

(12) BELGISCHER PATENTANTRAG

(41) Veröffentlichungsdatum : 27/08/2024

(21) Antragsnummer : BE2023/5062

(22) Anmeldetag : 31/01/2023

(62) Teilantrag des früheren Antrags :

(62) Anmeldetag des früheren Antrags :

(51) Internationale Klassifikation : H03K 17/0814

(30) Prioritätsangaben :

(71) Anmelder :

PHOENIX CONTACT GMBH & CO. KG
GmbH & Co. KG
32825, BLOMBERG
Deutschland

(72) Erfinder :

SCHAPER Elmar
32676 LÜGDE
Deutschland

HEUER Lutz
32825 BLOMBERG
Deutschland

Dr. GROTE Tobias
32676 LÜGDE
Deutschland

(54) Gleichspannungsschaltgerät, insbesondere zum Unterbrechen eines Stromflusses, und Gleichspannungssystem

(57)Die Erfindung betrifft u.a. ein Gleichspannungsschaltgerät (10), mit einem ersten, zweiten, dritten und vierten Geräteanschluss (11-14), einen ersten Strompfad (1) und einen zweiten Strompfad (2) und eine einzige elektrische Sicherung (20). Eine antiserielle Schaltung (60), die einen ersten ansteuerbaren Halbleiterschalter (61) und einen zweiten ansteuerbaren Halbleiterschalter (62) aufweist, ist in einem der beiden Strompfade (1, 2) angeordnet, während die Sicherung (20) in dem anderen Strompfad (1, 2) angeordnet ist. Ferner ist ein erster und zweiter ansteuerbarer Kurzschlusschalter (50, 51) sowie eine Stromermittlungseinrichtung (30) vorgesehen. Eine Steuer- und Auswerteeinrichtung (40) ist dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von der durch die Stromermittlungseinrichtung (30) erfassten Richtung und Stromstärke, sofern die erfasste Stromstärke einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht oder überschreitet, den ersten oder zweiten Kurzschlusschalter (50, 51) einzuschalten, der einen Kurzschlussstrom über die Sicherung (20) umleitet.

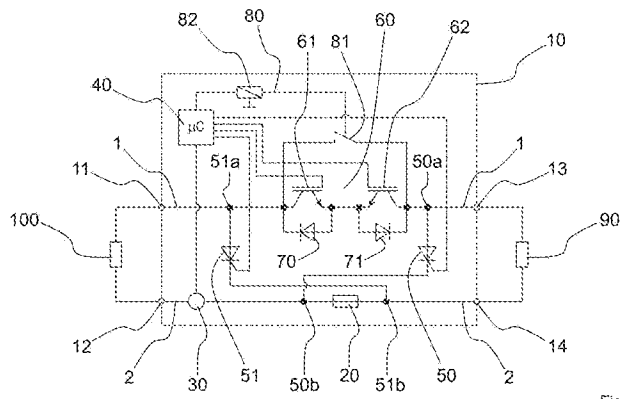


Fig. 1

Gleichspannungsschaltgerät, insbesondere zum Unterbrechen eines Stromflusses, und Gleichspannungssystem

5 Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Gleichspannungsschaltgerät, welches insbesondere einen elektrischen Stromfluss zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite des Gleichspannungsschaltgeräts bzw. zwischen zwei Gleichspannungsvorrichtungen unterbrechen kann. Die Erfindung betrifft ferner ein Gleichspannungssystem, welches ein solches Gleichspannungsgerät aufweist.

Um beispielsweise eine Gleichspannungslast an eine Gleichspannungsquelle elektrisch anschalten oder von dieser trennen zu können, wird üblicherweise ein Gleichspannungsschaltgerät verwendet. An die Eingangsanschlüsse des Gleichspannungsschaltgeräts kann eine externe Gleichspannungsquelle, z.B. ein DC-Versorgungsnetz oder ein Gleichspannungsbuss angeschlossen werden, während an die Ausgangsanschlüsse des Gleichspannungsschaltgeräts eine Gleichspannungslast anschaltbar ist. Zum elektrischen An- und Abschalten der Gleichspannungslast umfasst das Gleichspannungsschaltgerät zumindest ein Schaltelement. Häufig kommt hierfür ein steuerbares Halbleiterschaltelement zum Einsatz, welches in dem zwischen dem ersten Eingangsanschluss und dem ersten Ausgangsanschluss verlaufenden Plusleiter oder in dem zwischen dem zweiten Eingangsanschluss und dem zweiten Ausgangsanschluss verlaufenden Minusleiter angeordnet ist. Ferner kann zusätzlich ein elektromechanischer Schalter vorgesehen sein. Ist das Halbleiterschaltelement leitend geschaltet, so erfolgt ein Stromfluss zwischen der Gleichspannungsquelle und der Gleichspannungslast. Dieser Stromfluss kann durch ein Ausschalten bzw. Öffnen des Halbleiterschaltelements hingegen unterbunden bzw. unterbrochen werden.

Um insbesondere das Gleichspannungsgerät und/oder eine daran angeschlossene elektrische Last vor einer Beschädigung oder Zerstörung infolge eines Kurzschlusses zu schützen, sind besondere Maßnahmen zu ergreifen.

So ist beispielsweise aus der EP 3 891 890 B1 ein elektronischer Schalter zum Trennen eines Stromflusses bekannt. An den elektronischen Schalter kann eine rückspeisefähige Last an einen zweiten und vierten Anschluss angeschlossen werden, während eine
5 Energiequelle an einen ersten und dritten Anschluss angeschlossen werden kann. Ferner weist der elektronische Schalter zwei antiseriell geschaltete Halbleiterschalter auf, um einen Stromfluss in beiden Richtungen durch den elektronischen Schalter zu ermöglichen. In Reihe mit den beiden Halbleiterschaltern sind zwei Sicherungen geschaltet, wobei die beiden Halbleiterschalter zwischen den beiden Sicherungen
10 angeordnet sind. Die beiden Sicherungen dienen dazu, die Last, die Energiequelle oder das Schaltgerät selbst bei Auftreten eines Kurzschlussstroms zu schützen. Um insbesondere die beiden antiseriell geschalteten Halbleiterschalter vor einem Kurzschlussstrom zu schützen, sind zwei Kurzschließer, die als Thyristoren ausgebildet sein können, derart mit den Sicherungen verschaltet, dass jeweils eine Reihenschaltung
15 aus einer Sicherung und einem Kurzschließer zwischen dem ersten und dritten Anschluss und zwischen dem zweiten und vierten Anschluss liegt.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Gleichspannungsschaltgerät, insbesondere zum Unterbrechen eines Stromflusses, und
20 ein Gleichspannungssystem zu schaffen, welches bei einer zuverlässigen Kurzschlussfestigkeit mit weniger Bauteilen und somit kostengünstiger als der bekannte elektronische Schalter aufgebaut werden kann.

Ein Kerngedanke der Erfindung kann darin gesehen werden, ein Gleichspannungsschaltgerät zur Verfügung zu stellen, welches mit einer einzigen
25 Sicherung auskommt, auch wenn das Gleichspannungsschaltgerät in beide Stromrichtungen betrieben werden kann.

Das oben genannte technische Problem wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1
30 gelöst.

Demnach ist ein Gleichspannungsschaltgerät, insbesondere zum Unterbrechen eines Stromflusses, vorgesehen, welches folgende Merkmale aufweisen kann:

- einen ersten und einen zweiten Geräteanschluss,
- einen ersten Strompfad, der elektrisch mit dem ersten und zweiten Geräteanschluss verbunden ist,
- einen dritten und einen vierten Geräteanschluss,
- einen zweiten Strompfad, der elektrisch mit dem dritten und vierten Geräteanschluss verbunden ist,
- eine einzige elektrische Sicherung,
- eine antiserielle Schaltung, die einen ersten ansteuerbaren Halbleiterschalter und einen zweiten ansteuerbaren Halbleiterschalter (62), der antiseriell zum ersten Halbleiterschalter geschaltet ist, aufweist, wobei eine erste Diode antiparallel zum ersten Halbleiterschalter und eine zweite Diode antiparallel zum zweiten Halbleiterschalter geschaltete sind, wobei
- die elektrische Sicherung im zweiten Strompfad angeordnet ist und der erste und zweite Halbleiterschalter in dem ersten Strompfad angeordnet sind,
- eine Stromermittlungseinrichtung, die dazu ausgebildet ist, die Richtung und Stromstärke eines durch den ersten oder zweiten Strompfad fließenden Stroms zu ermitteln,
- einen ersten ansteuerbaren Kurzschlusschalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist, wobei der erste Anschluss elektrisch mit dem ersten Strompfad verbunden und zwischen dem zweiten Geräteanschluss und der antiseriellen Schaltung angeordnet ist, und der zweite Anschluss elektrisch mit dem zweiten Strompfad verbunden und zwischen dem dritten Geräteanschluss und der elektrischen Sicherung angeordnet ist,
- einen zweiten ansteuerbaren Kurzschlusschalter der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist, wobei der erste Anschluss elektrisch mit dem ersten Strompfad verbunden und zwischen dem ersten Geräteanschluss und der antiseriellen Schaltung angeordnet ist, und der zweite Anschluss elektrisch mit dem zweiten Strompfad verbunden und zwischen dem vierten Geräteanschluss und der elektrischen Sicherung angeordnet ist,
- eine Steuer- und Auswerteeinrichtung, die mit der Stromermittlungseinrichtung

verbunden ist, wobei die Steuer- und Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von der durch die Stromermittlungseinrichtung erfassten Richtung und Stromstärke, sofern die erfasste Stromstärke einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht oder überschreitet, den ersten oder zweiten Kurzschlusschalter einzuschalten.

5

Das oben genannte technische Problem wird ebenfalls mit den Merkmalen des Anspruchs 2 gelöst.

- Demnach ist ein Gleichspannungsschaltgerät, insbesondere zum Unterbrechen eines Gleichstromflusses, vorgesehen, welches folgende Merkmale aufweisen kann:
- einen ersten und einen zweiten Geräteanschluss,
 - einen ersten Strompfad, der elektrisch mit dem ersten und zweiten Geräteanschluss verbunden ist,
 - einen dritten und einen vierten Geräteanschluss,
 - 15 - einen zweiten Strompfad, der elektrisch mit dem dritten und vierten Geräteanschluss verbunden ist,
 - eine einzige elektrische Sicherung,
 - eine antiserielle Schaltung, die einen ersten ansteuerbaren Halbleiterschalter und einen zweiten ansteuerbaren Halbleiterschalter aufweist, wobei eine erste Diode antiparallel
 - 20 zum ersten Halbleiterschalter und eine zweite Diode antiparallel zum zweiten Halbleiterschalter geschaltete sind, wobei
 - die elektrische Sicherung im ersten Strompfad angeordnet ist und der erste und zweite Halbleiterschalter in dem zweiten Strompfad angeordnet sind,
 - eine Stromermittlungseinrichtung, die dazu ausgebildet ist, die Richtung und
 - 25 Stromstärke eines durch den ersten oder zweiten Strompfad fließenden Stroms zu ermitteln,
 - einen ersten ansteuerbaren Kurzschlusschalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist, wobei der erste Anschluss elektrisch mit dem ersten Strompfad verbunden und zwischen dem zweiten Geräteanschluss und der elektrischen
 - 30 Sicherung angeordnet ist, und der zweite Anschluss elektrisch mit dem zweiten Strompfad verbunden und zwischen dem dritten Geräteanschluss und der antiseriellen Schaltung angeordnet ist,

- einen zweiten ansteuerbaren Kurzschlusschalter, der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist, wobei der erste Anschluss elektrisch mit dem ersten Strompfad verbunden und zwischen dem ersten Geräteanschluss und der elektrischen Sicherung angeordnet ist, und der zweite Anschluss elektrisch mit dem zweiten Strompfad verbunden und zwischen dem vierten Geräteanschluss und antiseriellen Schaltung angeordnet ist,
- eine Steuer- und Auswerteeinrichtung, die mit der Stromermittlungseinrichtung verbunden ist, wobei die Steuer- und Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von der durch die Stromermittlungseinrichtung erfassten Richtung und Stromstärke, sofern die erfasste Stromstärke einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht oder überschreitet, den ersten oder zweiten Kurzschlusschalter einzuschalten.

Der erste und zweite Kurzschlusschalter können beispielsweise jeweils als Thyristor oder Triac mit einer bidirektionalen Stromführung ausgebildet sein.

Um das Gleichspannungsschaltgerät energiesparend betreiben zu können, kann ein mechanischer Schaltkontakt eines elektromechanischen Schalters vorgesehen sein, wobei der mechanische Schaltkontakt parallel zum ersten und zweiten Halbleiterschalter geschaltet ist, wobei die Steuer- und Auswerteeinrichtung zum Ansteuern des elektromechanischen Schalters ausgebildet ist. Insbesondere sorgt die Steuer- und Auswerteeinrichtung dafür, dass während eines Einschaltvorgangs zuerst der entsprechende Halbleiterschalter leitend geschaltet und anschließend der mechanische Schaltkontakt geschlossen wird.

Insbesondere bei Verwendung des mechanischen Schalters kommt die Kurzschlussmaßnahme der Erfindung zum Tragen. Tritt nämlich bei geschlossenem mechanischen Schaltkontakt ein Kurzschlussstrom auf, ist die Reaktionszeit des elektromechanischen Schalters bzw. des mechanischen Schaltkontakts, diesen zu öffnen, insbesondere aufgrund dessen Geometrie, Masse und Trägheit so langsam, dass eine angeschlossene Last und/oder das Gleichspannungsgerät beschädigt oder sogar zerstört werden kann. Hier helfen die beiden Kurzschlusschalter in Verbindung mit der einzigen Sicherung. Denn sobald die Steuer- und Auswerteeinrichtung einen

Kurzschlussstrom und dessen Flussrichtung erkannt hat, wird der entsprechende Kurzschlusschalter eingeschaltet und der Kurzschlussstrom über die einzige Sicherung umgeleitet, die daraufhin schnell auslöst. Dank der speziellen Verschaltung der beiden Kurzschlusschalter mit der einzigen Sicherung kann bei Auftritt eines Kurzschlusses die thermische Belastung der Leitungen bis zum Ort des Kurzschlusses minimiert werden.

Vorzugsweise kann an den ersten und dritten Geräteanschluss eine Gleichspannungsversorgungseinrichtung und an den zweiten und vierten Geräteanschluss eine elektrische Einrichtung oder umgekehrt angeschlossen werden. Bei der elektrischen Einrichtung kann es sich um eine nicht rückspeisefähige elektrische Einrichtung, wie zum Beispiel einen ohmschen Widerstand, um eine rückspeisefähige elektrische Einrichtung oder um eine weitere Gleichspannungsversorgungseinrichtung handeln. Die Gleichspannungsversorgungseinrichtung kann zum Beispiel ein DC-Versorgungsnetz sein.

Die Stromermittlungseinrichtung kann zum Beispiel einen Stromsensor oder Magnetfeldsensor aufweisen. Ferner kann die Stromermittlungseinrichtung direkt in den jeweiligen Strompfad geschaltet sein. Alternativ kann die Stromermittlungseinrichtung einen Shuntwiderstand aufweisen und dazu ausgebildet sein, eine Spannung an dem Shuntwiderstand und deren Polarität zu erfassen, um daraus den durch den jeweiligen Strompfad fließenden Strom und dessen Richtung zu ermitteln.

Die Stromermittlungseinrichtung kann zum Beispiel in Reihe mit der Sicherung oder der antiseriellen Schaltung geschaltet sein.

Das oben genannte technische Problem wird ebenfalls durch die Merkmale des Anspruchs 8 gelöst.

Demnach ist ein Gleichspannungssystem vorgesehen, welches das zuvor beschriebene Gleichspannungsgerät umfassen kann. An das Gleichspannungsgerät kann zum Beispiel eine Gleichspannungsversorgungseinrichtung und eine elektrische Last, die

beispielsweise als rückspeisefähige elektrische Einrichtung ausgebildet sein kann, angeschlossen sein. Die Gleichspannungsversorgungseinrichtung kann zum Beispiel eine geerdete Gleichspannungsquelle mit einem Pluspol und einem Masseanschluss, ein DC-Versorgungsnetz oder ein Gleichspannungsbus sein. Angemerkt sei, dass an das Gleichspannungsgerät auch zwei Gleichspannungsversorgungseinrichtungen, wie zum Beispiel zwei DC-Versorgungsnetze, angeschlossen werden können

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung dienen der erste und zweite Geräteanschluss jeweils als Pluspol und der dritte und vierte Geräteanschluss jeweils als Minuspol oder Masseanschluss, wobei die Steuer- und Auswerteeinrichtung des Gleichspannungsschaltgeräts beispielsweise dazu ausgebildet ist, insbesondere während eine Einschaltvorgangs zuerst den ersten Halbleiterschalter leitend zu steuern und gleichzeitig den zweiten Halbleiterschalter sperrend zu halten und anschließend den mechanischen Schaltkontakt zu schließen, wenn ein Strom vom ersten Geräteanschluss zum dritten Geräteanschluss fließen soll, und, wenn die von der Strommesseinrichtung gemessene Stromstärke den vorgegebenen Schwellenwert erreicht oder überschreitet, den ersten Kurzschlusschalter zu schließen. Dies ist vorzugsweise der Fall, wenn am ersten und dritten Geräteanschluss eine Gleichspannungsversorgungseinrichtung und am zweiten und vierten Geräteanschluss eine elektrische Last, die nicht rückspeisefähig ist, angeschlossen ist.

Die Steuer- und Auswerteeinrichtung kann ferner dazu ausgebildet sein, zuerst den zweiten Halbleiterschalter leitend zu steuern und gleichzeitig den ersten Halbleiterschalter sperrend zu halten und anschließend den mechanischen Schaltkontakt zu schließen, wenn ein Strom vom zweiten Geräteanschluss zum vierten Geräteanschluss fließen soll, und, wenn die von der Strommesseinrichtung gemessene Stromstärke den vorgegebenen Schwellenwert erreicht oder überschreitet, den zweiten Kurzschlusschalter zu schließen. Dies ist vorzugsweise der Fall, wenn am ersten und dritten Geräteanschluss eine elektrische Last, die nicht rückspeisefähig ist, und am zweiten und vierten Geräteanschluss eine Gleichspannungsversorgungseinrichtung, angeschlossen ist.

Wenn hingegen zum Beispiel am ersten und dritten Geräteanschluss eine Gleichspannungsversorgungseinrichtung und am zweiten und vierten Geräteanschluss eine rückspeisefähige elektrische Last oder eine zweite Gleichspannungsversorgungseinrichtung angeschlossen ist, muss die Steuer- und Auswerteeinrichtung dafür sorgen, dass sowohl der erste als auch der zweite Halbleiterschalter leitend geschaltet werden, da die Stromrichtung nicht festgelegt ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand zweier Ausführungsbeispiele in Verbindung mit den beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Der einfachen Darstellung wegen sind in den Zeichnungen gleiche Komponenten mit gleichen Bezugszeichen versehen. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild eines beispielhaften Gleichspannungsschaltgeräts, und
Fig. 2 ein alternatives Schaltbild eines beispielhaften Gleichspannungsschaltgeräts.

Fig. 1 zeigt das Schaltbild eines beispielhaften Gleichspannungssystems 5, welches ein beispielhaftes Gleichspannungsschaltgerät 10 aufweist. Das Gleichspannungsschaltgerät 10 weist einen ersten und einen dritten Geräteanschluss 11, 12 auf, an die zum Beispiel eine Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 anschließbar ist. Ferner weist das Gleichspannungsgerät 10 einen zweiten und vierten Geräteanschluss 13, 14 auf, an die eine elektrische Einrichtung 90 anschließbar ist. Angemerkt sei, dass die elektrische Einrichtung 90 auch an die Geräteanschlüsse 11 und 12 und die Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 an die Geräteanschlüsse 13 und 14 angeschlossen werden können. Die Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 kann zum Beispiel eine geerdete Gleichspannungsquelle mit einem Pluspol und einem Masseanschluss, ein DC-Versorgungsnetz oder ein Gleichspannungsbuss sein. Die elektrische Einrichtung 90 kann beispielsweise als rückspeisefähige oder nicht rückspeisefähige Gleichspannungs-Last 90 oder eine weitere Gleichspannungsversorgungseinrichtung ausgebildet sein.

Zwischen dem ersten Geräteanschluss 11 und dem zweiten Geräteanschluss 13 verläuft ein erster Strompfad 1. In den Strompfad 1 ist eine antiserielle Schaltung 60 geschaltet,

die einen ersten ansteuerbaren Halbleiterschalter 61 und einen zweiten ansteuerbaren Halbleiterschalter 62 aufweist, der antiseriell zum ersten Halbleiterschalter 61 geschaltet ist. Eine erste Diode 70 ist antiparallel zum ersten Halbleiterschalter 61 und eine zweite Diode 71 ist antiparallel zum zweiten Halbleiterschalter 62 geschaltet. Die beiden Halbleiterschalter 61, 62 können zum Beispiel als Feldeffekttransistoren oder als Bipolartransistor mit isolierterer Gate-Elektrode (IGBT von insulated-gate bipolar transistor) ausgebildet sein. Im vorliegenden Beispiel sind die beiden Halbleiterschalter 61 und 62 jeweils als n-Kanal-IGBT-Transistor realisiert. Hierbei ist die Kollektor-Elektrode des Halbleiterschalters 61 mit dem Geräteanschluss 11 verbunden, während die Kollektor-Elektrode des Halbleiterschalters 62 mit dem Geräteanschluss 13 verbunden ist. Die Emitter-Elektroden der beiden Halbleiterschalter 61 und 62 bilden einen gemeinsamen Verbindungspunkt. Die Kathode der Diode 70 ist mit der Kollektor-Elektrode des Halbleiterschalters 61 verbunden, während die Anode der Diode 70 mit der Emitter-Elektrode des Halbleiterschalters 61 verbunden ist. In ähnlicher Weise ist die Kathode der Diode 71 mit der Kollektor-Elektrode des Halbleiterschalters 62 verbunden, während die Anode der Diode 71 mit der Emitter-Elektrode des Halbleiterschalters 62 verbunden ist. Die Gate-Elektroden der Halbleiterschalter 61 und 62 sind jeweils mit einem Eingang einer Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 verbunden, die beispielsweise als Mikrocontroller ausgebildet sein kann. Die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 ist eingangsseitig ebenfalls mit der Stromermittlungseinrichtung 30.

Zwischen dem dritten Geräteanschluss 12 und dem vierten Geräteanschluss 13 verläuft ein zweiter Strompfad 2, in den eine elektrische Sicherung 20 geschaltet ist. Angemerkt sei, dass das Gleichspannungsschaltgerät 10 nur diese eine Sicherung 20 aufweist. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel kann eine Stromermittlungseinrichtung 30 in Reihe mit der Sicherung 20 in den zweiten Strompfad 2 geschaltet sein. Allerdings kann die Stromermittlungseinrichtung 30 an jeder beliebigen Stelle in den ersten oder zweiten Strompfad 1, 2 geschaltet sein. Beispielsweise kann die Stromermittlungseinrichtung 30 auch einen in den ersten oder zweiten Strompfad geschalteten Shuntwiderstand aufweisen (nicht dargestellt). In diesem Fall ist die Stromermittlungseinrichtung dazu ausgebildet sein, eine Spannung an dem

Shuntwiderstand und deren Polarität zu erfassen, um daraus den durch den jeweiligen Strompfad fließenden Strom und dessen Richtung zu ermitteln. Wichtig ist nur, dass die Stromermittlungseinrichtung 30, wie immer sie auch implementiert wird, dazu ausgebildet ist, die Stromstärke und Richtung eines durch die Strompfade 1 und 2 fließenden Gleichstroms zu ermitteln, um einen Kurzschlussstrom und dessen Flussrichtung zu erkennen.

- Die beispielhafte Verschaltung der beiden Halbleiterschalter 61 und 62 sowie der beiden Dioden 70 und 71 sorgt dafür, dass
- 10 a) wenn der erste Halbleiterschalter 61 elektrisch leitend und der zweite Halbleiterschalter 62 gleichzeitig elektrisch sperrend gesteuert sind, ein Strom vom Geräteanschluss 11 über den ersten Halbleiterschalter 61, die Diode 71, die Last 90, die Sicherung 20 und die Stromermittlungseinrichtung 30 zum Geräteanschluss 12 fließen kann, oder dass,
 - 15 b) wenn der zweite Halbleiterschalter 62 elektrisch leitend und der erste Halbleiterschalter 61 gleichzeitig elektrisch sperrend gesteuert sind, ein Strom vom Geräteanschluss 13 über den zweiten Halbleiterschalter 62, die Diode 70, die Geräteanschlüsse 11 und 12, die Sicherung 20 und die Stromermittlungseinrichtung 30 zum Geräteanschluss 14 fließen kann.

20 Damit im Betrieb nicht unabsichtlich an den Halbleiterschaltern 61 und 62 eine zu hohe Sperrspannung anliegt, ist es vorteilhaft, beide Halbleiterschalter 61 und 62 gleichzeitig durch die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 anzusteuern.

25 Ferner weist das beispielhafte Gleichspannungsgerät 10 zwei sich überkreuzende Kurzschlusschalter 50 und 51 auf, die beispielsweise jeweils als Thyristoren ausgebildet sind. Die Kurzschlusschalter 50 und 51 sind jeweils mit einem Ausgang der Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 verbunden, die beispielsweise dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit eines erkannten Kurzschlussstroms und dessen Richtung entweder

30 den Kurzschlusschalter 50 einzuschalten und den Kurzschlusschalter 51 abgeschaltet zu lassen oder umgekehrt.

Wie in Fig. 1 zu sehen, weist der erste ansteuerbare Kurzschlusschalter 50 einen ersten Anschluss 50a, der als Anoden-Anschluss ausgebildet sein kann, und einen zweiten Anschluss 50b, der als Kathoden-Anschluss ausgebildet sein kann, auf. Der erste Anschluss 50a ist elektrisch mit dem ersten Strompfad 1 verbunden und zwischen dem zweiten Geräteanschluss 13 und der antiseriellen Schaltung 60 bzw. der Kollektor-Elektrode des Halbleiterschalters 62 angeordnet. Der zweite Anschluss 50b ist elektrisch mit dem zweiten Strompfad 2 verbunden und zwischen dem dritten Geräteanschluss 12 und einem Anschluss der elektrischen Sicherung 20 angeordnet. Der Kurzschlusschalter 50 weist ferner einen Steueranschluss auf, der mit einem Ausgang der Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 verbunden ist.

Der zweite ansteuerbare Kurzschlusschalter 51, weist einen ersten Anschluss 51a, der als Anoden-Anschluss ausgebildet sein kann, und einen zweiten Anschluss 51b, der als Kathoden-Anschluss ausgebildet sein kann, auf. Der erste Anschluss 51a ist elektrisch mit dem ersten Strompfad 1 verbunden und zwischen dem ersten Geräteanschluss 11 und der antiseriellen Schaltung 60 bzw. dem Kollektor-Anschluss des Halbleiterschalters 61 angeordnet. Der zweite Anschluss 51b ist elektrisch mit dem zweiten Strompfad 2 verbunden und zwischen dem vierten Geräteanschluss 14 und einem weiteren Anschluss der elektrischen Sicherung 20 angeordnet. Der Kurzschlusschalter 51 weist ferner einen Steueranschluss auf, der mit einem Ausgang der Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 verbunden ist.

Um das Gleichspannungsgerät 10 während des Betriebs, d.h. die Last 90 ist eingeschaltet und es fließt ein elektrischer Strom zum Beispiel von der Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 über den Halbleiterschalter 61 zur Last 90, in einen Energiesparmodus schalten zu können, kann ein mechanischen Schaltkontakt 81 eines elektromechanischen Schalters 80 parallel zum ersten und zweiten Halbleiterschalter 61, 62 geschaltet sein. Der elektromechanische Schalter 80 kann als Relais ausgebildet sein. Gemäß einer beispielhaften Ausgestaltung weist der elektromechanische Schalter 80 eine Erregerspule 82 auf, die mit der Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 verbunden sein kann, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist. Die Erregerspule 82 liegt in einem Steuerkreis, der von der Steuer- und Auswerteeinrichtung

40 zum Öffnen und Schließen entsprechend angesteuert werden kann, um den mechanischen Schaltkontakt 81 öffnen bzw. Schließen zu können. Der Schaltkontakt 81 ist beispielsweise als Schließer ausgebildet.

- 5 Fig. 2 zeigt das Schaltbild eines weiteren beispielhaften Gleichspannungssystems 5', welches ein beispielhaftes Gleichspannungsschaltgerät 10' aufweist. Das Gleichspannungsschaltgerät 10' weist einen ersten und einen dritten Geräteanschluss 11, 12 auf, an die eine Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 anschließbar ist. Ferner weist das Gleichspannungsgerät 10 einen zweiten und vierten Geräteanschluss 10
13, 14 auf, an die eine elektrische Gleichspannungs-Last 90 anschließbar ist. Angemerkt sei, dass die Last 90 auch an die Geräteanschlüsse 11 und 12 und die Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 an die Geräteanschlüsse 13 und 14
angeschlossen werden können, wie dies Fig. 2 zeigt. Das Gleichspannungsschaltgerät 10' unterscheidet sich vom Gleichspannungsschaltgerät 10 insbesondere nur darin, dass
15 eine elektrische Sicherung 20 im ersten Strompfad 1 und eine antiserielle Schaltung 60 im zweiten Strompfad 2 angeordnet ist. Deshalb sind in Fig. 1 und Fig. 2 gleiche Komponenten mit gleichen Bezugszeichen versehen.

- Zwischen dem Geräteanschluss 12 und dem zweiten Geräteanschluss 14 verläuft ein
20 Strompfad 2. In den Strompfad 2 ist die antiserielle Schaltung 60 geschaltet, die einen ersten ansteuerbaren Halbleiterschalter 61 und einen zweiten ansteuerbaren Halbleiterschalter 62 aufweist, der antiseriell zum ersten Halbleiterschalter 61 geschaltet ist. Eine erste Diode 70 ist antiparallel zum ersten Halbleiterschalter 61 und eine zweite Diode 71 ist antiparallel zum zweiten Halbleiterschalter 62 geschaltet. Die beiden
25 Halbleiterschalter 61, 62 können zum Beispiel als Feldeffekttransistoren oder als Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT von insulated-gate bipolar transistor) ausgebildet sein. Im vorliegenden Beispiel sind die beiden Halbleiterschalter 61 und 62 jeweils als n-Kanal-IGBT-Transistor realisiert. Hierbei ist die Kollektor-Elektrode des Halbleiterschalters 61 mit dem Geräteanschluss 14 verbunden, während
30 die Kollektor-Elektrode des Halbleiterschalters 62 mit dem Geräteanschluss 12 verbunden ist. Die Emitter-Elektroden der beiden Halbleiterschalter 61 und 62 bilden einen gemeinsamen Verbindungspunkt. Die Kathode der Diode 70 ist mit der Kollektor-

Elektrode des Halbleiterschalters 61 verbunden, während die Anode der Diode 70 mit der Emitter-Elektrode des Halbleiterschalters 61 verbunden ist. In ähnlicher Weise ist die Kathode der Diode 10 mit der Kollektor-Elektrode des Halbleiterschalters 62 verbunden, während die Anode der Diode 71 mit der Emitter-Elektrode des

5 Halbleiterschalters 62 verbunden ist. Die Gate-Elektroden der Halbleiterschalter 61 und 62 sind jeweils mit einem Eingang einer Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 verbunden, die beispielsweise als Mikrocontroller ausgebildet sein kann. Die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 ist eingangsseitig ebenfalls mit einer Strommesseinrichtung 30.

10

Zwischen dem Geräteanschluss 11 und dem Geräteanschluss 12 verläuft ein weiterer Strompfad 1, in den die elektrische Sicherung 20 geschaltet ist. Angemerkt sei, dass das Gleichspannungsschaltgerät 10 nur diese eine Sicherung 20 aufweist. Gemäß dem gezeigten Ausführungsbeispiel kann die Strommesseinrichtung 30 in Reihe mit der

15 Sicherung 20 in den Strompfad 1 geschaltet sein. Allerdings kann die Stromermittlungseinrichtung 30 an jeder beliebigen Stelle in den ersten oder zweiten Strompfad 1, 2 geschaltet sein. Alternativ kann die Stromermittlungseinrichtung 30 auch einen Shuntwiderstand aufweisen, der parallel zu einem der beiden Strompfade 1, 2 geschaltet sein. In diesem Fall kann die Stromermittlungseinrichtung 30 dazu

20 ausgebildet sein, eine Spannung an dem Shuntwiderstand (nicht dargestellt) und deren Polarität zu erfassen, um daraus den durch den jeweiligen Strompfad fließenden Strom und dessen Richtung zu ermitteln. Wichtig ist nur, dass die Stromermittlungseinrichtung 30, wie immer sie auch implementiert wird, dazu ausgebildet ist, die Stromstärke und Richtung eines durch die Strompfade 1 und 2 fließenden Gleichstroms zu ermitteln, um
25 einen Kurzschlussstrom und dessen Flussrichtung zu erkennen.

Die beispielhafte Verschaltung der beiden Halbleiterschalter 61 und 62 sowie der beiden Dioden 70 und 71 sorgt dafür, dass

a) wenn der erste Halbleiterschalter 61 elektrisch leitend und der zweite
30 Halbleiterschalter 62 gleichzeitig elektrisch sperrend gesteuert sind, ein Strom vom Geräteanschluss 11 über den ersten Halbleiterschalter 61, die Diode 71, die Last 90, die Sicherung 20 und die Stromermittlungseinrichtung 30 zum Geräteanschluss 12 fließen

kann, oder dass,

- b) wenn der zweite Halbleiterschalter 62 elektrisch leitend und der erste Halbleiterschalter 61 gleichzeitig elektrisch sperrend gesteuert sind, ein Strom vom Geräteanschluss 13 über den zweiten Halbleiterschalter 62, die Diode 70, die Geräteanschlüsse 11 und 12, die Sicherung 20 und die Stromermittlungseinrichtung 30 zum Geräteanschluss 14 fließen kann.

- Ferner weist das beispielhafte Gleichspannungsgerät 10 zwei sich überkreuzende Kurzschlusschalter 50 und 51 auf, die beispielsweise jeweils als Thyristor oder Triac mit einer bidirektionalen Stromführung ausgebildet sein können. Derartige Bauelemente zeichnen sich durch ihre Schnelligkeit, Stromtragfähigkeit und Kostenstruktur aus. Die Kurzschlusschalter 50 und 51 sind jeweils mit einem Ausgang der Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 verbunden, die beispielsweise dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit eines erkannten Kurzschlussstroms und dessen Richtung entweder den Kurzschlusschalter 50 einzuschalten und gleichzeitig den Kurzschlusschalter 51 auszuschalten oder umgekehrt.

- Wie in Fig. 2 zu sehen, weist der erste ansteuerbare Kurzschlusschalter 50 einen ersten Anschluss 50a, der als Anoden-Anschluss ausgebildet sein kann, und einen zweiten Anschluss 50b, der als Kathoden-Anschluss ausgebildet sein kann, auf. Der erste Anschluss 50a ist elektrisch mit dem ersten Strompfad 1 verbunden und zwischen dem zweiten Geräteanschluss 13 und einem Anschluss der Sicherung 20 angeordnet. Der zweite Anschluss 50b ist elektrisch mit dem zweiten Strompfad 2 verbunden und zwischen dem dritten Geräteanschluss 12 und der Kollektor-Elektrode des Halbleiterschalters 62 angeordnet. Der Kurzschlusschalter 50 weist ferner einen Steueranschluss auf, der mit einem Ausgang der Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 verbunden ist.

- Der zweite ansteuerbare Kurzschlusschalter 51, weist einen ersten Anschluss 51a, der als Anoden-Anschluss ausgebildet sein kann, und einen zweiten Anschluss 51b, der als Kathoden-Anschluss ausgebildet sein kann, auf. Der erste Anschluss 51a ist elektrisch mit dem Strompfad 1 verbunden und zwischen dem ersten Geräteanschluss 11 und

5 einem zweiten Anschluss der Sicherung 20 angeordnet. Der zweite Anschluss 51b ist elektrisch mit dem Strompfad 2 verbunden und zwischen dem vierten Geräteanschluss 14 und der Kollektor-Elektrode des Halbleiterschalters 61 angeordnet. Der Kurzschlusschalter 51 weist ferner einen Steueranschluss auf, der mit einem Ausgang der Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 verbunden ist.

10 Um das Gleichspannungsgerät 10 während des Betriebs, d.h. es fließt ein elektrischer Strom zum Beispiel von der Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 über den Halbleiterschalter 61 zur Last 90, in einen Energiesparmodus schalten zu können, kann ein mechanischen Schaltkontakt 81 eines elektromechanischen Schalters 80 parallel zum ersten und zweiten Halbleiterschalter 61, 62 geschaltet sein. Der elektromechanische Schalter 80 kann als Relais ausgebildet sein. Gemäß einer beispielhaften Ausgestaltung weist der elektromechanische Schalter 80 eine Erregerspule 82 auf, die mit der Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 verbunden sein
15 kann, wie dies in Fig. 2 gezeigt ist. Die Erregerspule 82 liegt in einem Steuerkreis, der von der Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 zum Öffnen und Schließen entsprechend angesteuert werden kann, um den mechanischen Schaltkontakt 81 öffnen bzw. Schließen zu können. Der Schaltkontakt 81 ist beispielsweise als Schließer ausgebildet.

20 In den Gleichspannungsgeräte 10 und 10' ist jeweils ein vorbestimmter Schwellenwert gespeichert, der einen Kurzschlussstrom definiert. Vorzugsweise weist hierzu die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 einen Speicher auf, in dem der vorbestimmte Schwellenwert gespeichert ist. Der vorbestimmte Schwellenwert kann auch in einem separaten Speicher abgelegt werden, auf den die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 zugreifen kann.
25

Anzumerken ist ferner, dass die Geräteanschlüsse 11 und 13 als Pluspole fungieren können, wobei in diesem Fall der Strompfad 1 als Plusleiter fungiert. Die Geräteanschlüsse 12 und 14 können als Minuspole oder Masseanschlüsse fungieren, wobei dann der Strompfad 2 als Minusleiter bzw. Masseleitung fungiert.
30

Nachfolgend wird die Funktionsweise der Gleichspannungsgeräte 10 und 10' in Verbindung mit dem in Fig. 1 gezeigten Gleichspannungssystem 5 erläutert.

Angenommen sei, dass es sich bei der elektrischen Einrichtung 90 beispielsweise um eine elektrische, nicht rückspeisefähige Gleichspannungs-Last handelt.

5

Angenommen sei nunmehr, dass das Gleichspannungssystem 5 bzw. das Gleichspannungsgerät 10 aktiviert werden soll, um die elektrische Last 90 mit der Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 elektrisch zu koppeln.

- 10 Die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 ist deshalb dazu ausgebildet, einen Einschaltvorgang zu steuern, indem sie zuerst den Halbleiterschalter 61 elektrisch leitend und den Halbleiterschalter 62 elektrisch sperrend schaltet. In diesem Moment fließt ein Gleichstrom von der Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 über den Geräteanschluss 11, den Halbleitertransistor 61, die Diode 71, durch die Last 90 und
- 15 über den Geräteanschluss 12 zurück zur Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100. Sofern der elektromechanische Schalter 80 implementiert ist, veranlasst die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 das Gleichspannungsschaltgerät 10, beispielsweise nach einer definierbaren Zeitdauer, nachdem der Halbleiterschalter 61 leitend geschaltet worden ist, den mechanischen Schaltkontakt 81 zu schließen. Alternativ oder zusätzlich kann
- 20 die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 das Gleichspannungsschaltgerät 10 veranlassen, beispielsweise nach Erreichen einer vorbestimmten Stromschwelle den mechanischen Schaltkontakt 81 zu schließen. Hierzu kann ein Schwellenwert im Gleichspannungsschaltgerät 10 gespeichert sein, auf den die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 zugreifen kann. Diesen Schwellenwert vergleicht die Steuer-
- 25 und Auswerteeinrichtung 40 dann mit dem von der Stromermittlungseinrichtung 30 gelieferten Stromwert. Überschreitet der gemessene Stromwert den Schwellenwert, sorgt die Steuer- und Auswerteeinrichtung dafür, dass der mechanische Schaltkontakt 81 geschlossen wird. Die Richtung und die Stromstärke des Gleichstroms wird vorzugsweise kontinuierlich von der Stromermittlungseinrichtung 30 ermittelt und zur
- 30 Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 übertragen.

Tritt nunmehr ein Kurzschluss auf, müssten sowohl der Halbleiterschalter 61 sperrend geschaltet als auch der mechanische Schaltkontakt 81 geöffnet werden. Allerdings ist bedingt durch die mechanische Konstruktion und auftretende Lichtbögen die Reaktionszeit des elektromechanischen Schalters 80, den mechanischen Schaltkontakt 81 zu öffnen, zu groß, um eine sichere Kurzschlussfestigkeit zu gewährleisten. Dank der erfinderischen Maßnahme kann aber nunmehr insbesondere bei Verwendung eines elektromechanischen Schalters eine Kurzschlussfestigkeit sichergestellt werden.

Das Auftreten eines Kurzschlusses erkennt die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 daran, dass der von der Stromermittlungseinrichtung 30 gemessene Gleichstrom den vorbestimmten Schwellenwert erreicht oder überschreitet. Unter Ansprechen hierauf und auf die ermittelte Richtung des Stroms, der vom Geräteanschluss 11 zum Geräteanschluss 13 fließt, veranlasst die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 das Gleichspannungsschaltgerät 10, den Kurzschlusschalter 51 einzuschalten. Ab diesem Moment fließt der Kurzschlussstrom über den Kurzschlusschalter 51 und die Sicherung 20 zum Geräteanschluss 12, wodurch die Sicherung 20 ausgelöst wird. Dank der speziellen Verschaltung der Kurzschlusschalter 51 und 50 mit der Sicherung 20 kann bei Auftritt eines Kurzschlusses die Belastung der Strompfade 1 und 2 und möglicher Anschlussleitungen reduziert werden.

Anzumerken ist noch, dass die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 beispielsweise auch dazu ausgebildet sein kann, zeitlich nach dem Einschalten des Kurzschalters 51 auch den Kurzschlusschalter 50 einzuschalten, um eine gestufte Kurzschlussumleitung zu ermöglichen, mit dem Ziel, einen Strom über zwei Wege zum Strompfad 2, der auf Masse liegt, zu leiten. Auf diese Weise können zum Beispiel mittels des zweiten Kurzschlusschalters 50 Leitungskapazitäten zur Last 90 kurzgeschlossen werden.

Für den Fall, dass die Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 an den Geräteanschlüssen 13 und 14 und die Last an den Geräteanschlüssen 11 und 12 angeschlossen ist, läuft ein Einschaltvorgang des Gleichspannungsschaltgeräts 10 wie folgt ab:

Die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 ist nunmehr ausgebildet, einen Einschaltvorgang zu steuern, indem sie zuerst den Halbleiterschalter 62 elektrisch leitend und den Halbleiterschalter 61 elektrisch sperrend schaltet. In diesem Moment fließt ein Gleichstrom über den Geräteanschluss 13, den Halbleitertransistor 62, die Diode 70 und über die Geräteanschlüsse 11 und 12 zurück zum Geräteanschluss 14. In ähnlicher Weise kann ein Einschaltvorgang erfolgen, wenn die Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 an den Geräteanschlüssen 11 und 12 angeschlossen ist, und die an den Geräteanschlüssen 13 und 14 angeschlossene Last 90 dazu ausgebildet ist, Energie zurück zur Gleichspannungsversorgungseinrichtung 100 zu speisen.

Sofern der elektromechanische Schalter 80 implementiert ist, veranlasst die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 das Gleichspannungsschaltgerät 10, nach einer definierbaren Zeitdauer, nachdem der Halbleiterschalter 61 leitend geschaltet worden ist, den mechanischen Schaltkontakt 81 zu schließen. Die Richtung und die Stromstärke des Gleichstroms wird vorzugsweise kontinuierlich von der Stromermittlungseinrichtung 30 ermittelt und zur Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 übertragen.

Das Auftreten eines Kurzschlusses erkennt die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 daran, dass der von der Stromermittlungseinrichtung 30 gemessene Gleichstrom den vorbestimmten Schwellenwert erreicht oder überschreitet. Unter Ansprechen hierauf und auf die ermittelte Richtung des Stroms, der vom Geräteanschluss 13 zum Geräteanschluss 14 fließt, veranlasst die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 das Gleichspannungsschaltgerät 10, den Kurzschlusschalter 50 einzuschalten. Ab diesem Moment fließt der Kurzschlussstrom über den Kurzschlusschalter 50 und die Sicherung 20 zum Geräteanschluss 14, wodurch die Sicherung 20 ausgelöst wird. Dank der speziellen Verschaltung der Kurzschlusschalter 51 und 50 mit der Sicherung 20 kann bei Auftritt eines Kurzschlusses die Belastung der Strompfade 1 und 2 und möglicher Anschlussleitungen reduziert werden.

Anzumerken ist noch, dass die Steuer- und Auswerteeinrichtung 40 beispielsweise auch dazu ausgebildet sein kann, zeitlich nach dem Einschalten des Kurzschalters 50 auch

den Kurzschlusschalter 51 einzuschalten, um eine gestufte Kurzschlussumleitung zu ermöglichen, mit dem Ziel, einen Strom über zwei Wege zum Strompfad 2, der auf Masse liegt, zu leiten. Auf diese Weise können zum Beispiel mittels des zweiten Kurzschlusschalters 51 Leitungskapazitäten zur Last 90 kurzgeschlossen werden.

5

Ferner sei angemerkt, dass vorteilhafterweise der Nennstrom und Überlaststrom der Kurzschlusschalter 50 und 51, der Halbleiterschalter 61, 62 und der Dioden 70, 71 sowie der elektromechanische Schalter 80 auf den Nennstrom (d.h. die Auslösekennlinie) der Sicherung 20 abzustimmen ist. Vorzugsweise ist die

10 Spannungsfestigkeit der Halbleiterschalter 61 und 62 größer als die Betriebsspannung.

Die Funktionsweise des Gleichspannungsschaltgeräts 10' entspricht im Wesentlichen der Funktionsweise des Gleichspannungsschaltgeräts 10, so dass, um Wiederholungen zu vermeiden, insoweit auf die Erläuterungen hinsichtlich des

15 Gleichspannungsschaltgeräts 10 verwiesen wird.

Patentansprüche

1. Gleichspannungsschaltgerät (10), insbesondere zum Unterbrechen eines Stromflusses, aufweisend:
- 5 - einen ersten und einen zweiten Geräteanschluss (11, 13),
- einen ersten Strompfad (1), der elektrisch mit dem ersten und zweiten Geräteanschluss (11, 13) verbunden ist,
- einen dritten und einen vierten Geräteanschluss (12, 14),
- einen zweiten Strompfad (2), der elektrisch mit dem dritten und vierten
10 Geräteanschluss (12, 14) verbunden ist,
- eine einzige elektrische Sicherung (20),
- eine antiserielle Schaltung (60), die einen ersten ansteuerbaren Halbleiterschalter (61) und einen zweiten ansteuerbaren Halbleiterschalter (62) aufweist, wobei eine erste Diode (70) antiparallel zum ersten Halbleiterschalter (61) und eine zweite Diode (71) antiparallel zum zweiten Halbleiterschalter (62)
15 geschaltete sind, wobei
die elektrische Sicherung (20) im zweiten Strompfad (2) angeordnet ist und der erste und zweite Halbleiterschalter (61, 62) in dem ersten Strompfad (1) angeordnet sind,
- 20 - eine Stromermittlungseinrichtung (30), die dazu ausgebildet ist, die Richtung und Stromstärke eines durch den ersten oder zweiten Strompfad (1, 2) fließenden Stroms zu ermitteln,
- einen ersten ansteuerbaren Kurzschlusschalter (50), der einen ersten Anschluss (50a) und einen zweiten Anschluss (50b) aufweist, wobei der erste
25 Anschluss (50a) elektrisch mit dem ersten Strompfad (1) verbunden und zwischen dem zweiten Geräteanschluss (13) und der antiseriellen Schaltung (60) angeordnet ist, und der zweite Anschluss (50b) elektrisch mit dem zweiten Strompfad (2) verbunden und zwischen dem dritten Geräteanschluss (12) und der elektrischen Sicherung (20) angeordnet ist,
- 30 - einen zweiten ansteuerbaren Kurzschlusschalter (51), der einen ersten Anschluss (51a) und einen zweiten Anschluss (51b) aufweist, wobei der erste Anschluss (51a) elektrisch mit dem ersten Strompfad (1) verbunden und

- zwischen dem ersten Geräteanschluss (11) und der antiseriellen Schaltung (60) angeordnet ist, und der zweite Anschluss (51b) elektrisch mit dem zweiten Strompfad (2) verbunden und zwischen dem vierten Geräteanschluss (14) und der elektrischen Sicherung (20) angeordnet ist,
- 5 - eine Steuer- und Auswerteeinrichtung (40), die mit der Stromermittlungseinrichtung (30) verbunden ist, wobei die Steuer- und Auswerteeinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von der durch die Stromermittlungseinrichtung (30) erfassten Richtung und Stromstärke, sofern die erfasste Stromstärke einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht
- 10 oder überschreitet, den ersten oder zweiten Kurzschlusschalter (50, 51) einzuschalten.
2. Gleichspannungsschaltgerät (10'), insbesondere zum Unterbrechen eines Stromflusses, aufweisend:
- 15 - einen ersten und einen zweiten Geräteanschluss (11, 13),
- einen ersten Strompfad (1), der elektrisch mit dem ersten und zweiten Geräteanschluss (11, 13) verbunden ist,
- einen dritten und einen vierten Geräteanschluss (12, 14),
- einen zweiten Strompfad (2), der elektrisch mit dem dritten und vierten
- 20 Geräteanschluss (12, 14) verbunden ist,
- eine einzige elektrische Sicherung (20),
- eine antiserielle Schaltung (60), die einen ersten ansteuerbaren Halbleiterschalter (61) und einen zweiten ansteuerbaren Halbleiterschalter (62) aufweist, wobei eine erste Diode (70) antiparallel zum ersten Halbleiterschalter
- 25 (61) und eine zweite Diode (71) antiparallel zum zweiten Halbleiterschalter (62) geschaltete sind, wobei
- die elektrische Sicherung (20) im ersten Strompfad (1) angeordnet ist und der erste und zweite Halbleiterschalter (61, 62) in dem zweiten Strompfad (2) angeordnet sind,
- 30 - eine Stromermittlungseinrichtung (30), die dazu ausgebildet ist, die Richtung und Stromstärke eines durch den ersten oder zweiten Strompfad (1, 2) fließenden Stroms zu ermitteln,

- 5 - einen ersten ansteuerbaren Kurzschlusschalter (50), der einen ersten Anschluss (50a) und einen zweiten Anschluss (50b) aufweist, wobei der erste Anschluss (50a) elektrisch mit dem ersten Strompfad (1) verbunden und zwischen dem zweiten Geräteanschluss (13) und der elektrischen Sicherung (20) angeordnet ist, und der zweite Anschluss (50b) elektrisch mit dem zweiten Strompfad (2) verbunden und zwischen dem dritten Geräteanschluss (12) und der antiseriellen Schaltung (60) angeordnet ist,
- 10 - einen zweiten ansteuerbaren Kurzschlusschalter (51), der einen ersten Anschluss (51a) und einen zweiten Anschluss (51b) aufweist, wobei der erste Anschluss (51a) elektrisch mit dem ersten Strompfad (1) verbunden und zwischen dem ersten Geräteanschluss (11) und der elektrischen Sicherung (20) angeordnet ist, und der zweite Anschluss (51b) elektrisch mit dem zweiten Strompfad (2) verbunden und zwischen dem vierten Geräteanschluss (14) und antiseriellen Schaltung (60) angeordnet ist,
- 15 - eine Steuer- und Auswerteeinrichtung (40), die mit der Stromermittlungseinrichtung (30) verbunden ist, wobei die Steuer- und Auswerteeinrichtung (40) dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von der durch die Stromermittlungseinrichtung (30) erfassten Richtung und Stromstärke, sofern die erfasste Stromstärke einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht
- 20 oder überschreitet, den ersten oder zweiten Kurzschlusschalter (50, 51) einzuschalten.
- 25 3. Gleichspannungsschaltgerät nach Anspruch 1 oder 2, ferner aufweisen einen mechanischen Schaltkontakt (81) eines elektromechanischen Schalters (80), wobei der mechanische Schaltkontakt parallel zum ersten und zweiten Halbleiterschalter (61, 62) geschaltet ist, wobei die Steuer- und Auswerteeinrichtung zum Ansteuern des elektromechanischen Schalters (80) ausgebildet ist.
- 30 4. Gleichspannungsschaltgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei an den ersten und dritten Geräteanschluss (11, 12) eine Gleichspannungsversorgungseinrichtung (100) und an den zweiten und vierten

Geräteanschluss (13, 14) eine elektrische Einrichtung (90) oder umgekehrt anschließbar sind.

5. Gleichspannungsschaltgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
5 die Stromermittlungseinrichtung (30) einen Stromsensor aufweist.
6. Gleichspannungsschaltgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche,
wobei die Stromermittlungseinrichtung (30) in Reihe mit der Sicherung (20)
oder der antiseriellen Schaltung (60) geschaltet ist.
10
7. Gleichspannungsschaltgerät nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei
der erste und zweite Kurzschlusschalter (50, 51) jeweils als Thyristor
ausgebildet sind.
- 15 8. Gleichspannungssystem (5; 5') umfassend
ein Gleichspannungsgerät (10; 10') nach einem der vorstehenden Ansprüche,
eine an das Gleichspannungsgerät (10; 10') angeschlossene
Gleichspannungsversorgungseinrichtung (90) und eine an das
Gleichspannungsgerät (10; 10') angeschlossene elektrische Einrichtung (100).
20
9. Gleichspannungssystem (5; 5') nach Anspruch 8, wobei
der erste und zweite Geräteanschluss (11, 13) jeweils als Pluspol und der dritte
und vierte Geräteanschluss (12, 14) jeweils als Minuspol festgelegt sind, wobei
die Steuer- und Auswerteeinrichtung (40) des Gleichspannungsschaltgeräts (10;
25 10') dazu ausgebildet ist, zuerst den ersten Halbleiterschalter (61) leitend zu
steuern und anschließend den mechanischen Schaltkontakt (81) zu schließen,
wenn ein Strom vom ersten Geräteanschluss (11) zum dritten Geräteanschluss
(12) fließen soll, und, wenn die von der Stromermittlungseinrichtung (30)
gemessene Stromstärke den vorgegebenen Schwellenwert erreicht oder
30 überschreitet, den ersten Kurzschlusschalter (50) zu schließen, oder
zuerst den zweiten Halbleiterschalter (62) leitend zu steuern und anschließend
den mechanischen Schaltkontakt (81) zu schließen, wenn ein Strom vom zweiten

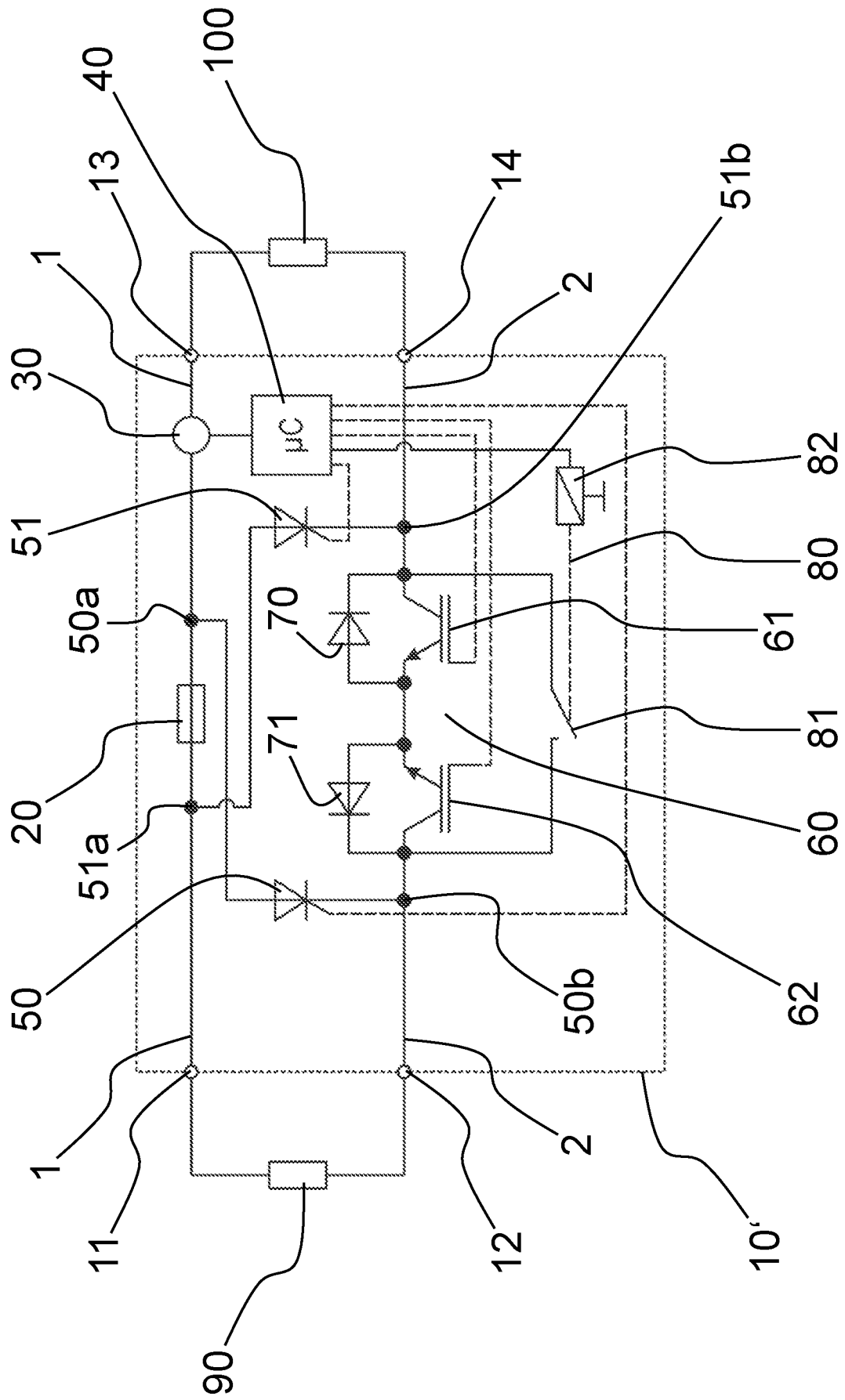
Geräteanschluss (13) zum vierten Geräteanschluss (14) fließen soll, und, wenn die von der Stromermittlungseinrichtung (30) gemessene Stromstärke den vorgegebenen Schwellenwert erreicht oder überschreitet, den zweiten Kurzschlusschalter (51) zu schließen.

5

10. Gleichspannungssystem (5; 5') nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Gleichspannungsversorgungseinrichtung (90) ein DC-Versorgungsnetz ist.

10

Fig. 2



RECHERCHENBERICHT
nach Artikel XI.23., §2 und §3
des belgischen Wirtschaftsgesetzbuches

BO 12671
BE 202305062

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	EP 3 891 890 B1 (SIEMENS AG [DE]) 7. Dezember 2022 (2022-12-07) * Abbildung 2 * * Absatz [0001] – Absatz [0023] * -----	1-10	INV. H03K17/0814
A	WO 2018/230115 A1 (SANYO ELECTRIC CO [JP]) 20. Dezember 2018 (2018-12-20) * Abbildung 1 * -----	1-10	
A	WO 2017/220443 A1 (EATON IND B V [NL]) 28. Dezember 2017 (2017-12-28) * Abbildung 1 * -----	1-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H03K H02H H01M
Abschlußdatum der Recherche		Prüfer	
31. Juli 2023		Simon, Volker	
KATEGORIE DER GENANTTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

ANHANG ZUM RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE BELGISCHE PATENTANMELDUNG NR.

BO 12671
BE 202305062

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

31-07-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 3891890	B1	07-12-2022	CN	113396539 A	14-09-2021
			EP	3691127 A1	05-08-2020
			EP	3891890 A1	13-10-2021
			US	2022045672 A1	10-02-2022
			WO	2020156905 A1	06-08-2020

WO 2018230115	A1	20-12-2018	JP	2020141429 A	03-09-2020
			WO	2018230115 A1	20-12-2018

WO 2017220443	A1	28-12-2017	CN	109314004 A	05-02-2019
			EP	3475963 A1	01-05-2019
			US	2019334340 A1	31-10-2019
			WO	2017220443 A1	28-12-2017
			ZA	201808628 B	26-04-2023



SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr. BO12671	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 31.01.2023	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldung Nr. BE202305062
Internationale Patentklassifikation (IPK) INV. H03K17/0814			
Anmelder PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG			

Dieser Bescheid enthält Angaben und entsprechende Seiten zu folgenden Punkten:

- ☒ Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- ☐ Feld Nr. II Priorität
- ☐ Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- ☐ Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- ☒ Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- ☐ Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- ☐ Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung
- ☒ Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

	Prüfer Simon, Volker
--	-------------------------

SCHRIFTLICHER BESCHEID

Feld Nr. I Grundlage des Bescheids

1. Dieser Bescheid wurde auf der Grundlage des vor dem Beginn der Recherche eingereichten Satzes von Ansprüchen erstellt.
2. Hinsichtlich der **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz**, die in der Anmeldung offenbart wurde, ist dieser Bescheid auf der Grundlage eines Sequenzprotokolls erstellt worden, das
 - a. ☐ im Anmeldezeitpunkt Bestandteil der Anmeldung war.
 - b. ☐ nach dem Anmeldedatum für die Zwecke der Recherche eingereicht wurde
 - ☐ begleitet von einer Erklärung, wonach das Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht.
3. ☐ Hinsichtlich der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz, die in der Anmeldung offenbart wurde, ist dieser Bescheid insoweit erstellt worden, dass ein sinnvolles Gutachten ohne ein dem WIPO-Standard ST.26 entsprechendes Sequenzprotokoll erstellt werden konnte.
4. Zusätzliche Bemerkungen:

Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit	Ja: Ansprüche 1-10 Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit	Ja: Ansprüche 1-10 Nein: Ansprüche
Gewerbliche Anwendbarkeit	Ja: Ansprüche: 1-10 Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

siehe Beiblatt

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

- 1 Die folgenden Ansprüche sind nicht klar.
- 1.1 Die Ansprüche 1 und 2 wurden zwar als separate, unabhängige Ansprüche abgefasst, scheinen sich aber de facto auf ein und denselben Gegenstand zu beziehen und sich nur durch die abweichenden Definitionen des Gegenstands zu unterscheiden, für den Schutz begehrt wird, bzw. nur durch die für die Merkmale dieses Gegenstands verwendete Terminologie. Aus diesem Grund sind die Ansprüche nicht knapp gefasst.
- 1.1.1 Der in den Ansprüchen 1 und 2 definierte Gegenstand unterscheidet sich lediglich in den Bezeichnungen der einzelnen Merkmale, stellt jedoch de facto den selben Gegenstand dar.
- 1.1.2 Aus diesem Grund, da der Unterschied der beiden Gegenstände nicht gegeben ist, ist zumindest der Gegenstand des Anspruchs 2 nicht klar.

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

- 2 Es wird auf das folgende Dokument/die folgenden Dokumente verwiesen:
 - D1 EP 3 891 890 B1 (SIEMENS AG [DE]) 7. Dezember 2022 (2022-12-07)
von der Anmelderin bereits in der Beschreibung zitiert
 - D2 WO 2018/230115 A1 (SANYO ELECTRIC CO [JP]) 20. Dezember 2018 (2018-12-20)
 - D3 WO 2017/220443 A1 (EATON IND B V [NL]) 28. Dezember 2017 (2017-12-28)
- 3 Die Ansprüche sind nicht klar, siehe Punkt VIII.
- 4 D1, welches schon von der Anmelderin in der Beschreibung zitiert wurde, wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs 1 angesehen. Es offenbart (die Verweise in Klammern beziehen sich auf dieses Dokument, siehe Figur 2) ein

- 4.1 Gleichspannungsschaltgerät (1), insbesondere zum Unterbrechen eines Stromflusses, aufweisend:
- einen ersten und einen zweiten Geräteanschluss (11, 12),
 - einen ersten Strompfad (oberer Zweig bei I_{HL}), der elektrisch mit dem ersten und zweiten Geräteanschluss verbunden ist,
 - einen dritten und einen vierten Geräteanschluss (13, 14),
 - einen zweiten Strompfad (unterer Zweig), der elektrisch mit dem dritten und vierten Geräteanschluss verbunden ist,
 - eine ~~einzig~~ elektrische Sicherung (3),
 - eine antiserielle Schaltung (2), die einen ersten ansteuerbaren Halbleiterschalter und einen zweiten ansteuerbaren Halbleiterschalter aufweist, wobei eine erste Diode antiparallel zum ersten Halbleiterschalter und eine zweite Diode antiparallel zum zweiten Halbleiterschalter geschaltet sind, wobei ~~die elektrische Sicherung im zweiten Strompfad angeordnet ist und der erste und zweite Halbleiterschalter in dem ersten Strompfad angeordnet sind,~~
 - eine Stromermittlungseinrichtung (implizit siehe §[0010] oder §[0023]), die dazu ausgebildet ist, die Richtung und Stromstärke eines durch den ersten oder zweiten Strompfad fließenden Stroms zu ermitteln,
 - einen ersten ansteuerbaren Kurzschlusschalter (41), der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist, wobei der erste Anschluss elektrisch mit dem ersten Strompfad verbunden und zwischen dem zweiten Geräteanschluss (12) und der antiseriellen Schaltung 2 angeordnet ist, und der zweite Anschluss elektrisch mit dem zweiten Strompfad verbunden ~~und zwischen dem dritten Geräteanschluss und der elektrischen Sicherung angeordnet ist,~~
 - einen zweiten ansteuerbaren Kurzschlusschalter (4), der einen ersten Anschluss und einen zweiten Anschluss aufweist, wobei der erste Anschluss elektrisch mit dem ersten Strompfad verbunden und zwischen dem ersten Geräteanschluss (11) und der antiseriellen Schaltung (2) angeordnet ist, und der zweite Anschluss elektrisch mit dem zweiten Strompfad verbunden und zwischen dem vierten Geräteanschluss und der elektrischen Sicherung angeordnet ist,
 - eine Steuer- und Auswerteeinrichtung (siehe §[0023]), die mit der Stromermittlungseinrichtung verbunden ist, wobei die Steuer- und Auswerteeinrichtung dazu ausgebildet ist, in Abhängigkeit von der durch die Stromermittlungseinrichtung erfassten Richtung und Stromstärke, sofern die erfasste Stromstärke einen vorbestimmten Schwellenwert erreicht oder überschreitet, den ersten oder zweiten Kurzschlusschalter einzuschalten.

- 4.2 Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich somit von dem bekannten Gleichspannungsschaltgerät durch, die oben gestrichenen Merkmale und somit dadurch, dass lediglich eine Sicherung vorhanden ist und diese im Strompfad angeordnet ist, welcher nicht die antiserielle Schaltung enthält sowie dass die Kurzschlusschalter überkreuz verschaltet sind, und ist daher neu.
- 4.3 Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann darin gesehen werden, dass die bi-direktional betreibbare Schaltung mit weniger Aufwand realisiert werden soll.
- 4.4 Der Fachmann kennt D2 und würde ausgehend von D1 die Sicherungen lediglich an einer Seite der antiseriellen Schaltung vorsehen, und so einen der Kurzschlusschalter einsparen.
Somit würde er eine zu der beanspruchten Lösung alternative Lösung vorsehen und nicht beim Anspruchsgegenstand ankommen.
- 4.5 Daher beruht die in Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösung auf einer erfinderischen Tätigkeit.
- 5 Die gleiche Begründung gilt entsprechend für den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs 2, der deshalb ebenfalls als neu und erfinderisch betrachtet werden kann.
- 6 Die Ansprüche 3-10 sind vom Anspruch 1 bzw. 19 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse in Bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.