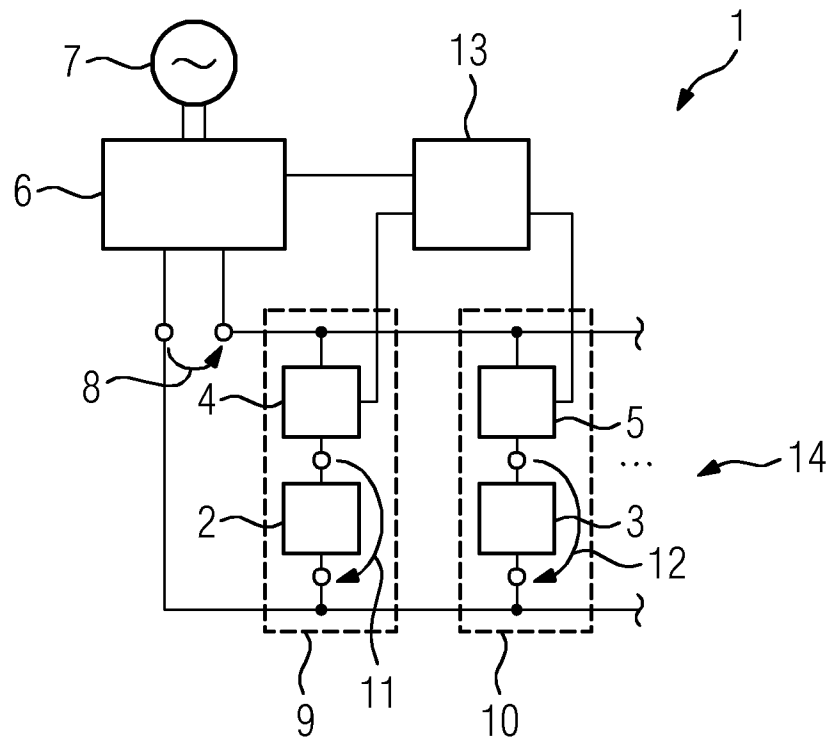
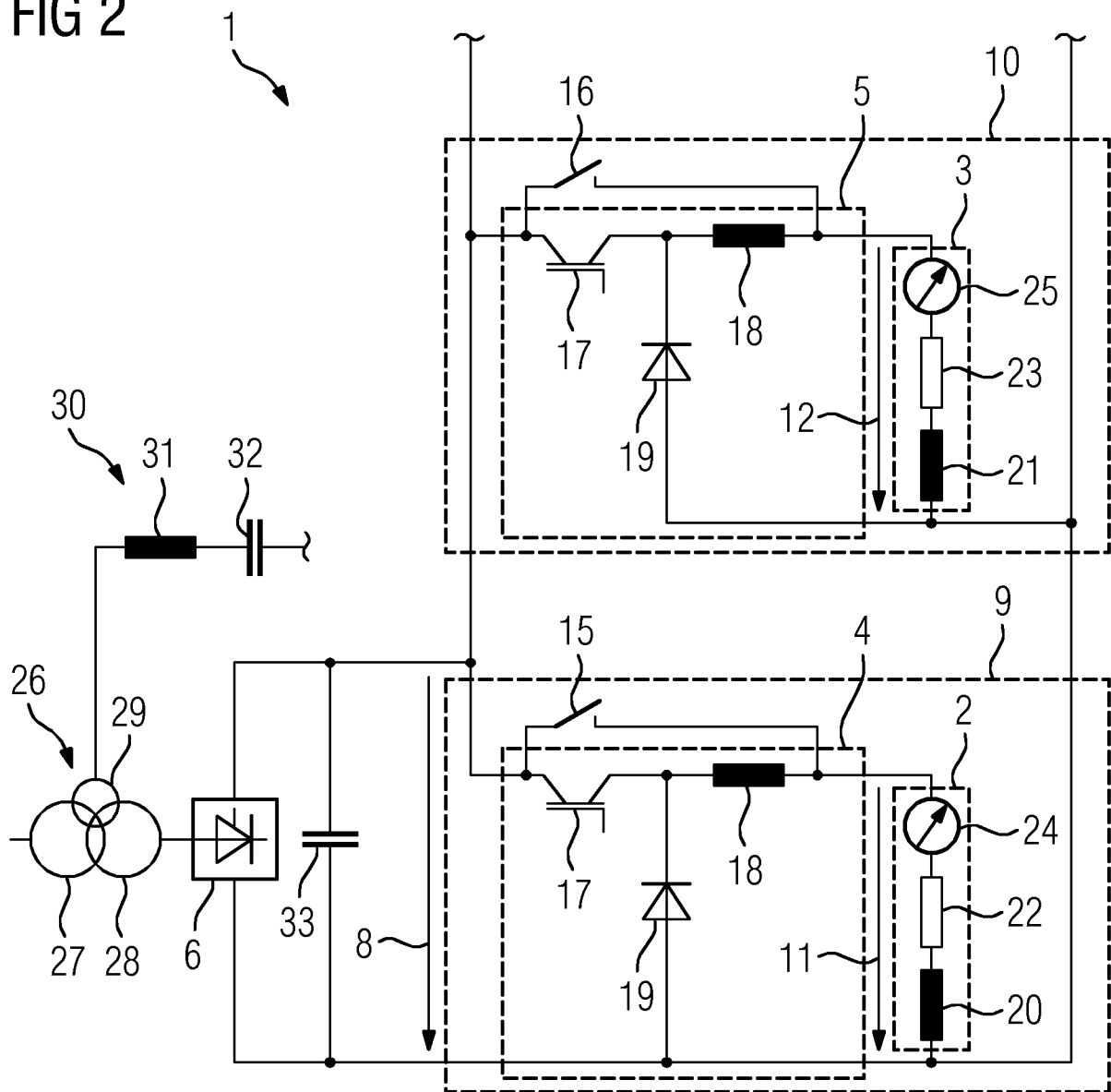


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/059616**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****C25B 15/02**(2006.01)i; **C25B 1/10**(2006.01)i; **C25B 9/04**(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)

C25B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 102014014091 A1 (ETOGAS GMBH [DE]) 24 March 2016 (2016-03-24) claims 1, 3, 4, 10-15, 17-19 figure 1 paragraphs [0034] - [0035]	1-12
Y	US 2014097093 A1 (SHOWALTER GEOFFREY [US] ET AL) 10 April 2014 (2014-04-10) claims 1, 3-7, 10, 12-18 paragraphs [0006], [0007], [0015] - [0020]	1-12
Y	US 5768117 A (TAKAHASHI TADASHI [JP] ET AL) 16 June 1998 (1998-06-16) claims 1-4 column 4, lines 28-61 column 6, lines 46-49	1-12
Y	US 5726849 A (NAKAMURA MITSUO [JP]) 10 March 1998 (1998-03-10) claims 1-3, 11 figure 3 column 5, line 22 - column 7, line 10	1-12

☐ 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

27 June 2019

Date of mailing of the international search report

11 July 2019

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

Perednis, Dainius

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/059616

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102014014091	A1	24 March 2016	NONE	
US	2014097093	A1	10 April 2014	CA 2926075 A1	10 April 2014
				EP 2904689 A1	12 August 2015
				JP 2015537116 A	24 December 2015
				KR 20150067760 A	18 June 2015
				SG 11201502269W A	29 April 2015
				US 2014097093 A1	10 April 2014
				WO 2014055992 A1	10 April 2014
US	5768117	A	16 June 1998	DE 69434281 D1	07 April 2005
				DE 69434281 T2	04 May 2006
				EP 0660487 A2	28 June 1995
				JP 2833460 B2	09 December 1998
				JP H07194118 A	28 July 1995
				US 5768117 A	16 June 1998
US	5726849	A	10 March 1998	JP H06311739 A	04 November 1994
				US 5726849 A	10 March 1998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. C25B15/02 C25B1/10 C25B9/04
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 C25B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2014 014091 A1 (ETOGAS GMBH [DE]) 24. März 2016 (2016-03-24) Ansprüche 1, 3, 4, 10-15, 17-19 Abbildung 1 Absätze [0034] - [0035] -----	1-12
Y	US 2014/097093 A1 (SHOWALTER GEOFFREY [US] ET AL) 10. April 2014 (2014-04-10) Ansprüche 1, 3-7, 10, 12-18 Absätze [0006], [0007], [0015] - [0020] -----	1-12
Y	US 5 768 117 A (TAKAHASHI TADASHI [JP] ET AL) 16. Juni 1998 (1998-06-16) Ansprüche 1-4 Spalte 4, Zeilen 28-61 Spalte 6, Zeilen 46-49 ----- -/-	1-12



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

27. Juni 2019

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

11/07/2019

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

Perednis, Dainius

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 5 726 849 A (NAKAMURA MITSUO [JP]) 10. März 1998 (1998-03-10) Ansprüche 1-3, 11 Abbildung 3 Spalte 5, Zeile 22 - Spalte 7, Zeile 10 -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2019/059616

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102014014091 A1	24-03-2016	KEINE	
US 2014097093 A1	10-04-2014	CA 2926075 A1	10-04-2014
		EP 2904689 A1	12-08-2015
		JP 2015537116 A	24-12-2015
		KR 20150067760 A	18-06-2015
		SG 11201502269W A	29-04-2015
		US 2014097093 A1	10-04-2014
		WO 2014055992 A1	10-04-2014
US 5768117 A	16-06-1998	DE 69434281 D1	07-04-2005
		DE 69434281 T2	04-05-2006
		EP 0660487 A2	28-06-1995
		JP 2833460 B2	09-12-1998
		JP H07194118 A	28-07-1995
		US 5768117 A	16-06-1998
US 5726849 A	10-03-1998	JP H06311739 A	04-11-1994
		US 5726849 A	10-03-1998