



FÖD Wirtschaft, K.M.B., Mittelstand
und Energie
Amt für Geistiges Eigentum

(11) 1029560 B1

(47) Erteilungsdatum : 06/02/2023

(12) BELGISCHES ERFINDUNGSPATENT

(47) Veröffentlichungsdatum : 06/02/2023

(21) Antragsnummer : BE2021/5520

(22) Anmeldetag : 05/07/2021

(62) Teilantrag des früheren Antrags :

(62) Anmeldetag des früheren Antrags :

(51) Internationale Klassifikation : H02H 3/087, H02H 3/18, H02H 3/33

(30) Prioritätsangaben :

(73) Inhaber :

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

(72) Erfinder :

HEUER Lutz
32825 BLOMBERG
Deutschland

DR. GROTE Tobias
32676 LÜGDE
Deutschland

(54) Fehlerstromüberwachung für ein Gleichspannungsschaltgerät

(57)Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Fehlerstromüberwachung beim elektrischen Koppeln einer Gleichspannungslast (200) über einen Plusleiter (8) und Minusleiter (10) an eine Gleichspannungsquelle (4) und insbesondere ein Gleichspannungsschaltgerät (100) zum Koppeln einer Gleichspannungslast (200) über einen Plusleiter (8) und Minusleiter (10) an eine Gleichspannungsquelle (4), bei welchem der Plusleiter (8) und der Minusleiter (10) durch das Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) geführt sind und welches ein Schaltelement (101, 106) zum Ankoppeln und Abkoppeln der Gleichspannungslast (200) umfasst, sowie einen Sensor (116), insbesondere einen Hall-Effekt-Sensor, der eingerichtet ist zum Erfassen eines sich insgesamt um den Plusleiter (8) und Minusleiter (10) herum ausbildenden Magnetfeldes; und eine mit dem Sensor (116) und dem Schaltelement (101, 106) verbundene Auswertevorrichtung (118), die eingerichtet ist zum Vergleichen des erfassten Magnetfeldes gegenüber einem Schwellwert und zum Aktivieren des Schaltelements (101, 106) zum Abkoppeln der Gleichspannungslast bei Durchschreiten des Schwellwertes.

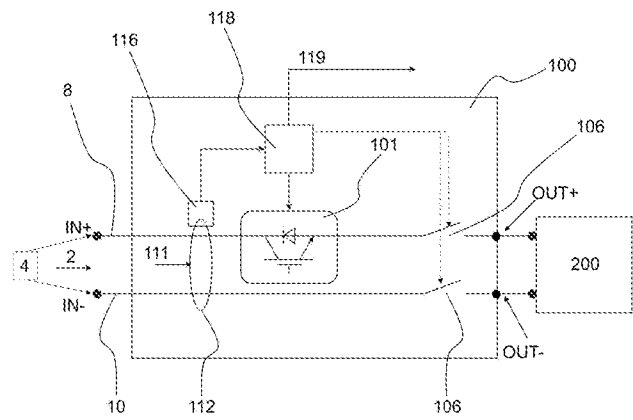


Fig. 1

Fehlerstromüberwachung für ein Gleichspannungsschaltgerät

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Fehlerstromüberwachung für ein
5 Gleichspannungsschaltgerät, insbesondere ein Verfahren zur Fehlerstromüberwachung
beim elektrischen Koppeln einer Gleichspannungslast über einen Plusleiter und
Minusleiter an eine Gleichspannungsquelle, ein Gleichspannungsschaltgerät zum
Koppeln einer Gleichspannungslast über einen Plusleiter und Minusleiter an eine
Gleichspannungsquelle sowie ein Schaltsystem mit wenigstens einem solchen
10 Gleichspannungsschaltgerät.

Aus dem Stand der Technik ist es grundsätzlich bekannt, zum elektrischen Koppeln von
Gleichspannungslasten an Gleichspannungsquellen Gleichspannungsschaltgeräte
einzusetzen. Hierbei können sowohl ein Plusleiter und ein Minusleiter, über welche die
15 Gleichspannungslast an die Gleichspannungsquelle gekoppelt wird, durch das
Gleichspannungsschaltgerät geführt sein. Im Rahmen der Erfindung muss die
Gleichspannungslast keine einzelne Last sein, sondern kann sich auch aus einer Gruppe
von Gleichspannungslasten zusammensetzen oder als ein Gleichstromnetz ausgebildet
sein, mit einer Vielzahl von darüber betriebenen Gleichspannungslasten. Solche
20 Gleichspannungsschaltgeräte zum elektrischen Koppeln von Gleichspannungslasten an
Gleichspannungsquellen gewinnen immer mehr an Bedeutung, insbesondere auf
Fabrikebene und/oder bei der Umsetzung intelligenter Netze, da ein übergeordnetes
Energiemanagementsystem für die wirtschaftliche und die energetische Optimierung
des elektrisch gekoppelten Gleichstromnetzes einfach integriert werden kann und
25 vordefinierte Strom-Spannungs-Kennlinien in den folglich enthaltenen
Gleichspannungsgeräten für den sofortigen Ausgleich von Leistungsbedarf und
Leistungsangebot sorgen können. Darüber hinaus können viele Komponenten, die bei
Wechselstrom benötigt werden, bei Gleichstrom entfallen. Die Vorteile einer
Gleichstrom-Versorgung (DC-Versorgung) für Industrie-Anlagen liegen daher auf der
30 Hand. Im Rahmen der Erfindung kann eine an eine Gleichspannungsquelle jeweils
elektrische koppelbare Gleichspannungslast folglich insbesondere auch eine logische
Einheit bilden und/oder Komponenten mit starken funktionalen Abhängigkeiten
zueinander besitzen und/oder Zwischenkreiskapazitäten beinhalten, um schaltfrequente

Ausgleichsvorgänge zwischen einzelnen Geräten von der Gleichspannungsquelle bzw. der DC-Versorgung fern zu halten, und/oder über ein Gleichspannungsschaltgerät an die Gleichspannungsquelle bzw. die DC-Versorgung elektrisch gekoppelt sein.

- 5 Fließt hierbei in einem Gleichstromkreis ein Fehlerstrom, also insbesondere ein Strom, der aufgrund eines Isolationsfehlers über eine gegebene Fehlerstelle fließt, muss bei Erreichen eines bestimmten Schwellwertes der Gleichstromkreis in der Regel aus Sicherheitsgründen abgeschaltet werden. Ferner muss insbesondere bei Netzformen, bei denen das Erdpotential nicht von den aktiven Leitern isoliert ist (z.B. TN-Netz), bei
- 10 einem Erdschluss der Fehlerort vom Rest des Netzes getrennt werden. Bei ausreichender Niederohmigkeit kann ein Erdschluss z.B. zu einem Erdschlussstrom führen, der eine vorgeschaltete Sicherung zum Ansprechen bringt. Bei einem hochohmigen Erdschluss dagegen ist der Erdschlussstrom oftmals zu gering, um die Sicherung ansprechen zu lassen. Insbesondere solche Erdströme als eine Art von
- 15 Fehlerströmen sind besonders gefährlich, da sie zu Stromunfällen oder zu Anlagenbränden führen können.

- Zur Fehlerstromüberwachung beim elektrischen Koppeln einer Gleichspannungslast an eine Gleichspannungsquelle sind aus dem Stand der Technik unterschiedliche Verfahren
- 20 und Vorrichtungen bekannt, wobei hierzu beispielhaft auf die DE 10 2019 203 983 A1, DE 10 2019 203 977 B4, EP 3 723 220 A1, EP 3 723 224 A1, WO 2008/022404 A1 und WO 2018/172134 A1 verwiesen wird.

- Aufgabe der Erfindung ist es, eine neue, insbesondere auch eine gegenüber dem Stand
- 25 der Technik verbesserte Art einer Fehlerstromüberwachung beim elektrischen Koppeln einer Gleichspannungslast über einen Plusleiter und Minusleiter an eine Gleichspannungsquelle zu schaffen, welche mit einer geringen Anzahl von Komponenten auskommt.

- 30 Die Lösung gemäß Erfindung ist durch ein Verfahren, ein Gleichspannungsschaltgerät und ein Schaltsystem mit den Merkmalen gemäß anhängendem Anspruch 1, 3 bzw. 9 gegeben.

Demgemäß ist ein Verfahren zur Fehlerstromüberwachung beim elektrischen Koppeln einer Gleichspannungslast über einen Plusleiter und Minusleiter an eine Gleichspannungsquelle vorgeschlagen, bei welchem ein sich insgesamt um den Plusleiter und Minusleiter herum ausbildenden Magnetfeld erfasst und anschließend
5 gegenüber einem Schwellwert verglichen wird, wobei bei Durchschreiten des Schwellwertes, die Gleichspannungslast abgekoppelt wird.

Insbesondere wird somit ferner ein Gleichspannungsschaltgerät zum Koppeln einer Gleichspannungslast über einen Plusleiter und Minusleiter an eine
10 Gleichspannungsquelle vorgeschlagen, wobei die Plus- und Minusleiter durch das Gleichspannungsschaltgerät geführt sind und welches ein Schaltelement zum Ankoppeln und Abkoppeln der Gleichspannungslast, einen Sensor und eine mit dem Sensor und dem Schaltelement verbundene Auswertevorrichtung besitzt, wobei der Sensor, insbesondere ein Hall-Effekt-Sensor, zum Erfassen eines sich insgesamt um den
15 Plusleiter und Minusleiter herum ausbildenden Magnetfeldes eingerichtet ist und Auswertevorrichtung zum Vergleichen des erfassten Magnetfeldes gegenüber einem Schwellwert sowie zum Aktivieren des Schaltelements zum Abkoppeln der Gleichspannungslast bei Durchschreiten des Schwellwertes.

20 Es sei darauf hingewiesen, dass das Durchschreiten des Schwellwertes im Rahmen der Erfindung zweckmäßig das Überschreiten in positiver Richtung sowie das Unterschreiten in negativer Richtung umfasst.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist folglich darin zu sehen, dass nur ein einziger
25 Sensor zu Erfassung eines Fehlerstroms in Bezug auf die Plus- und Minusleiter, denn gibt es keinen Fehlerstrom, insbesondere Stromfluss zum Erdpotential, dann sind die Beträge der Ströme im Plusleiter und Minusleiter im Wesentlichen gleich groß und das sich insgesamt um den Plusleiter und Minusleiter herum ausbildende Magnetfeld hat folglich im Wesentlichen den Wert Null. Ferner können hierbei über den Vergleich mit
30 einem Schwellwert zweckmäßiger Weise auch tolerierbare Stromänderungen, -schwankungen und/oder -verluste beim Betreiben der Gleichspannungslast mitberücksichtigt werden.

Mit einem solchen Gleichspannungsschaltgerät lässt sich ferner insbesondere ein Schaltsystem umsetzen, bei welchem an einem Eingang des Gleichspannungsschaltgerätes der Plusleiter und der Minusleiter an ein gleichgerichtetes dreiphasiges AC-Netz oder an einen Gleichspannungsbuss als Gleichspannungsquelle
5 angeschlossen sind und an einem Ausgang des Gleichspannungsschaltgerätes über den Plusleiter und den Minusleiter ein Gleichspannungszweig mit der Gleichspannungslast an- und abkoppelbar ist.

Weitere zweckmäßige Ausführungsformen sind Gegenstand der anhängenden,
10 abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele detaillierter beschrieben, woraus sich weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung zeigen. In den Zeichnungen zeigen:

15

- Fig. 1 stark vereinfacht eine bevorzugte Ausführungsform eines Gleichspannungsschaltgerätes nach der Erfindung,
- Fig. 2 stark vereinfacht einen DC-Bus mit Plus- und Minusleiter als Gleichspannungsquelle mit zwei DC-Abzweigen, die mittels
20 Gleichspannungsschaltgeräten gemäß der Erfindung an den DC-Bus gekoppelt werden können,
- Fig. 3a stark vereinfacht die von einem Ferritkern umschlossenen Plus- und Minusleiter mit einem in einem Luftspalt des Ferritkerns angeordneten Sensor, und
- 25 Fig. 3b stark vereinfacht die auf einer Leiterplatte angeordneten Plus- und Minusleiter, wobei die Leiterplatte von einem Ferritkern umschlossen und in einem Luftspalt des Ferritkerns ein Sensor angeordnet ist.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen
30 anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele detaillierter beschrieben.

In Fig. 1 ist stark vereinfacht eine bevorzugte Ausführungsform eines Gleichspannungsschaltgerätes nach der Erfindung gezeigt, mittels welchem in

zweckmäßiger Weise ein Verfahren zur Fehlerstromüberwachung beim elektrischen Koppeln einer Gleichspannungslast 200 über einen Plusleiter 8 und Minusleiter 10 an eine Gleichspannungsquelle 4 umsetzbar ist, bei welchem ein sich insgesamt um den Plusleiter und Minusleiter herum ausbildendes Magnetfeld erfasst, das erfasste

5 Magnetfeld anschließend gegenüber einem Schwellwert verglichen werden kann und bei Durchschreiten des Schwellwertes die Gleichspannungslast 200 abgekoppelt werden kann.

Im Einzelnen ist bei Fig. 1 ein Gleichspannungsschaltgerät 100 dargestellt, welches zum

10 Koppeln einer Gleichspannungslast 200 über einen Plusleiter 8 und einen Minusleiter 10 an eine Gleichspannungsquelle 4 eingerichtet ist. Mittels des Gleichspannungsschaltgeräts 100 wird quasi ein Gleichspannungsabzweig 2 zwischen der Gleichspannungsquelle 4 und der Gleichspannungslast 200 eingerichtet. Der Plusleiter 8 und der Minusleiter 10 sind hierbei durch das Gleichspannungsschaltgerät

15 100 geführt. Das Gleichspannungsschaltgerät 100 umfasst, d.h. beinhaltet ein Schaltelement, d.h. zumindest ein Schaltelement 101 zum Ankoppeln und Abkoppeln der Gleichspannungslast 200. Dieses Schaltelement 101 ist insbesondere ein halbleiterbasiertes, elektronisch steuerbares Schaltelement, welches zweckmäßig auch für das betriebliche Schalten in einem der Stromleiter, d.h. Plus- oder Minusleiter

20 benötigt wird. In der dargestellten Ausführungsform ist dieses Schaltelement 101 zum Ankoppeln und Abkoppeln der Gleichspannungslast 200 in den Plusleiter 8 integriert. Im Fall eines halbleiterbasierten, elektronisch steuerbaren Schaltelement kann dieses alternativ auch in anti-serieller Anordnung aufgebaut sein, d.h. insbesondere als bidirektionaler Schalter, so dass ein Betrieb der Gleichspannungslast, d.h. der hierfür

25 nötige Stromfluss mit entsprechenden Anschluss an die Gleichspannungsquelle, grundsätzlich bidirektional möglich und für die Begrenzung eines jeweiligen Stromflusses in die eine oder andere Richtung jeweils einer der antiseriell geschalteten Dioden des Halbleiterelements Sorge tragen kann. Grundsätzlich kann selbstverständlich auch ein weiteres Halbleiterschaltelement im jeweils anderen Leiter,

30 d.h. gemäß Fig. 1 auch im Minusleiter integriert sein.

Ferner umfasst das Gleichspannungsschaltgerät 100 einen Sensor 116, der zum Erfassen eines sich insgesamt um den Plusleiter 8 und Minusleiter 10 herum ausbildenden

Magnetfeldes eingerichtet ist. Eine mit dem Sensor 116 und dem Schaltelement, d.h. zweckmäßig zumindest mit dem Schaltelement 101 verbundene Auswertevorrichtung 118 des Gleichspannungsschaltgeräts 100 ist schließlich eingerichtet, das erfasste Magnetfeld, d.h. in praktischer Umsetzung das wertemäßig erfasste Magnetfeld, gegenüber einem Schwellwert zu vergleichen und das Schaltelement, d.h. insbesondere das gemäß Fig. 1 gezeigte Schaltelement 101 zum Abkoppeln der Gleichspannungslast bei Durchschreiten des Schwellwertes entsprechend zu aktivieren. Da dieses gemäß dargestellter Ausbildung ein halbleiterbasiertes Schaltelement ist, ist die Gleichspannungslast 200 in Folge zumindest elektrisch abgekoppelt und kann nicht mehr über die Gleichspannungsquelle 4 betrieben werden.

Die Fehlerstromüberwachung gemäß der Erfindung erfolgt somit durch das Erfassen eines Differenzstroms oder Summenstroms über beide Leiter, wobei hierzu wiederum das sich insgesamt um den Plusleiter 8 und Minusleiter 10 herum ausbildende Magnetfeld erfasst wird. Dabei ist unter dem Begriff „Differenz“, wie er im Rahmen der vorliegenden Beschreibung und der Ansprüche verwendet wird, die betragsmäßige Differenz zu verstehen.

Zur Erfassung des Magnetfeldes kann als Sensor 116 folglich insbesondere ein Hall-Effekt-Sensor eingesetzt werden.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform, insbesondere für eine einfach zu realisierende Erfassung des sich insgesamt um diese Leiter herum ausbildenden Magnetfeldes sind, wie bei Fig. 1 skizziert, der Plusleiter 8 und der Minusleiter 10 durch eine gemeinsame Durchgangsöffnung 111 eines Ferritkerns 112 geführt. Der vom Gleichspannungsschaltgerät somit hierzu zweckmäßig mitumfasste Ferritkern ist ferner bevorzugt an einer Stelle aufgetrennt, bildet dort folglich einen Luftspalt 114 aus, wobei der Sensor 116 an dieser aufgetrennten Stelle, d.h. insbesondere im Luftspalt 114 angeordnet wird bzw. ist. Mit Hilfe eines solchen Ferritkerns können die magnetischen Feldlinien somit zweckmäßig gebündelt und geführt werden.

Die Fig. 3a und 3b zeigen hierzu stark vereinfacht zwei mögliche zweckmäßige Ausführungsformen, bei welchen die Plus- und Minusleiter 8, 10 von einem Ferritkern 112 umschlossen sind und der Sensor 116 in einem Luftspalt 114 des Ferritkerns

- angeordnet ist. Bei der Fig. 3b sind die Plus- und Minusleiter 8, 10 hierbei auf einer Leiterplatte 115 angeordneten, d.h. insbesondere als Leiterbahnen ausgebildet, und die Leiterplatte 115 ist durch die Durchgangsöffnung 111 des Ferritkerns 112 geführt bzw. von dem Ferritkern 112 umschlossen. Auch kann der Sensor 116 bei Verwendung einer
- 5 Leiterplatte 115 gleichermaßen auf dieser platziert sein, und zwar zweckmäßig so, dass dieser wiederum im Luftspalt angeordnet ist. Gemäß Fig. 3b kann der Luftspalt auch durch den Sensor oder wie dargestellt, auch durch die Leiterplatte 115 und dem hierauf platzierten Sensor vollständig ausgefüllt sein.
- 10 Gibt es keinen Fehlerstrom, d.h. insbesondere keinen Stromfluss zum Erdpotential im Gleichspannungsabzweig, dann sind die Beträge der Ströme im Plusleiter und Minusleiter im optimalen Fall gleich groß, d.h. Summe der Ströme ist gleich Null bzw. die betragsmäßige Differenz ist gleich Null. Folglich ist der Sensor 116 bevorzugt angeordnet, bei betragsmäßig gleichem elektrischen Strom im Plusleiter 8 und
- 15 Minusleiter 10 kein Magnetfeld zu erfassen, beziehungsweise ein Magnetfeld mit dem Wert Null zu erfassen. Gibt es einen Fehlerstrom im Gleichspannungsabzweig, dann sind die Beträge der Ströme im Plusleiter 8 und Minusleiter 10 nicht mehr gleich groß und es kann folglich ein Magnetfeld ungleich Null erfasst werden. Das erfasste Magnetfeld kann somit ferner je nach Beträge der Ströme im Plusleiter 8 und
- 20 Minusleiter 10 und in Abhängigkeit der jeweiligen Stromrichtung folglich auch einen Wert größer oder auch kleiner Null annehmen. In Folge der erfindungsgemäßen Erfassung des Stromflusses insgesamt mittels Erfassung eines sich insgesamt um die Plus- und Minusleiter herum ausbildenden Magnetfeldes ist somit jedoch der Einsatz von nur einem einzigen Sensor für die Erkennung eines Fehlerstroms im
- 25 Gleichspannungsabzweig 2 einschl. der daran elektrisch angeschalteten Gleichspannungslast 200 notwendig.

- Die Auswertevorrichtung 118 kann zur Auswertung des erfassten Magnetfeldes, d.h. insbesondere zum Vergleichen des erfassten Magnetfeldes gegenüber einem
- 30 Schwellwert und zum Aktivieren des zumindest einen Schaltelements 101 eine analoge Schaltung, eine diskrete Schaltung oder bevorzugt auch einen μC (Mikrocontroller) besitzen. Überschreitet oder Unterschreitet je nach Ausführung und/oder Anwendungsgebiet der Differenz- bzw. Summenstrom einen insbesondere vorher

festgelegten Schwellenwert, so wird das Schaltelement, d.h. insbesondere das gemäß Fig. 1 gezeigte Schaltelement 101 zum Abkoppeln der Last 200 von der Quelle 4 entsprechend aktiviert, d.h. insbesondere abgeschaltet. Das Schaltelement zum Ankoppeln und Abkoppeln der Gleichspannungslast 200 kann ergänzend oder alternativ jedoch auch ein zweites und ein drittes Schaltelement 106 umfassen, insbesondere ein zweites und drittes elektromechanisches Schaltelement, wobei eines von dem zweiten und dritten Schaltelement 106 in den Plusleiter 8 und das andere in den Minusleiter 10 integriert ist. Hierdurch kann, insbesondere gleichermaßen mittels der Auswertevorrichtung 118 auch eine galvanische Entkopplung der Last 200 von der Quelle 4 bewirkt werden. Hierzu kann das zweite und dritte Schaltelement 106 folglich Relaiskontakte besitzen. Gemäß bevorzugter Ausbildung ist jedoch zumindest ein insbesondere als halbleiterbasiertes, elektronisch steuerbares Schaltelement eingerichtetes erstes Schaltelement 101 in den Plusleiter 8 oder in den Minusleiter 10 integriert.

Durchschreitet folglich der Wert des um beide Leiter insgesamt herum erfassten Magnetfeldes, und also insbesondere Differenzstrom bzw. Summenstrom beider Leiter, beispielsweise einen vorher festgelegten kritischen Wert, so kann je nach durchschrittenen Wert und spezieller Ausbildung das erste Schaltelement 101 und/oder das zweite sowie dritte Schaltelement 106 durch die Auswertevorrichtung 118 abgeschaltet und damit der Gleichspannungsabzweig elektrisch bzw. galvanisch von der Gleichspannungsquelle 4 entkoppelt. Ferner wird durch das Abschalten des zweiten sowie dritten Schaltelements 106 der Stromfluss in beide Richtungen verhindert, wohingegen beim Abschalten des wie bei Fig. 1 dargestellten ersten Schaltelements 101 der Stromfluss zunächst nur in einem der Leiter unterbunden wird, sofern nicht auch im jeweils anderen Leiter, d.h. gemäß Fig. 1 auch im Minusleiter, ein weiteres Halbleiterschaltelement integriert ist. Durch das zweite sowie dritte Schaltelement 106 erfolgt somit eine sichere Trennung des DC-Ausgangs vom DC-Eingang.

Die Auswertevorrichtung 118 besitzt hierbei ferner in zweckmäßiger Weiterbildung einen Meldeausgang oder eine Kommunikationsschnittstelle, und zwar zum Ausgeben 119 eines Meldesignals, wenn der Schwellwert durchschritten wird und/oder wenn der Schwellwert zwar nicht durchschritten wird, aber das erfasste Magnetfeld einen

betragsmäßig größeren Wert aufweist als ein gegenüber dem Schwellwert betragsmäßig kleinerer zweiter Schwellwert. Somit können über den Vergleich mit einem Schwellwert in äußerst zweckmäßiger Weise z.B. auch tolerierbare Stromänderungen, schwankungen und/oder –verluste beim Betreiben der Gleichspannungslast auf vielfältige und flexible Art und Weise mitberücksichtigt werden.

Zweckmäßig ist die Auswertungsvorrichtung 118 ferner nicht nur ausgebildet und eingerichtet, das Entkoppeln der Gleichspannungslast 200 bzw. den ganzen Gleichspannungsabzweig 2 elektrisch und/oder galvanisch von der Gleichspannungsquelle 4 mittels entsprechenden Aktivierungsbefehlen an das Schaltelement oder die Schaltelemente, d.h. zu dessen bzw. deren Ausschalten, zu bewirken sondern auch das elektrisch und/oder galvanische Ankoppeln der Gleichspannungslast 200 bzw. des ganzen Gleichspannungsabzweiges 2 an die Gleichspannungsquelle 4 mittels entsprechenden Aktivierungsbefehlen an das Schaltelement oder die Schaltelemente, d.h. zu dessen bzw. deren Einschalten, zu bewirken. Insbesondere ein Befehl an die Auswertungsvorrichtung 118 zum hierauf basierten Bewirken des Einschaltens kann gemäß zweckmäßiger Ausführung von der Auswertungsvorrichtung 118 beispielsweise auch über eine wie vorbeschriebene Kommunikationsschnittstelle oder über eine andere Eingangsschnittstelle, insbesondere einen digitalen Eingang, entgegengenommen werden.

Mit einem wie vorstehend in diversen Ausführungsvarianten beschriebenen Gleichspannungsschaltgerät lässt sich folglich ferner insbesondere ein Schaltsystem umsetzen, bei welchem an einem Eingang IN+, IN- des Gleichspannungsschaltgerätes 100 der Plusleiter 8 und der Minusleiter 10 an die Gleichspannungsquelle 4, z.B. auch an einen Gleichspannungsbuss als Gleichspannungsquelle 4, angeschlossen sind und an einem Ausgang OUT+, OUT- des Gleichspannungsschaltgerätes 100 über den Plusleiter 8 und den Minusleiter 10 ein Gleichspannungszweig mit der Gleichspannungslast 200 an- und abkoppelbar ist (vgl. Fig. 1).

In Fig. 2 ist hierauf basierend stark vereinfacht ein bevorzugtes Schaltsystem skizziert, welches ein erstes solches Gleichspannungsschaltgerät 100a einen Eingang und einen Ausgang besitzt, wobei der Plusleiter und der Minusleiter 10 Eingang an einen

Gleichspannungsbus 4a als Gleichspannungsquelle angeschlossen sind und am Ausgang über den Plusleiter und den Minusleiter ein Gleichspannungszweig 2a mit einer Gleichspannungslast 200a an- und abkoppelbar ist.

- 5 In zweckmäßiger Weiterbildung ist gemäß Fig. 2 ferner zumindest ein weiteres solches Gleichspannungsschaltgerät 100b mit einem Eingang und einen Ausgang umfasst, wobei auch bei diesem weiteren Gleichspannungsschaltgerät 100b der Plusleiter 8 und der Minusleiter 10 gleichermaßen am Eingang an den Gleichspannungsbus 4a angeschlossen sind und am Ausgang über den Plusleiter 8 und den Minusleiter 10 ein
10 weiterer Gleichspannungszweig 2b mit einer Gleichspannungslast 200b an- und abkoppelbar ist.

- Unter Würdigung vorstehender Beschreibung kann muss die Gleichspannungslast keine einzelne Last sein, sondern kann sich aus einer Gruppe von Gleichspannungslasten
15 zusammensetzen oder als ein Gleichstromnetz ausgebildet sein, mit einer Vielzahl von darüber betriebenen Gleichspannungslasten.

- Zum schnellen Entkoppeln der Gleichspannungslast oder des Gleichspannungsabzweigs von der Gleichspannungsquelle, insbesondere einem Gleichspannungsbus eignet sich in
20 praktischer Umsetzung für das halbleiterbasierte, elektronisch steuerbare Schaltelement 101 z.B. ein MOSFET („metal-oxide-semiconductor field-effect transistor“) oder IGBT („Insulated Gate Bipolar Transistor“).

- Mittels der vorbeschriebenen Auswertevorrichtung 118 lässt sich folglich anwendungsspezifisch und/oder je nach spezifischer Ausführung insbesondere
25 - eine Ladestrombegrenzung angeschlossener Gleichspannungslasten realisieren, d.h. ein Vorladen von Zwischenkreiskondensatoren der angeschlossenen Lasten auf das Eingangsspannungsniveau,
- eine Überwachung verschiedener Zustandsgrößen, wie z.B. der Eingangsspannung, der Ausgangsspannung, des Laststroms, und von
30 Ableitströmen gegen PE (Fehlerstrom),
- ein Abschalten im Fehlerfall, d.h. sobald eine Zustandsgröße den zulässigen Bereich verlässt.

- eine Fehlerstromabschaltung, d.h. ein Abschalten, wenn die Differenz der Ströme in Plus- und Minusleiter zu groß wird, und/oder
- eine schnelle Abschaltung bei einem Kurzschluss auf der Ausgangsseite.

5

10

15

20

25

30

Bezugszeichenliste

	2, 2a, 2b	Gleichspannungszweig
	4	Gleichspannungsquelle
5	4a	Gleichspannungsbus
	8	Positivleiter
	10	Negativleiter
	100, 100a, 100b	Gleichspannungsschaltgerät
	101	erstes Schaltelement
10	106	zweites, drittes Schaltelement
	111	Durchgangsöffnung
	112	Magnetkern
	114	Luftspalt
	115	PCB
15	116	Sensor
	118	Auswertevorrichtung
	119	Ausgabe von Meldeausgang oder Kommunikationsschnittstelle
	200, 200a, 200b	Gleichspannungslast

Patentansprüche

1. Verfahren zur Fehlerstromüberwachung beim elektrischen Koppeln einer Gleichspannungslast (200) über einen Plusleiter (8) und Minusleiter (10) an eine Gleichspannungsquelle (4), mit folgenden Schritten:
5 Erfassen eines sich insgesamt um den Plusleiter und Minusleiter herum ausbildenden Magnetfeldes,
Vergleichen (118) des erfassten Magnetfeldes gegenüber einem Schwellwert, und bei Durchschreiten des Schwellwertes, Abkoppeln der Gleichspannungslast
10 (200).
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Plusleiter und Minusleiter durch eine gemeinsame Durchgangsöffnung (111) eines an einer Stelle aufgetrennten und dort mit einem Sensor (116), insbesondere Hall-Effekt-Sensor versehenen Ferritkerns
15 (112) geführt werden.
3. Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) zum Koppeln einer Gleichspannungslast (200) über einen Plusleiter (8) und Minusleiter (10) an eine Gleichspannungsquelle (4), wobei der Plusleiter (8) und der Minusleiter (10) durch das
20 Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) geführt sind, umfassend:
 - ein Schaltelement (101, 106) zum Ankoppeln und Abkoppeln der Gleichspannungslast (200, 200a);
 - einen Sensor (116), insbesondere einen Hall-Effekt-Sensor, eingerichtet zum Erfassen eines sich insgesamt um den Plusleiter (8) und Minusleiter (10) herum
25 ausbildenden Magnetfeldes; und
 - eine mit dem Sensor (116) und dem Schaltelement (101, 106) verbundene Auswertevorrichtung (118), die eingerichtet ist zum Vergleichen des erfassten Magnetfeldes gegenüber einem Schwellwert und zum Aktivieren des Schaltelements (101, 106) zum Abkoppeln der Gleichspannungslast bei Durchschreiten des
30 Schwellwertes.
4. Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) nach Anspruch 3, wobei der Sensor (116) angeordnet ist, bei betragsmäßig gleichem elektrischen

Strom im Plusleiter und Minusleiter kein Magnetfeld zu erfassen,
und/oder,

wobei das Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) ferner einen, eine
Durchgangsöffnung (111) aufweisenden Ferritkern (112) umfasst, der an einer Stelle
5 zur Bildung eines Luftspaltes (14) aufgetrennt ist, wobei der Plusleiter und der
Minusleiter durch die Durchgangsöffnung (111) geführt sind und der Sensor im
Luftspalt (14) angeordnet ist.

10 5. Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) nach einem der Ansprüche 3 bis 4, wobei
das Schaltelement zum Ankoppeln und Abkoppeln der Gleichspannungslast ((200,
200a) ein erstes, in den Plusleiter (8) oder in den Minusleiter (10) integriertes
Schaltelement (101) umfasst, insbesondere ein halbleiterbasiertes, elektronisch
steuerbares Schaltelement.

15 6. Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, wobei
das Schaltelement zum Ankoppeln und Abkoppeln der Gleichspannungslast (200)
ein zweites und ein drittes Schaltelement (106) umfasst, insbesondere ein zweites
und drittes elektromechanisches Schaltelement umfasst, wobei eines von dem
zweiten und dritten Schaltelement (106) in den Plusleiter (8) und das andere in den
20 Minusleiter (10) integriert ist.

25 7. Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei
der Plusleiter (8) und der Minusleiter (10) als Leiterbahnen auf einer Platine
ausgeführt sind.

30 8. Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) nach einem der Ansprüche 3 bis 7, wobei
die Auswertevorrichtung (118) einen Meldeausgang oder eine
Kommunikationsschnittstelle besitzt, zum Ausgeben (119) eines Meldesignals, wenn
der Schwellwert durchschritten wird und/oder wenn der Schwellwert zwar nicht
durchschritten wird, aber das erfasste Magnetfeld einen betragsmäßig größeren Wert
aufweist als ein gegenüber dem Schwellwert betragsmäßig kleinerer zweiter
Schwellwert.

9. Schaltsystem mit einem Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) nach einem der Ansprüche 3 bis 8, wobei das Gleichspannungsschaltgerät (100, 100a) einen Eingang und einen Ausgang besitzt, wobei der Plusleiter (8) und der Minusleiter (10) am Eingang an einen Gleichspannungsbuss (4a) als Gleichspannungsquelle (4) angeschlossen ist und am Ausgang über den Plusleiter (8) und den Minusleiter (10) ein Gleichspannungszweig (2a) mit der Gleichspannungslast (200, 200a) an- und abkoppelbar ist.

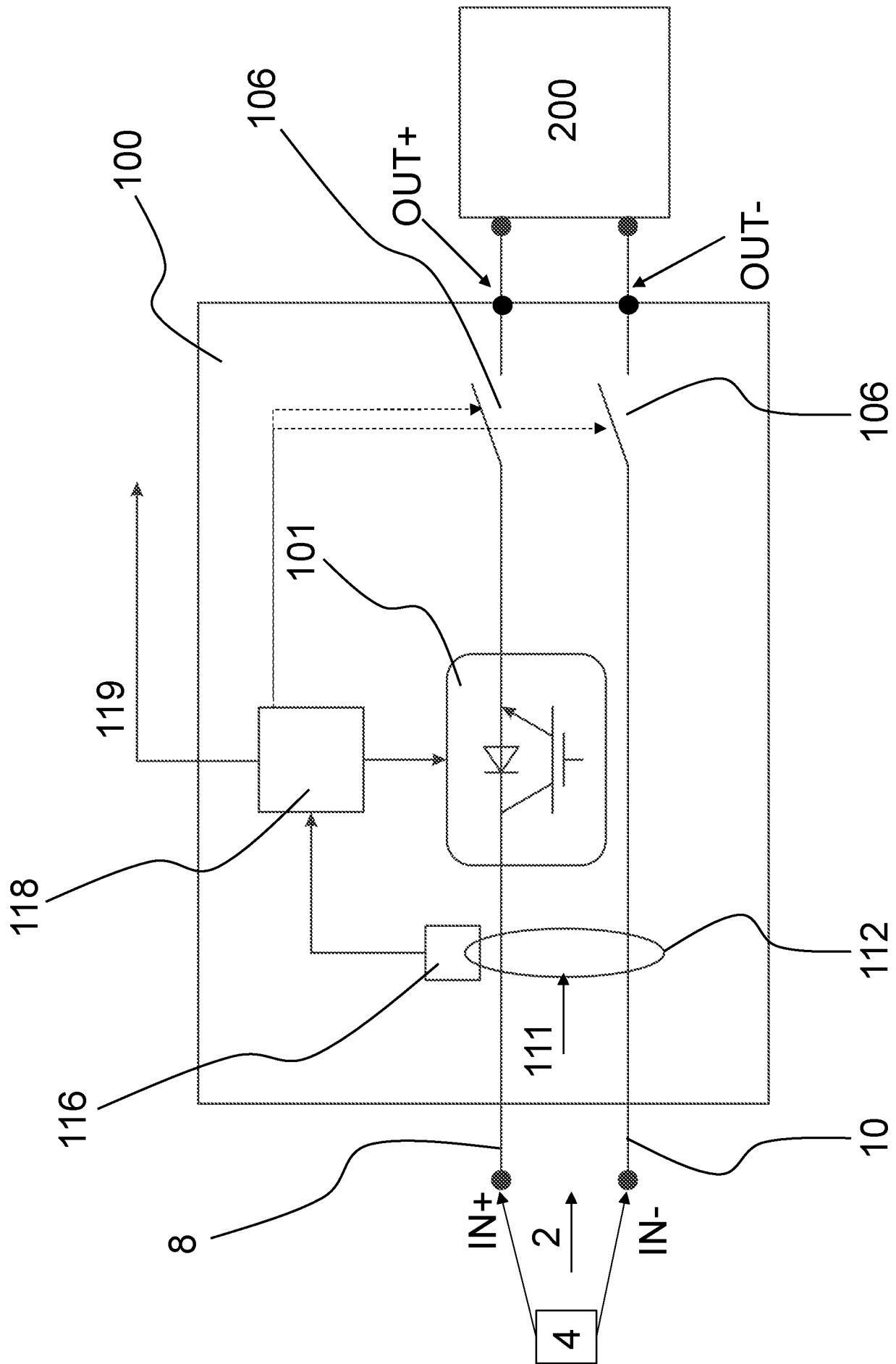
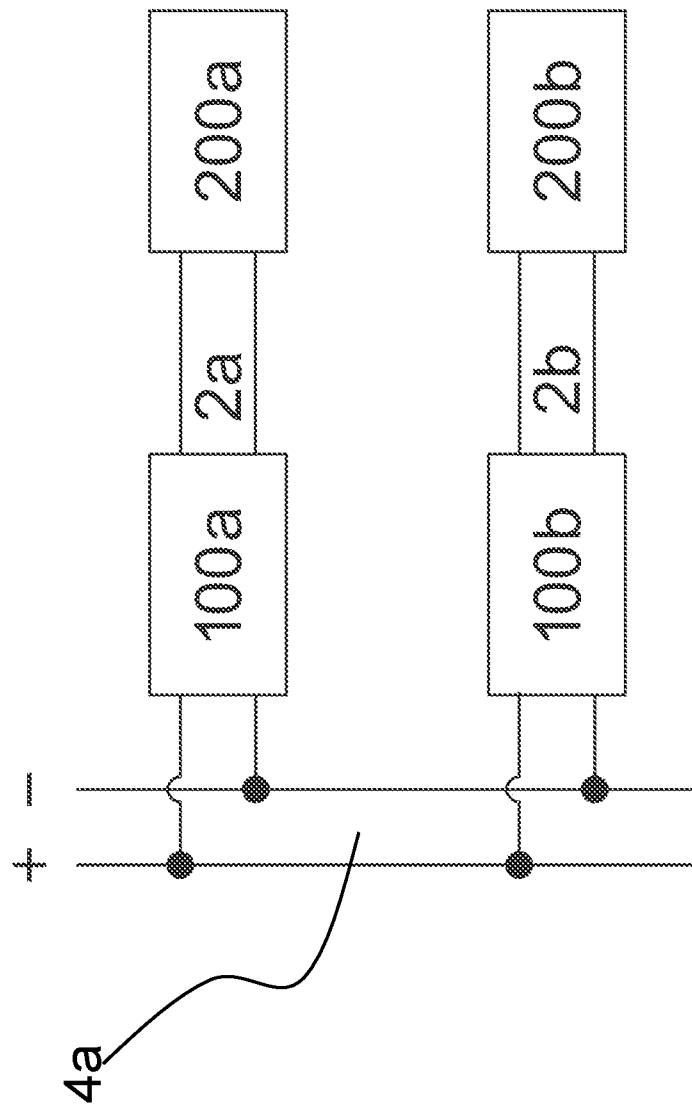


Fig. 1

Fig. 2



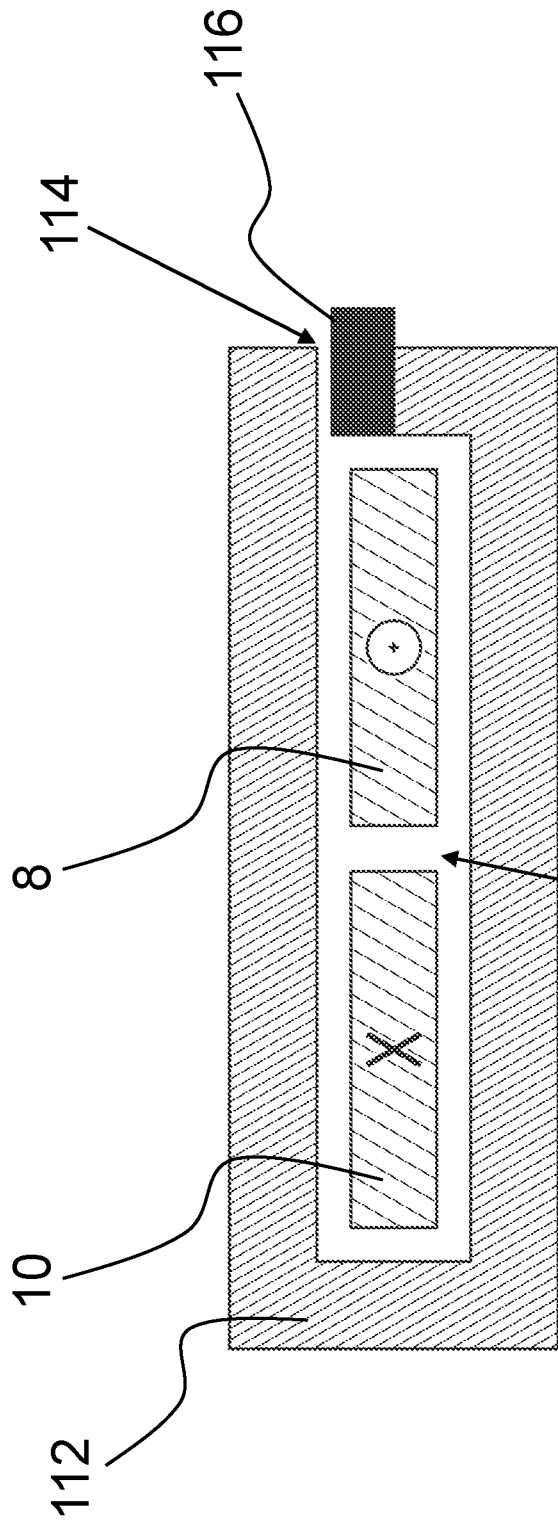


Fig. 3a

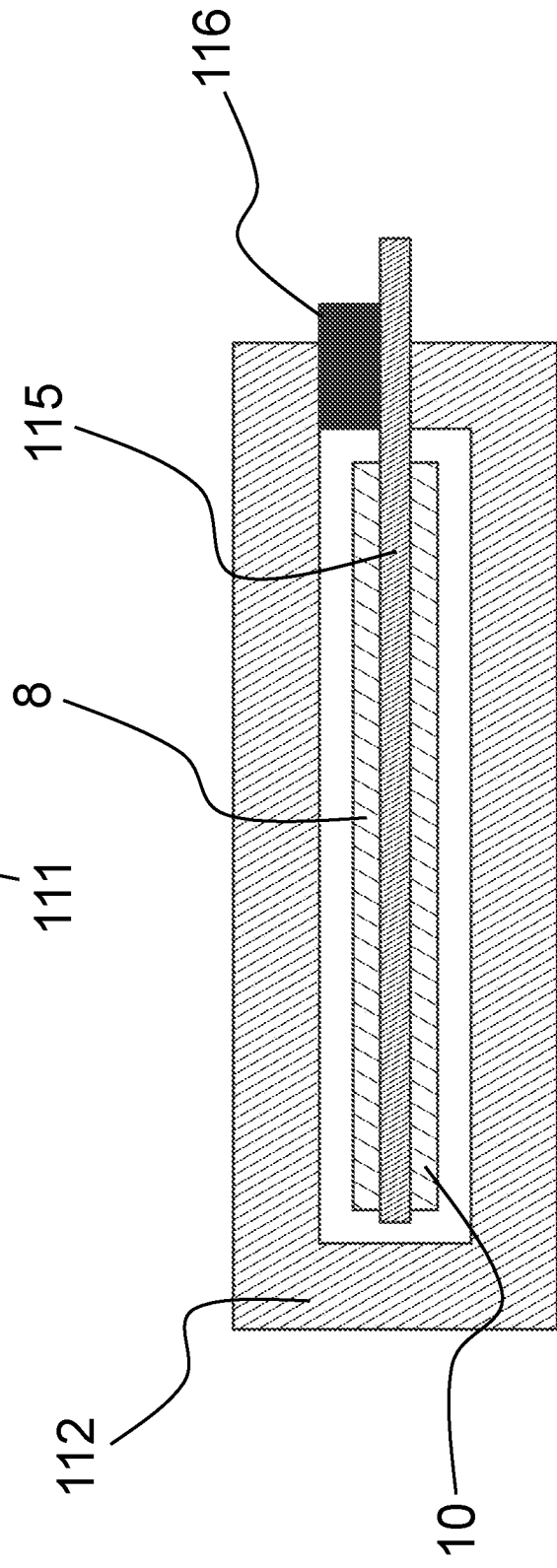


Fig. 3b

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

BO 12296
BE 202105520

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 739 275 A (KIMBALL DORR [US] ET AL) 19. April 1988 (1988-04-19) * Spalte 2, Zeile 52 - Spalte 3, Zeile 47; Abbildung 1 * -----	1-9	INV. H02H3/087 H02H3/18 H02H3/33
A	DE 10 2019 203977 B4 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 24. Dezember 2020 (2020-12-24) * Spalte 0048 - Spalte 0062; Abbildung 2 * -----	1-9	
A	US 2014/268434 A1 (SIMONIN STEPHEN PAUL [US]) 18. September 2014 (2014-09-18) * Absatz [0027] - Absatz [0035]; Abbildungen 4A-D * -----	1-9	
A	US 2006/072270 A1 (MLADENIK JOHN E [US] ET AL) 6. April 2006 (2006-04-06) * Absatz [0035] - Absatz [0054]; Abbildungen 3,4 * -----	1-9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H02H
Abschlußdatum der Recherche		Prüfer	
28. März 2022		Lindquist, Jim	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
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		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	

ANHANG ZUM RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE BELGISCHE PATENTANMELDUNG NR.

BO 12296
BE 202105520

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.

28-03-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4739275 A	19-04-1988	KEINE	
DE 102019203977 B4	24-12-2020	CN 113785482 A	10-12-2021
		DE 102019203977 A1	24-09-2020
		EP 3921930 A1	15-12-2021
		WO 2020193167 A1	01-10-2020
US 2014268434 A1	18-09-2014	CA 2905750 A1	02-10-2014
		CA 3086746 A1	02-10-2014
		CN 105144527 A	09-12-2015
		EP 2957009 A1	23-12-2015
		MX 343248 B	28-10-2016
		US 2014268434 A1	18-09-2014
		WO 2014158720 A1	02-10-2014
US 2006072270 A1	06-04-2006	KEINE	



SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr. BO12296	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 05.07.2021	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldung Nr. BE202105520
Internationale Patentklassifikation (IPK) INV. H02H3/087 H02H3/18 H02H3/33			
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 Lindquist, Jim
--	--------------------------

SCHRIFTLICHER BESCHEID

Anmeldung Nr.
BE202105520

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 der Bescheid auf folgender Grundlage erstellt worden:
 - a. Art des Materials:
 - ☐ Sequenzprotokoll
 - ☐ Tabelle(n) zum Sequenzprotokoll
 - b. Form des Materials:
 - ☐ in Papierform
 - ☐ in elektronischer Form
 - c. Zeitpunkt der Einreichung:
 - ☐ in der eingereichten Anmeldung enthalten
 - ☐ zusammen mit der Anmeldung in elektronischer Form eingereicht
 - ☐ nachträglich eingereicht
3. ☐ Wurden mehr als eine Version oder Kopie eines Sequenzprotokolls und/oder einer dazugehörigen Tabelle eingereicht, so sind zusätzlich die erforderlichen Erklärungen, dass die Information in den nachgereichten oder zusätzlichen Kopien mit der Information in der Anmeldung in der eingereichten Fassung übereinstimmt bzw. nicht über sie hinausgeht, vorgelegt worden.
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 Nein: Ansprüche 1-9
Erfinderische Tätigkeit	Ja: Ansprüche Nein: Ansprüche 1-9
Gewerbliche Anwendbarkeit	Ja: Ansprüche: 1-9 Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:**siehe Beiblatt**

Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung

Es wurde festgestellt, dass die Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

siehe Beiblatt

Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

siehe Beiblatt

Zu Punkt V

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

- 1 Es wird auf das folgende Dokument verwiesen:

D1 US 4 739 275 A
(KIMBALL DORR [US] ET AL)
19. April 1988 (1988-04-19)
- 2 Die unabhängige Ansprüche 1 und 3 sind nicht neu.
- 2.1 Im Vergleich mit Anspruch 1, D1 (Fig.1, Spalte 2, Zeile 52 - Spalte 3, Zeile 47) offenbart:

Verfahren zur Fehlerstromüberwachung beim elektrischen Koppeln einer Gleichspannungslast (1,2,3) über einen Plusleiter (13a,14a,15a) und Minusleiter (13b,14b,15b) an eine Gleichspannungsquelle (10), mit folgenden Schritten:
Erfassen (24) eines sich insgesamt um den Plusleiter und Minusleiter herum ausbildenden Magnetfeldes (25),
Vergleichen des erfassten Magnetfeldes gegenüber einem Schwellwert (Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 5), und
bei Durchschreiten des Schwellwertes, Abkoppeln der Gleichspannungslast (Spalte 1, Zeile 26-34).
- 2.2 Im Vergleich mit Anspruch 3, D1 (Fig.1, Spalte 2, Zeile 52 - Spalte 3, Zeile 47) offenbart:

Gleichspannungsschaltgerät (24,25) zum Koppeln einer Gleichspannungslast (1,2,3) über einen Plusleiter (13a,14a,15a) und Minusleiter (13b,14b,15b) an eine Gleichspannungsquelle (10), wobei der Plusleiter und der Minusleiter durch das Gleichspannungsschaltgerät (24,25) geführt sind, umfassend:
- ein Schaltelement (*hergeleitet aus Spalte 1, Zeile 26-34*) zum Ankoppeln und Abkoppeln der Gleichspannungslast (1,2,3);
- einen Sensor (24), ~~insbesondere einen Hall-Effekt-Sensor~~, eingerichtet zum Erfassen eines sich insgesamt um den Plusleiter (13a,14a,15a) und Minusleiter (13b,14b,15b) herum ausbildenden Magnetfeldes; und

- eine mit dem Sensor (24) und dem Schaltelement (*innewohnend*) verbundene Auswertevorrichtung (25), die eingerichtet ist zum Vergleichen des erfassten Magnetfeldes gegenüber einem Schwellwert und zum Aktivieren des Schaltelements zum Abkoppeln der Gleichspannungslast bei Durchschreiten des Schwellwertes (*hergeleitet aus Spalte 1, Zeile 28-34*).
- 2.3 Aus Spalte 1, Zeile 26-34 von D1 geht hervor dass ein Schwellenwert benutzt wird um zu entscheiden wenn einen Fehlerstrom vorliegt (Spalte 1, Zeile 26-27: "*A ground fault anywhere on the DC system causes an indication on the millammeter.*").
- 2.4 Weiter, würde zeitnah ein zweiter Fehlerstrom auftreten der einen weiteren Schwellenwert überschreitet, wird wird das Schaltelement aktiviert (Zeile 32-34) und die Gleichspannungslast abgekoppelt ("trip").
- 2.5 Von D1 ist es bekannt dass der Sensor einen Hall-Effekt-Sensor ist, siehe Spalte 3, Zeile 17-23 von D1.
- 3 Die Merkmale der abhängigen Ansprüche sind entweder vom Stand der Technik laut den zitierten Dokumenten bekannt, oder liegen die Beschreibung dieser Dokumente nahe. Diese Merkmale, in Zusammenhang mit den Merkmalen der vorherigen Ansprüchen, können deswegen der erfinderischen Tätigkeit keinen Beitrag leisten.
- Die Merkmale aus Anspruch 2, von dem Sensor mit den zwei durchlaufende Leitern, sind aus D1 bekannt, siehe 25 in Figur 1 und Spalte 3, Zeile 17-23.
- Die Merkmale aus Anspruch 4, bei denen wenn in den Leitern gleichen Strom fließt sich kein Magnetfeld entwickelt ist aus dem technischen Gebiet bekannt. Und die Merkmale von dem Sensor mit den zwei durchlaufende Leitern, sind aus D1 bekannt, siehe 25 in Figur 1 und Spalte 3, Zeile 17-23.
- Die Merkmale aus den Ansprüchen 5 und 6 von Schaltelementen, sind aus D1, siehe Spalte 1, Zeile 28-34 bekannt.
- Die Merkmale aus Anspruch 7 die Plus- und Minusleiter als Leitbahnen auf einer Platine auszuführen ist in Allgemein bekannt.

Die Merkmale aus Anspruch 8 von einer Auswertevorrichtung mit einer Kommunikationsschnittstelle ausgehend eines Meldesignal, ist auch in Allgemeinbekannt. Und die Merkmale der kleinere zweite Schwellenwert sind von D1 bekannt, siehe Spalte 1, Zeile 26-27: "A ground fault anywhere on the DC system causes an indication on the millammeter."

Die Merkmale aus Anspruch 9 von einem Schaltsystem mit einem Gleichspannungsschaltgerät mit einem Eingang zur Gleichspannungsquelle, und einem Ausgang zum Gleichspannungslast, sind aus D2 bekannt, siehe TK1 und TK2 in Figur 2 von D2.

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel in der Anmeldung

- 4 Das Dokument D1, das den nächsten Stand der Technik darstellt, ist nicht in der Beschreibung genannt. Das Dokument muss in die Beschreibung mit kurzer Erklärung eingeführt werden.

Unabhängige Ansprüche 1 und 3 müssen, gegenüber D1, in der zweiteiligen Form abgefasst.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

- 5 Mehrere Ansprüche beinhalten das Wort "insbesondere", siehe Ansprüche 2, 3, 5 und 6. Diese Ansprüche sind deswegen nicht klar, da es nicht klar ist, genau welche Merkmale die Ansprüche beinhalten.

Das Wort "insbesondere" muss in allen Ansprüchen entfernt werden.