



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2020 132 974.1**

(22) Anmeldetag: **10.12.2020**

(43) Offenlegungstag: **24.06.2021**

(51) Int Cl.: **H01R 13/703 (2006.01)**

**H01R 13/66 (2006.01)**

**H01H 9/30 (2006.01)**

(66) Innere Priorität:  
**10 2019 135 142.1 19.12.2019**

(71) Anmelder:  
**Phoenix Contact GmbH & Co. KG, 32825  
Blomberg, DE**

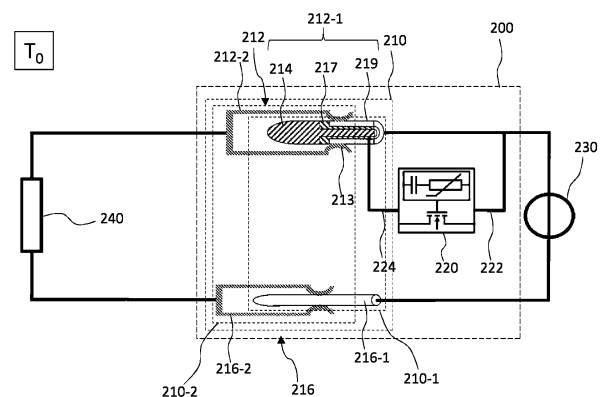
(72) Erfinder:  
**Klimpel, Marc, 32791 Lage, DE; Brand, Fredrik,  
32816 Schieder-Schwalenberg, DE; Krome,  
Karsten, 32756 Detmold, DE; Jürgenseimer,**

**Philipp, 32683 Barntrup, DE; Meyer, Rüdiger,  
Dr., 31812 Bad Pyrmont, DE; Loke, Sebastian,  
32676 Lügde, DE; Durth, Rainer, 32805 Horn-Bad  
Meinberg, DE; Hanses, Markus, 37671 Hörter,  
DE; Schäfers, Martin, 33104 Paderborn, DE;  
Beckmann, Ralf, 32758 Detmold, DE**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Steckkontaktvorrichtung zur Vermeidung eines Lichtbogens beim Trennen einer Gleichstromverbindung**

(57) Zusammenfassung: Eine Steckkontaktvorrichtung (200) zur Löschung eines Lichtbogens beim Trennen einer Gleichstromverbindung wird beschrieben. Die Steckkontaktvorrichtung (200) umfasst einen Steckverbinder (210) mit einem Hauptkontakt, HA (212). Der HA (212) umfasst eine als Stiftkontakt ausgebildete erste Kontakthälfte, HA1 (212-1), und eine als Buchsenkontakt ausgebildete zweite Kontakthälfte, HA2 (212-2), die lösbar zusammensteckbar sind. Die HA1 (212-1) umfasst einen Lastkontaktabschnitt, LA (219), einen Trennabschnitt, TA (217), und einen Hilfskontaktabschnitt, HI (214). Der HA (212) ist dazu ausgebildet, in einem zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) den LA (219) und die HA2 (212-2) elektrisch leitend zu verbinden; in einem gelösten Zustand ( $T_3$ ) den LA (219) und den HI (214) von der HA2 (212-2) galvanisch zu trennen; in einem ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) zwischen  $T_0$  und  $T_3$  den LA (219) und die HA2 (212-2) galvanisch zu trennen und mindestens den TA (217) mit einer Kontaktstelle (213) der HA2 (212-2) in Anlage zu bringen; und in einem zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) zwischen  $T_1$  und  $T_3$  den HI (214) mit dem HA2 (212-2) elektrisch leitend zu verbinden. Die Steckkontaktvorrichtung (200) umfasst ferner eine elektronische Schalteinheit (220) zwischen dem LA (219) und dem HI (214). In Reaktion auf einen Übergang von  $T_0$  zu  $T_1$  wird die elektronische Schalteinheit (220) elektrisch leitend. In Reaktion auf einen Übergang von  $T_1$  zu  $T_2$  und/oder von  $T_2$  zu  $T_3$  wird die elektronische Schalteinheit (220) elektrisch trennend.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Steckkontaktvorrichtung zur Vermeidung oder Löschung eines Lichtbogens beim Trennen oder Schließen einer Gleichstromverbindung.

**[0002]** Beim Trennen oder Schließen einer Gleichstrom-Verbindung (DC-Verbindung) muss, anders als bei einer Wechselstrom-Anwendung (AC-Anwendung), vermehrt mit einem Lichtbogen gerechnet werden. Besonders bei Steckverbindern stellt dies eine Herausforderung dar. Zum einen führt der Lichtbogen zu Schäden am Steckverbinder, sowohl an Gehäuseteilen als auch an den Kontakten. Zum anderen birgt der Lichtbogen aber auch eine Gefahr für den Bediener.

**[0003]** Es gibt verschiedene Konzepte, den Lichtbogen mit mechanischen Hilfsmitteln zu löschen, wie beispielsweise Opferzonen, oder mittels eines sogenannten Blasmagneten (aufgrund der auf das Plasma des Lichtbogens wirkenden Lorentz-Kraft) oder aufgrund einer Geschwindigkeit der Kontakttrennung.

**[0004]** Eine weitere Alternative ist die elektronische Funkenlöschung. Dabei wird der Lichtbogen mithilfe elektronischer Komponenten unterdrückt. Das Prinzip lässt sich mit einem elektronischen Schalter vergleichen. Wie bei einem mechanischen Schalter wird der Stromkreis unterbrochen. Da jedoch kein physischer Kontakt geöffnet wird, entsteht dabei auch kein Lichtbogen. Der Stromkreis wird mittels elektronischer Komponenten unterbrochen. Halbleiterbauelemente wie Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (IGBTs), Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFETs) oder auch Varistoren verlagern dabei die Schaltleistung auf die elektronischen Baugruppen und die Kontakte werden somit geschützt. Solche Technologien sind beispielsweise in den Druckschriften EP 2 742 565 B1, US 2018/0006447 A1, DE000020253749A1 und DE10 2007 043 512 A1 beschrieben.

**[0005]** Dabei fließt der Strom im Normalbetrieb entweder permanent über die Elektronik, was kontinuierlich Verlustleistung erzeugt, oder während des Schaltvorganges wird der Stromfluss kurzzeitig über die Elektronik geführt und abgeschaltet, was energietechnisch deutlich besser ist. In diesem Fall ist ein zusätzlicher Hilfskontakt erforderlich, der parallel zu einem der Lastkontakte liegt und den Stromfluss über die Elektronik ermöglicht. Diese Varianten, wie beispielsweise in den Druckschriften EP 2 742 565 B1 und US 2018/0006447 A1 beschrieben, können sowohl in ein Steckverbindergehäuse integriert werden, als auch in einer Steckerleiste oder in einem Schaltschrank untergebracht werden. Die zuletzt beschriebene zentrale Platzierung der Elektronik in einer Steckerleiste oder in einem Schaltschrank hat dabei den

Vorteil, dass mit einem Modul beliebig viele Steckverbinder betrieben werden können. Wie beispielsweise im Dokument EP 2 742 565 B1 beschrieben, müssen dann in den Zuleitungen zu jedem der Hilfskontakte entsprechende Dioden verbaut werden, damit kein Kurzschluss zwischen den verschiedenen Strängen mehrerer Steckverbinder entsteht und nur der Strom des derzeit schaltenden Stranges (bzw. zu trennenden oder zu verbindenden Steckverbinders) über die Elektronik fließt.

**[0006]** Durch die im Dokument EP 2 742 565 B1 beschriebenen Dioden können zwar mehrere Steckverbinder parallel mit einem einzigen Elektronikmodul versorgt werden, allerdings funktioniert das nur für unidirektionale Netze. Eine Besonderheit von DC-Netzen ist, dass Energieflüsse bidirektional sein können, wie beispielsweise bei Akkumulatoren (Sekundärzellen), die sowohl Quelle, als auch Verbraucher des Gleichstroms sein können. Ebenso können Elektromaschinen als Verbraucher des Gleichstroms arbeiten, aber auch generatorisch beim Bremsen Energie zurückspeisen. Bei einer bidirektionalen Anwendung, beispielsweise dem Wechsel zwischen motorischem und generatorischem Betrieb einer Elektromaschine, funktioniert die beschriebene Diodenschaltung nicht. Hier müsste mit einem deutlichen Mehraufwand eine aufwändigere Schaltung jedes einzelnen Hilfskontakts umgesetzt werden.

**[0007]** Somit besteht die Aufgabe, eine Steckkontaktvorrichtung zur Vermeidung oder Löschung eines Lichtbogens beim Trennen oder Schließen einer Gleichstromverbindung bereitzustellen, welche sowohl in einem unidirektionalen als auch in einem bidirektionalen Netz betrieben werden kann. Alternativ oder ergänzend besteht die Aufgabe, eine kompakte Bauform einer Steckkontaktvorrichtung zu ermöglichen.

**[0008]** Die Aufgabe oder die Aufgaben wird oder werden mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0009]** Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden unter teilweiser Bezugnahme auf die Figuren beschrieben.

**[0010]** Gemäß einem Aspekt ist eine Steckkontaktvorrichtung zur Vermeidung oder Löschung eines Lichtbogens beim Trennen oder Schließen einer Gleichstromverbindung bereitgestellt. Die Steckkontaktvorrichtung umfasst mindestens einen Steckverbinder mit einem Hauptkontakt (HA) wobei der HA eine erste Kontakthälfte (HA1) und eine zweite Kontakthälfte (HA2), umfasst, die lösbar zusammensteckbar sind. Die HA1 umfasst einen Lastkontaktabschnitt (LA), einen Trennabschnitt (TA), und einen Hilfskon-

taktabschnitt (HI). Der HA ist dazu ausgebildet, in einem zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) des jeweiligen Steckverbinders den LA und die HA2 elektrisch leitend zu verbinden und vorzugsweise den HI und die HA2 galvanisch zu trennen. Der HA ist ferner dazu ausgebildet, in einem gelösten Zustand ( $T_3$ ) des jeweiligen Steckverbinders den LA und den HI (der HA1) von der HA2 galvanisch zu trennen. Ferner ist der HA dazu ausgebildet, in einem ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) des jeweiligen Steckverbinders zwischen dem zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) und dem gelösten Zustand ( $T_3$ ) den LA (der HA1) und die HA2 galvanisch zu trennen und vorzugsweise mindestens den TA mit einer Kontaktstelle der HA2 in Anlage (beispielsweise in mechanischen Kontakt) zu bringen. Der HA ist weiterhin dazu ausgebildet, in einem zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) des jeweiligen Steckverbinders zwischen dem ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) und dem gelösten Zustand ( $T_3$ ) den HI (der HA1) mit der HA2 elektrisch leitend zu verbinden und vorzugsweise den LA (der HA1) von der HA2 galvanisch zu trennen. Die Steckkontaktvorrichtung umfasst ferner eine elektronische Schalteinheit, deren erster Anschluss mit dem LA und deren zweiter Anschluss mit dem HI elektrisch leitend verbunden ist. Die elektronische Schalteinheit ist dazu ausgebildet, in Reaktion auf einen Übergang vom zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) in den ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss elektrisch leitend zu verbinden oder eine Impedanz zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss zu verkleinern, und in Reaktion auf einen Übergang vom ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) in den zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) und/oder vom zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) in den gelösten Zustand ( $T_3$ ) den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss elektrisch zu trennen oder eine Impedanz zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss zu vergrößern.

**[0011]** Ausführungsbeispiele der Steckkontaktvorrichtung können ermöglichen, auf Dioden an Hilfskontakten zu verzichten. Um auf die Diode verzichten zu können, ist vorgesehen, dass der Hilfskontaktabschnitt (HI) der ersten Kontakthälfte (HA1) im zusammengesteckten Zustand galvanisch von der zweiten Kontakthälfte (HA2) getrennt ist, beispielsweise mittels einer als räumliche Trennung und/oder einem als elektrische Isolierung ausgebildeten Trennabschnitt (TA) zum Lastkontaktabschnitt (LA) der HA1.

**[0012]** Der Lastkontaktabschnitt (LA, auch: Lastkontakt) und der Hilfskontaktabschnitt (HI, auch Hilfskontakt oder Steuerkontakt) können in einem (beispielsweise koaxialen) Stiftkontakt oder Buchsenkontakt (d.h. der HA1) integriert sein, vorzugsweise entlang einer Längsachse des Stiftkontakts oder Buchsenkontakts (d.h. der HA1). Hierzu können bestehende koaxiale Stiftkontakte oder Buchsenkontakte (auch: Koaxialkontakte) verwendet oder weitergebildet wer-

den, beispielsweise Stiftkontakte oder Buchsenkontakte aus der Daten- und/oder Signaltechnik, Lade-stecker (beispielsweise wie sie an Netzteilen verwendet werden) oder Klinkenstecker (beispielsweise wie sie an Audiokabeln verwendet werden).

**[0013]** Der (beispielsweise koaxiale) Stiftkontakt oder Buchsenkontakt (d.h. die HA1) des Steckverbinders kann zwei voneinander galvanisch getrennte Abschnitte als LA und HI umfassen. Ein vorderer Abschnitt (beispielsweise ein in Richtung des zusammengesteckten Zustands des Steckverbinders vorderer Teil) des Stiftkontakts oder Buchsenkontakts (d.h. der HA1) kann als HI ausgebildet sein. Ein hinterer Abschnitt (beispielsweise ein in Richtung des zusammengesteckten Zustands des Steckverbinders hinterer Teil) des Stiftkontaktes oder Buchsenkontakts (d.h. der HA1) kann als LA ausgebildet sein. Der TA kann an der HA1 in Längsrichtung (d.h. der Richtung der Längsachse) zwischen dem LA und dem HI angeordnet sein.

**[0014]** Der LA kann entweder mit dem Pluspol oder dem Minuspol einer Gleichstromquelle verbunden sein. Der HI kann mit der elektronischen Schalteinheit (auch: Löschelektronik) verbunden sein.

**[0015]** Im zusammengesteckten Zustand (auch: vollständig zusammengesteckten Zustand) kann der Stiftkontakt oder Buchsenkontakt (d.h. die HA1) so weit in den Buchsenkontakt oder Stiftkontakt (d.h. die HA2) eintauchen, dass der vordere Abschnitt (d.h. der HI) der HA1 die Kontaktstelle (die im Falle eines Buchsenkontakts als HA2 auch als Eingriff bezeichnet werden kann) des Buchsenkontakts oder Stiftkontakts (d.h. der HA2) nicht berührt und somit HI und HA2 galvanisch getrennt sind.

**[0016]** Bei einem Trennvorgang des Steckverbinders reißt die elektrische Verbindung am LA der HA1 ab. Es kann ein Lichtbogen zwischen der HA2 (d.h. der als Buchsenkontakt oder Stiftkontakt ausgebildeten HA2) und dem LA der als Stiftkontakt oder Buchsenkontakt ausgebildeten HA1 entstehen, während die HA2 mit dem HI der HA1 (d.h. dem Hilfskontaktabschnitt des Stiftkontaktes oder Buchsenkontakts) in Verbindung kommt. Dieser Lichtbogen löst vorzugsweise die elektronische Schalteinheit aus, beispielsweise indem zunächst eine Impedanz (vorzugsweise ein ohmscher Widerstand) der elektronischen Schalteinheit verringert wird, die im weiteren Verlauf den Stromkreis über den HI, beispielsweise nach einer festgelegten Zeitspanne, unterbricht und somit den Lichtbogen löscht.

**[0017]** Bei einer Steckkontaktvorrichtung mit mehreren Steckverbindern, die auch als Stränge bezeichnet werden, können Ausführungsbeispiele der Steckkontaktvorrichtung die Trennung der einzelnen Stränge voneinander durch die elektrische (vorzugsweise

physikalische oder galvanische) Trennung der jeweiligen Hilfskontakte (HI) der Steckkontaktvorrichtung im zusammengesteckten Zustand bewerkstelligen.

**[0018]** Hierin kann ein Zustand galvanischer Trennung auch als offener Zustand bezeichnet sein. Ein Zustand elektrisch leitender Verbindung kann auch als geschlossener Zustand bezeichnet sein.

**[0019]** Der mindestens eine Steckverbinder kann zusätzlich zu dem Hauptkontakt (HA) einen Gegenkontakt (GE), der auch als zweiter Hauptkontakt oder zweiter Lastkontakt bezeichnet werden kann, und/oder einen Erdungskontakt (PE, „physical earth“) umfassen. Der GE und/oder der PE können jeweils eine erste Kontakthälfte und eine zweite Kontakthälfte umfassen.

**[0020]** Der Hauptkontakt (HA) kann mit dem Pluspol einer Gleichstromquelle verbunden oder verbindbar sein. Der Gegenkontakt (GE) kann mit dem Minuspol einer Gleichstromquelle verbunden oder verbindbar sein. Der GE und/oder der PE können im zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ), im ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) und im zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) elektrisch leitend verbunden und im gelösten Zustand ( $T_3$ ) galvanisch getrennt sein.

**[0021]** Die elektronische Schalteinheit kann dazu ausgebildet sein, den Übergang zwischen den jeweiligen Zuständen aufgrund einer Änderung einer Spannung zwischen dem ersten und zweiten Anschluss zu bestimmen oder festzustellen.

**[0022]** Die elektronische Schalteinheit kann mindestens einen Halbleiterschalter umfassen. Die elektronische Schalteinheit kann mit dem HI des mindestens einen Steckverbinders in Reihe geschaltet sein. Die elektronische Schalteinheit kann auch als Löschelektronik bezeichnet werden.

**[0023]** Die elektronische Schalteinheit kann ferner dazu ausgebildet sein, in Reaktion auf einen Übergang vom gelösten Zustand ( $T_3$ ) in den zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) und/oder vom zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) in den ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss elektrisch leitend zu verbinden oder eine Impedanz zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss zu verkleinern, und in Reaktion auf einen Übergang vom ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) in den zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss elektrisch zu trennen oder eine Impedanz zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss zu vergrößern.

**[0024]** Die elektronische Schalteinheit kann dazu ausgebildet sein, den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss für einen bidirektionalen Stromfluss

oder für beide Stromrichtungen elektrisch leitend zu verbinden. Ein bidirektionaler Stromfluss kann durch einen Gleichrichter gewährleistet werden.

**[0025]** Ein Pol einer Gleichstromquelle der Gleichstromverbindung, vorzugsweise ein Pluspol der Gleichstromquelle, kann mit der HA1 des HA und/oder dem ersten Anschluss der elektronischen Schalteinheit elektrisch leitend verbunden oder verbindbar sein. Ein Pol eines elektrischen Verbrauchers, vorzugsweise ein Pluspol des Verbrauchers, kann mit der HA2 des HA elektrisch leitend verbunden oder verbindbar sein. Alternativ oder ergänzend kann ein Pol einer Gleichstromquelle der Gleichstromverbindung, vorzugsweise ein Pluspol der Gleichstromquelle, mit der HA2 des Hauptkontakts elektrisch leitend verbunden oder verbindbar sein. Ein Pol eines elektrischen Verbrauchers, vorzugsweise ein Pluspol des Verbrauchers, kann mit der HA1 des Hauptkontakts und/oder dem ersten Anschluss der elektronischen Schalteinheit elektrisch leitend verbunden oder verbindbar sein.

**[0026]** Beispielsweise kann die Gleichstromquelle einen wiederaufladbaren elektrischen Energiespeicher (vorzugsweise Sekundärzellen) umfassen und der elektrische Verbraucher kann eine Elektromaschine (E-Maschine) umfassen. Die E-Maschine kann (vorzugsweise temporär) generatorisch betrieben werden, wobei sich die Stromrichtung des Gleichstroms (vorzugsweise zu einer Rekuperation) durch die Steckkontaktvorrichtung umkehrt.

**[0027]** Die HA1 kann einen Stiftkontakt und die HA2 einen Buchsenkontakt (auch: eine Buchse) umfassen. Alternativ kann die HA2 einen Stiftkontakt und die HA1 einen Buchsenkontakt umfassen.

**[0028]** Ein Außenprofil des Stiftkontakts und/oder ein Innenprofil des Buchsenkontakts des HA des jeweiligen Steckverbinders kann einen runden, ovalen oder mehreckigen Querschnitt aufweisen. Der HA kann eine Längsachse aufweisen. Die HA1 und die HA2 können entlang der Längsachse zusammensteckbar und lösbar sein. Alternativ oder ergänzend können die HA1 und die HA2 entlang einer Querachse, die quer oder senkrecht zur Längsachse ist, zusammensteckbar und lösbar sein.

**[0029]** Der LA und der HI der HA1 können koaxial entlang der Längsachse angeordnet sein. Der HI kann entlang der Längsachse in Richtung des Zusammensteckens vor dem TA und der TA kann entlang der Längsachse in Richtung des Zusammensteckens vor dem LA der HA1 angeordnet sein.

**[0030]** Der TA der HA1 kann eine umlaufende Isolierung umfassen. Der TA kann eine äußere (aus Sicht der Zusammensteck-Richtung) Teillänge des Stiftkontakts oder Buchsenkontakts umfassen.

**[0031]** Die Ausdehnung der umlaufenden Isolierung kann entlang der Längsachse mindestens so groß sein wie die Ausdehnung der Kontaktstelle der HA2 des jeweiligen HA.

**[0032]** Die HA2 des HA kann entlang der Längsachse nur eine Kontaktstelle aufweisen.

**[0033]** Die elektronische Schalteinheit kann mindestens einen Halbleiterschalter umfassen, der dazu ausgebildet ist, bei Anliegen einer elektrischen Spannung zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss die Impedanz zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss zu verkleinern oder den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss elektrisch leitend zu verbinden.

**[0034]** Die elektronische Schalteinheit kann zum bidirektionalen Stromfluss zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss ausgebildet sein. Vorzugsweise kann die elektronische Schalteinheit zum bidirektionalen Stromfluss eine Gleichrichterbrücke umfassen. Die elektronische Schalteinheit kann eine Gleichrichterbrücke umfassen, die mit dem mindestens einen Halbleiterschalter verkettet ist. Beispielsweise ist mit einem oder mehreren Halbleiterschaltern, welche den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss wahlweise elektrisch leitend verbinden und trennen bzw. die Impedanz zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss wahlweise vergrößern und verkleinern, eine Gleichrichterbrücke verkettet. Zwei gegenüberliegende Anschlüsse der Gleichrichterbrücke können den ersten Anschluss und den zweiten Anschluss der elektronischen Schalteinheit umfassen. Zwei weitere gegenüberliegende Anschlüsse der Gleichrichterbrücke können über einen Halbleiterschalter und/oder ein RC-Glied und/oder einen Kondensator und/oder einen Varistor und/oder einen Thermistor miteinander verbunden oder verbindbar sein.

**[0035]** Die elektronische Schalteinheit kann zwei in zueinander entgegengesetzter Richtung miteinander in Reihe geschaltete Halbleiterschalter umfassen, denen jeweils in Sperrichtung eine Diode parallel geschaltet ist. Die jeweils parallel geschaltete Diode kann in Sperrichtung des Halbleiters als Bypass wirken. Optional kann die elektronische Schalteinheit ferner einen Trigger-Schaltkreis umfassen, der dazu ausgebildet ist, bei Anliegen der elektrischen Spannung zwischen dem ersten Anschluss und dem zweiten Anschluss ein Schließen eines Halbleiterschalters zu bewirken. Weiterhin optional kann der Trigger-Schaltkreis die Gleichrichterbrücke umfassen.

**[0036]** Alternativ oder ergänzend kann die elektronische Schalteinheit einen Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET) und/oder einen Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) und/oder ein RC-Glied mit einem Kondensator und ei-

nem veränderlichen Widerstand, beispielsweise einem Varistor und/oder Thermistor, umfassen.

**[0037]** Die Steckkontaktvorrichtung kann mindestens zwei Steckverbinder mit jeweils einem HA und eine elektronische Schalteinheit umfassen. Der erste Anschluss der elektronischen Schalteinheit kann mit dem LA der HA1 jedes HA elektrisch leitend verbunden sein. Der zweite Anschluss der elektronischen Schalteinheit kann mit dem HI der HA1 jedes HA elektrisch leitend verbunden sein. Die jeweils ersten Steckverbinderhälften der mindestens zwei Steckverbinder können an dieselbe Gleichstromquelle angeschlossen sein und/oder parallelgeschaltet sein.

**[0038]** Der mindestens eine Steckverbinder kann ferner einen Gegenpolkontakt (GE) mit einer ersten Kontakthälfte (GE1) und einer zweiten Kontakthälfte (GE2) umfassen für einen Gegenpol der Gleichstromverbindung bezüglich des LA des HA. Vorzugsweise ist der GE dazu ausgebildet, im zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) des jeweiligen Steckverbinders, im ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) des jeweiligen Steckverbinders und im zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) des jeweiligen Steckverbinders die GE1 und die GE2 elektrisch leitend zu verbinden. Die Kontakthälfte GE1 kann (beispielsweise als Stiftkontakt bezüglich der jeweiligen Kontaktstelle des Buchsenkontakts zu GE2 bzw. HA2) länger sein als der LA des HA. Insbesondere kann die Kontakthälfte GE1 oder GE2 des GE dieselbe Länge haben wie der HI des HA.

**[0039]** Der mindestens eine Steckverbinder kann ferner einen Erdungskontakt (PE oder „physical earth“) mit einer ersten Kontakthälfte (PE1) und einer zweiten Kontakthälfte (PE2) umfassen. Der PE kann dazu ausgebildet sein, im zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) des jeweiligen Steckverbinders, im ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) des jeweiligen Steckverbinders und im zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) des jeweiligen Steckverbinders die PE1 und die PE2 elektrisch leitend zu verbinden. Die Kontakthälfte PE1 kann (beispielsweise als Stiftkontakt bezüglich der jeweiligen Kontaktstelle des Buchsenkontakts zu PE2 bzw. HA2 oder GE2) länger sein als der HI des HA und/oder als die GE2.

**[0040]** Die GE1 und/oder die PE1 können als Stiftkontakt ausgebildet sein. Die GE2 und/oder die PE2 können als Buchsenkontakt ausgebildet sein. Alternativ können die GE1 und/oder die PE1 als Buchsenkontakt und die GE2 und/oder PE2 als Stiftkontakt ausgebildet sein. Alternativ oder ergänzend können der HA, der GE und optional der PE des jeweiligen Steckverbinders hermaphroditisch sein.

**[0041]** Der mindestens eine Steckverbinder kann jeweils eine erste Steckverbinderhälfte und eine zweite Steckverbinderhälfte umfassen. Die erste Steck-

verbinderhälfte kann die HA1 des HA sowie die GE1 des GE und optional die PE1 des PE umfassen. Die zweite Steckverbinderhälfte kann die HA2 des HA sowie die GE2 des GE und optional die PE2 des PE umfassen. Die erste Steckverbinderhälfte kann auch als Steckdose bezeichnet werden. Die zweite Steckverbinderhälfte kann auch als Netzstecker bezeichnet werden.

**[0042]** Die erste Steckverbinderhälfte und die zweite Steckverbinderhälfte des jeweiligen Steckverbinders können im zusammengesteckten Zustand mechanisch verbunden sein. Die erste Steckverbinderhälfte und die zweite Steckverbinderhälfte des jeweiligen Steckverbinders können im gelösten Zustand räumlich getrennt sein.

**[0043]** Jede Steckverbinderhälfte kann jeweils ein Gehäuse umfassen.

**[0044]** Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

**Fig. 1** ein aus dem Stand der Technik bekanntes Mehrfachstecksystem;

**Fig. 2** ein Ausführungsbeispiel einer Steckkontaktvorrichtung mit einem Hauptkontakt und einem Gegenpolkontakt mit elektronischer Schalteinheit;

**Fig. 3A** bis **Fig. 3C** ein zweites Ausführungsbeispiel einer Steckkontaktvorrichtung mit einem Hauptkontakt, Gegenpolkontakt und Erdungskontakt mit elektronischer Schalteinheit im zusammengesteckten Zustand und in Zwischenzuständen bei einem beispielhaften Trennvorgang;

**Fig. 4** ein drittes Ausführungsbeispiel der Steckkontaktvorrichtung als beispielhaftes Mehrfachstecksystem; und

**Fig. 5A** und **Fig. 5B** zwei Ausführungsbeispiele einer bidirektionalen elektronischen Schalteinheit.

**[0045]** **Fig. 1** zeigt schematisch ein aus dem Dokument EP 2 742 565 B1 bekanntes mechatronisches Mehrfachstecksystem. Das Mehrfachstecksystem umfasst mindestens zwei Steckverbinder  $S_1, S_2, \dots$ , die jeweils einen Hauptkontakt **8** mit einem Hauptsteckkontakt und mit einem Hauptgegenkontakt sowie jeweils einen dem Hauptkontakt **8** bei einem Aussteckvorgang nacheilenden Hilfskontakt **9** mit einem Hilfssteckkontakt und mit einem Hilfsgegenkontakt aufweisen. Ferner umfasst das Mehrfachstecksystem des Dokuments EP 2 742 565 B1 zur Löschung eines im Zuge eines Aussteckvorgangs entstehenden Lichtbogens eine einzige, den Steckverbindern  $S_1, S_2, \dots$  gemeinsame Halbleiterelektronik **10**, die mit dem Hilfskontakt **9** jedes Steckverbinders  $S_1, S_2, \dots$  über eine Diode **17** zur Vermeidung

eines Kurzschlusses, beispielsweise der Steckverbinder  $S_2$  und  $S_3$ , im Zuge eines Aussteckvorgangs eines oder mehrerer einzelner Steckverbinder, beispielsweise  $S_1$ , in Reihe geschaltet ist, und wobei die Halbleiterelektronik **10** zwei in Reihe geschaltete Halbleiterschalter und einen mit den Halbleiterschaltern verbundenen Energiespeicher aufweist, der zum Aufladen die im Zuge des Aussteckvorgangs entstehende Lichtbogenspannung zwischen den Halbleiterschaltern abgreift.

**[0046]** **Fig. 2** zeigt ein Ausführungsbeispiel einer allgemein mit Bezugszeichen **200** bezeichneten Steckkontaktvorrichtung zur Vermeidung oder Löschung eines Lichtbogens beim Trennen oder Schließen einer Gleichstromverbindung. Die Steckkontaktvorrichtung **200** umfasst einen allgemein mit Bezugszeichen **210** bezeichneten Steckverbinder mit einem Hauptkontakt (HA) **212** mit einer als koaxialer Stiftkontakt ausgebildeten ersten Kontakthälfte (HA1) **212-1** und einer als Buchsenkontakt ausgebildeten zweiten Kontakthälfte (HA2) **212-2**. Die HA1 **212-1** umfasst einen Lastkontaktabschnitt (LA) **219** und einen Hilfskontaktabschnitt (HI) **214** mit einem als umlaufende Isolierung ausgebildeten Trennabschnitt (TA) **217**. In Zusammensteckrichtung entlang einer Längsachse des HA **212** ist die HA1 **212-1** koaxial ausgebildet mit dem HI **214** vor dem umlaufenden TA **217**, der wiederum vor dem (nach außen gerichteten) LA **219** angeordnet ist. Der LA **219** und der HI **214** sind auf einer Außenfläche des HA1 **212-1** durch die umlaufende Isolierung des TA **217** galvanisch getrennt. Ferner sind der LA **219** und der HI **214** axial durch dieselbe oder eine weitere Isolierung getrennt. Eine elektronische Schalteinheit **220** ist über einen ersten Anschluss **222** parallel zum LA **219** geschaltet. Der HI **214** ist über einen zweiten Anschluss **224** in Reihe geschaltet mit der elektronischen Schalteinheit **220**. Die Steckkontaktvorrichtung **200** ist in **Fig. 2** im zusammengesteckten Zustand  $T_0$  gezeigt, in dem der LA **219** des Stiftkontakts **212-1** mit dem Buchsenkontakt (HA2) **212-2** über die Kontaktstelle **213** elektrisch leitend verbunden ist und der HI **214** räumlich von der Kontaktstelle **213** getrennt ist. Der Steckverbinder **210** umfasst ferner einen Gegenpolkontakt **216** mit einer ersten Kontakthälfte GE1 **216-1** und einer zweiten Kontakthälfte **216-2**. Eine erste Hälfte **210-1** des Steckverbinders **210** umfasst die HA1 **212-1** und die GE1 **216-1**. Eine zweite Hälfte **210-2** des Steckverbinders **210** umfasst die HA2 **212-2** und die GE **216-2**. Wie in **Fig. 2** dargestellt, kann die GE1 **216-1** als Stiftkontakt und die GE2 **216-2** als Buchsenkontakt ausgebildet sein. Alternativ kann der Steckverbinder **210** hermaphroditisch sein mit einer als Buchsenkontakt ausgebildeten GE1 **216-1** und einer als Stiftkontakt ausgebildeten GE2 **216-2**.

**[0047]** Im in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel ist die HA1 **212-1** mit einem Pol, beispielsweise dem Pluspol, einer Gleichstromquelle **230** verbunden und

die HA2 **212-1** mit dem gleichen Pol einer Last **240**. Die GE1 **216-1** ist mit dem Gegenpol, beispielsweise dem Minuspol, der Gleichstromquelle **230** verbunden und die GE **216-2** mit dem entsprechenden Pol der Last **240**.

**[0048]** Die elektronische Schalteinheit **220** in **Fig. 2** umfasst ein RC-Glied („Resistor Capacitor“). Das RC-Glied kann als Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET) oder Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) ausgebildet sein. Alternativ oder ergänzend können auch mehrere RC-Glieder, beispielsweise ein IGBT und ein MOSFET, in Reihe geschaltet sein. Optional umfasst die elektronische Schalteinheit ferner eine Gleichrichterbrücke (nicht gezeigt), die einen bidirektionalen Stromfluss in dem Gleichstromsystem ermöglicht. Durch eine Umkehr der Stromrichtung kann beispielsweise Bremsenergie einer generatorisch betriebenen Elektromaschine rekuperiert werden.

**[0049]** **Fig. 3A** bis **Fig. 3D** zeigen jeweils eine Steckkontaktvorrichtung **200**, deren Steckverbinder **210** einen Erdungskontakt („physical earch“ oder PE) **218** umfasst. Gleiche Komponenten der Steckkontaktvorrichtung wie in **Fig. 2** sind mit denselben Bezugszeichen bezeichnet. Der PE **218** umfasst eine erste Kontakthälfte PE1 **218-1**, die der ersten Hälfte **210-1** des Steckverbinders **210** zugeordnet ist und eine zweite Kontakthälfte PE2 **218-2**, die der zweiten Hälfte **210-2** des Steckverbinders **210** zugeordnet ist.

**[0050]** **Fig. 3A** zeigt die Steckkontaktvorrichtung **200** im zusammengesteckten Zustand  $T_0$ . Der LA **219** des HA **212** ist mit einem Pol, vorzugsweise dem Pluspol der Gleichspannungsquelle **230**, elektrisch leitend verbunden und über die Kontaktstelle **213** des HA2 **212-2** mit dem zugeordneten Pol der Last **240** verbunden. Der GE **216** ist mit dem Gegenpol der Gleichspannungsquelle **230** und der Last **240** elektrisch leitend verbunden. Der PE **218** ist ebenfalls elektrisch leitend verbunden. Der Kontakt HI **214** räumlich von der Kontaktstelle **213** des HA2 **212-2** getrennt. Der Hauptkontakt und der Gegenpolkontakt der Steckkontaktvorrichtung **200** in **Fig. 3A** stimmt mit derjenigen in **Fig. 2** überein. Die Steckkontaktvorrichtung **200** befindet sich im Normalbetrieb.

**[0051]** **Fig. 3B** zeigt die Steckkontaktvorrichtung **200** im ersten Zwischenzustand  $T_1$ , beispielsweise beim Trennen der Gleichstromverbindung, wobei der Steckverbinder **210** nicht mehr vollständig zusammengesteckt ist. Der LA **219** ist galvanisch getrennt von der HA2 **212-2**. Der TA **217**, welcher als umlaufende Isolierung ausgebildet sein kann, liegt an der Kontaktstelle **213** der HA2 **212-2** an. Zwischen dem LA **219** und der Kontaktstelle **213** des HA2 **212-2** entsteht ein Lichtbogen. Über den ersten Anschluss **222** wird die elektronische Schalteinheit **220** aktiviert. Die Aktivierung bewirkt, dass die elektronische Schaltein-

heit **220** (oder ihr RC-Glied) leitend wird. Optional ist bereits der HI **214** über die Kontaktstelle **213** mit der HA2 **212-2** leitend verbunden.

**[0052]** **Fig. 3C** zeigt die Steckkontaktvorrichtung **200** im zweiten Zwischenzustand  $T_2$ , in dem der Steckverbinder **210** noch nicht vollständig getrennt ist. Der als umlaufende Isolierung ausgebildete TA **217** befindet sich außerhalb des Buchsenkontakts HA2 **212-2**. Der HI **214** ist über die Kontaktstelle **213** mit der HA **212-2** elektrisch leitend verbunden. Der Gleichstrom fließt nun von der Gleichstromquelle **230** aus über die elektronische Schalteinheit **220**, den HI **214** und die HA2 **212-2**. Vorzugsweise umfasst die elektronische Schalteinheit **220** ein Zeitglied, welches bewirkt, dass der Stromfluss über den HI **214** und die HA2 **212-2** nach einer vorbestimmten Zeitspanne unterbrochen wird. Die Unterbrechung des Stromflusses kann zeitlich vor einer galvanischen Trennung des HI **214** von der HA2 **212-2** und/oder einer galvanischen Trennung der GE **216** und/oder PE **218** erfolgen. Nachdem der Stromfluss unterbrochen ist, können die erste Hälfte **210-1** und die zweite Hälfte **210-2** des Steckverbinders **210** ohne Lichtbogen getrennt werden.

**[0053]** **Fig. 3D** zeigt die Steckkontaktvorrichtung **200** beim Übergang vom zweiten Zwischenzustand  $T_2$  zum gelösten Zustand  $T_3$ . Dieser Übergang kann auch als dritter Zwischenzustand bezeichnet werden. Der HI **214** wird in diesem Zustand von der HA2 **212-2** galvanisch getrennt. Ferner wird der GE **216** galvanisch getrennt, während der Erdungskontakt PE **218** noch elektrisch leitend verbunden ist. Im (nicht gezeigten) gelösten Zustand  $T_3$  sind alle Kontakte HA **212** (sowohl HI **214** als auch LA **219** von HA2 **212-2**), GE **116** und PE **118** galvanisch getrennt. In dem gelösten Zustand  $T_3$  können die beiden Kontakthälften **210-1** und **210-2** des Steckverbinders **210** räumlich getrennt sein.

**[0054]** **Fig. 4** zeigt eine Steckkontaktvorrichtung **200** mit drei Steckverbindern **210**. Jeder Steckverbinder **210** ist baugleich zu dem Steckverbinder **210** gemäß **Fig. 3A** und im zusammengesteckten Zustand  $T_0$  dargestellt. Jeder HI **214** ist im zusammengesteckten Zustand  $T_0$  (durch den TA **217** galvanisch und) räumlich von der HA2 **212-2** getrennt. Auf der Seite der Gleichstromquelle **230** sind die HI **214** aller Steckverbinder **210** am Punkt **226** parallelgeschaltet, so dass alle HI **214** mit nur einer (gemeinsamen) elektronischen Schalteinheit **220** über den zweiten Anschluss **224** elektrisch leitend verbunden sind. Die (gemeinsame) elektronische Schalteinheit **220** ist mit den am Punkt **227** parallelgeschalteten LA **219** aller Steckverbinder **210** elektrisch leitend verbunden. Die GE **218** aller Steckverbinder **210** sind am Punkt **228** parallelgeschaltet.

**[0055]** Wird ein erster der Steckverbinder **210** getrennt, so wird wie mit Bezug auf **Fig. 3A** bis **Fig. 3D** beschrieben der zugehörige HI **214** in den leitenden zweiten (und optional ersten) Zwischenzustand  $T_2$  (und optional  $T_1$ ) überführt und eine Verbindung mit der elektronischen Schalteinheit **220** hergestellt. Die Steckverbinder **210** in den anderen (zusammengesteckten) Strängen sind von der Trennung des ersten Steckverbinders **210** und dem resultierenden Lichtbogen im zugehörigen HA **212** sowie Stromfluss im zugehörigen HI **214** nicht betroffen, da ihre jeweiligen HI **214** weiterhin (galvanisch und) räumlich von der (gemeinsamen) elektronischen Schalteinheit **220** getrennt sind. Es gibt im Normalbetrieb also keinen Kurzschluss zwischen verschiedenen Strängen. Wie in dem Patent von ETA besteht weiterhin eine Problematik analog zu der in der Patentschrift EP 2 742 565 B1 beschriebenen nur, wenn mehr als ein Steckverbinder **210** gleichzeitig getrennt werden können. Werden zwei (oder mehr) Steckverbinder **210** gleichzeitig gezogen, so kann ein Kurzschluss zwischen diesen beiden (oder mehr) Strängen auftreten.

**[0056]** Die Ausführungsbeispiele der **Fig. 2**, **Fig. 3A** bis **Fig. 4D** und **Fig. 4** weisen Stiftkontakte als HA1 **212-1**, GE1 **216-1** und PE1 **218-1** und Buchsenkontakte als HA2 **212-2**, GE2 **216-2** und PE2 **218-2** auf. Weitere (nicht gezeigte) Ausführungsbeispiele entsprechen einer Vertauschung der jeweiligen Buchsenkontakte und Stiftkontakte. Es sind beliebige hermaphroditische Kombinationen der Steckverbinderhälften möglich.

**[0057]** Durch die Steckkontaktvorrichtung **200**, insbesondere durch die Anordnung des TA **217** und des HI **214** in einem koaxialen Stiftkontakt oder Buchsenkontakt HA1 **212-1** mit dem LA **219**, können weitere Bauteile, insbesondere Dioden in oder an der ersten Kontakthälfte HA1 **212-1**, vermieden werden.

**[0058]** Das (beispielsweise im Ausführungsbeispiel der **Fig. 4** gezeigte) Mehrfachstecksystem kann auf Gebäudeinstallationsebene hoch skaliert werden. Die elektronische Schalteinheit (beispielsweise die Schalteinheit **220**) wird dementsprechend nicht in einem Mehrfachstecksystem integriert, sondern beispielsweise zentral in einer Unterverteilung eines Raumes oder einer Etage. Daher muss der beschriebene Hilfskontakt (beispielsweise HI **214**) über eine zusätzliche Leitung mit der elektronischen Schalteinheit (beispielsweise Schalteinheit **220**) verbunden werden. Da es sich nicht um eine Steuerleitung oder Signalleitung handelt, kann diese Verbindung auch als (koaxialer) X-Leiter bezeichnet werden.

**[0059]** **Fig. 5A** und **Fig. 5B** zeigen zwei Ausführungsbeispiele einer bidirektionalen elektronischen Schalteinheit **220**, die eine Gleichrichterbrücke umfasst. Die Gleichrichterbrücke ist über einen ersten

Anschluss **222** mit dem LA1 **219** und über einen zweiten Anschluss **224** mit dem HI **214** verbindbar.

**[0060]** Die beiden weiteren (inneren) Anschlüsse der Gleichrichterbrücke sind im in **Fig. 5A** gezeigten Ausführungsbeispiel über eine Parallelschaltung eines Halbleiterschalters und eines RC-Glieds mit variablem Widerstand miteinander verbunden, wobei die Impedanz des Halbleiterschalters mittels eines Steuersignals (gestrichelt gezeichnet) geändert werden kann. Über die Dioden der Gleichrichterbrücke wird unabhängig von einer außen (an dem ersten und zweiten Anschluss) anliegenden Polarität an den (beiden weiteren) inneren Anschlüssen eine spezifische Polarität sichergestellt und ein bidirektionaler Stromfluß durch die HA2 **212-2** und den LA1 **219** sowie die HA2 **212-2** und den HI1 **214** ermöglicht.

**[0061]** In dem in **Fig. 5B** gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst die elektronische Schalteinheit **220** einen Verpolschutz, der zwei in entgegengesetzter Richtung miteinander in Reihe geschalteten Halbleiterschalter und jeweils eine in Sperrrichtung parallel geschaltete Diode umfasst (links in **Fig. 5B**). Die jeweils parallel geschaltete Diode wirkt in Sperrrichtung des Halbleiterschalters als Bypass. Ferner umfasst die elektronische Schalteinheit **220** in **Fig. 5B** einen Trigger-Schaltkreis, der die beiden weiteren (inneren) Anschlüsse der Gleichrichterbrücke (rechts in **Fig. 5B**) verbindet. Der Trigger-Schaltkreis verändert (z.B. verringert) abhängig von einer außen anliegenden Polarität die Impedanz eines oder beider der zwei in Reihe geschalteten Halbleiterschalter mittels (gestrichelt dargestellter) Steuersignale. Alternativ kann auch ein unipolarer Halbleiterschalter verwendet werden.

**[0062]** Die Zuleitung zu der elektronischen Schalteinheit (beispielsweise Schalteinheit **220**) zu verlängern, ist für jemanden mit technischem Hintergrund womöglich noch offensichtlich und stellt für sich alleine keine technische Neuerung dar. Jedoch muss im Stand der Technik, beispielsweise in der Patentschrift EP 2 742 565 B1, jeder Steckverbinder (beispielsweise bestehend aus gleichstromquellenseitiger Buchseneinheit **4** und lastenseitiger Steckereinheit **5**) mit einer Diode **7**, entweder im Steckverbinder, oder zumindest irgendwo in der (als Zuleitung ausgebildeten) Hilfsleitung ausgestattet werden. In der erfindungsgemäßen Steckkontaktvorrichtung **200** werden diese Dioden durch eine sichere (galvanische und) räumliche Trennung der Hilfskontakte (beispielsweise der HI **214**) ersetzt. Der Hilfskontakt (beispielsweise HI **214**) ist dazu über einen (isolierenden) Trennabschnitt **217** in einer koaxialen (beispielsweise als Stiftkontakt ausgebildeten) ersten Kontakthälfte mit dem Lastkontakt (beispielsweise LA **219**) integriert, der im zusammengesteckten Zustand die metallischen Kontaktpartner des in der (beispielsweise als Stiftkontakt ausgebildeten) ersten



Kontakthälfte integrierten Hilfskontakts und der (beispielsweise als Buchsenkontakt ausgebildeten) zweiten Kontakthälfte räumlich voneinander trennt. Die Ausgestaltung in Form von rundem Stift und runder Buchse ist dabei nur exemplarisch. So ein Isolator kann auch bei hermaphroditischen Kontakten oder bei Flachkontakten eingesetzt werden. Da im zusammengesteckten Zustand die Hilfskontakte (beispielsweise HI **214**) aller Steckverbinder (beispielsweise Steckverbinder **210**) von den Buchsenkontakten oder Stiftkontakten (beispielsweise HA **212-2**) (galvanisch und) räumlich getrennt sind, kann somit auch kein Kurzschluss zwischen verschiedenen Steckverbindern entstehen. Erst beim Trennvorgang eines Steckverbinders wird eine leitende Verbindung zu der elektronischen Schalteinheit (beispielsweise der Schalteinheit **220**) hergestellt.

**[0063]** Obwohl die Erfindung in Bezug auf exemplarische Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, ist es für einen Fachmann ersichtlich, dass verschiedene Änderungen vorgenommen werden können und Äquivalente als Ersatz verwendet werden können. Ferner können viele Modifikationen vorgenommen werden, um eine bestimmte Situation oder ein bestimmtes Material an die Lehre der Erfindung anzupassen. Folglich ist die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfasst alle Ausführungsbeispiele, die in den Bereich der beigefügten Patentansprüche fallen.

#### Bezugszeichenliste

<b>DC-Quelle</b>	2
<b>Last</b>	3
<b>Buchseneinheit</b>	4
<b>Steckereinheit</b>	5
<b>Hinleiter</b>	6
<b>Rückleiter</b>	7
<b>Hauptkontakt</b>	8
<b>Hilfskontakt</b>	9
<b>Elektronik</b>	10
<b>Bypass/-leitung</b>	11, 12
<b>Dritter Kontakt</b>	13
<b>Leitung</b>	14, 15, 16
<b>Diode</b>	17
<b>Steckkontaktvorrichtung</b>	200
<b>Steckverbinder</b>	210
<b>Erste Steckverbinderhälfte</b>	210-1
<b>Zweite Steckverbinderhälfte</b>	210-2

<b>Hauptkontakt</b>	212
<b>Erste Kontakthälfte des Hauptkontakts</b>	212-1
<b>Zweite Kontakthälfte des Hauptkontakts</b>	212-2
<b>Kontaktstelle des Hauptkontakts</b>	213
<b>Hilfskontaktabschnitt</b>	214
<b>Lastkontaktabschnitt</b>	219
<b>Gegenpolkontakt</b>	216
<b>Erste Kontakthälfte des Gegenpolkontakts</b>	216-1
<b>Zweite Kontakthälfte des Gegenpolkontakts</b>	216-2
<b>Trennabschnitt</b>	217
<b>Erdungskontakt</b>	218
<b>Erste Kontakthälfte des Erdungskontakts</b>	218-1
<b>Zweite Kontakthälfte des Erdungskontakts</b>	218-2
<b>Elektronische Schalteinheit</b>	220
<b>Erster Anschluss</b>	222
<b>Zweiter Anschluss</b>	224
<b>Parallelschaltung von Hilfskontakten</b>	226
<b>Parallelschaltung von Lastkontakten</b>	227
<b>Parallelschaltung von Gegenpolkontakten</b>	228
<b>Gleichstromquelle</b>	230
<b>Last</b>	240
<b>Zusammengesteckter Zustand</b>	T <sub>0</sub>
<b>Erster Zwischenzustand</b>	T <sub>1</sub>
<b>Zweiter Zwischenzustand</b>	T <sub>2</sub>
<b>Gelöster Zustand</b>	T <sub>3</sub>

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- EP 2742565 B1 [0004, 0005, 0006, 0045, 0055, 0062]
- US 2018/0006447 A1 [0004, 0005]
- DE 000020253749 A1 [0004]
- DE 102007043512 A1 [0004]

## Patentansprüche

1. Steckkontaktvorrichtung (200) zur Vermeidung oder Löschung eines Lichtbogens beim Trennen oder Schließen einer Gleichstromverbindung, umfassend: mindestens einen Steckverbinder (210) mit einem Hauptkontakt, HA (212), wobei der HA (212) eine erste Kontakthälfte, HA1 (212-1), und eine zweite Kontakthälfte, HA2 (212-2), umfasst, die lösbar zusammensteckbar sind, wobei die HA1 (212-1) einen Lastkontaktabschnitt, LA (219), einen Trennabschnitt, TA (217), und einen Hilfskontaktabschnitt, HI (214), umfasst, wobei der HA (212) dazu ausgebildet ist,

- in einem zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) des jeweiligen Steckverbinders (210) den LA (219) und die HA2 (212-2) elektrisch leitend zu verbinden und den HI (214) von der HA2 (212-2) galvanisch zu trennen,
- in einem gelösten Zustand ( $T_3$ ) des jeweiligen Steckverbinders (210) den LA (219) und den HI (214) von der HA2 (212-2) galvanisch zu trennen,
- in einem ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) des jeweiligen Steckverbinders (210) zwischen dem zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) und dem gelösten Zustand ( $T_3$ ) den LA (219) und die HA2 (212-2) galvanisch zu trennen und mindestens den TA (217) mit einer Kontaktstelle (213) der HA2 (212-2) in Anlage zu bringen; und

- in einem zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) des jeweiligen Steckverbinders (210) zwischen dem ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) und dem gelösten Zustand ( $T_3$ ) den HI (214) mit der HA2 (212-2) elektrisch leitend zu verbinden und den LA (219) und die HA2 (212-2) galvanisch zu trennen; und eine elektronische Schalteinheit (220), deren erster Anschluss (222) mit dem LA (219) und deren zweiter Anschluss (224) mit dem HI (214) elektrisch leitend verbunden ist, wobei die elektronische Schalteinheit (220) dazu ausgebildet ist, in Reaktion auf einen Übergang vom zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) in den ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) den ersten Anschluss (222) und den zweiten Anschluss (224) elektrisch leitend zu verbinden oder eine Impedanz zwischen dem ersten Anschluss (222) und dem zweiten Anschluss (224) zu verkleinern, und in Reaktion auf einen Übergang vom ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) in den zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) und/oder vom zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) in den gelösten Zustand ( $T_3$ ) den ersten Anschluss (222) und den zweiten Anschluss (224) elektrisch zu trennen oder eine Impedanz zwischen dem ersten Anschluss (222) und dem zweiten Anschluss (224) zu vergrößern.

2. Steckkontaktvorrichtung (200) nach Anspruch 1, wobei die elektronische Schalteinheit (220) ferner dazu ausgebildet ist, in Reaktion auf einen Übergang vom gelösten Zustand ( $T_3$ ) in den zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) und/oder vom zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) in den ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) den ersten Anschluss (222) und den zweiten Anschluss (224) elektrisch leitend zu verbinden oder eine Impedanz

zwischen dem ersten Anschluss (222) und dem zweiten Anschluss (224) zu verkleinern, und in Reaktion auf einen Übergang vom ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) in den zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) den ersten Anschluss (222) und den zweiten Anschluss (224) elektrisch zu trennen oder eine Impedanz zwischen dem ersten Anschluss (222) und dem zweiten Anschluss (224) zu vergrößern.

3. Steckkontaktvorrichtung (200) nach Anspruch 1 oder 2, wobei ein Pol einer Gleichstromquelle (230) der Gleichstromverbindung, vorzugsweise ein Pluspol der Gleichstromquelle (230), mit der HA1 (212-1) des HA (212) und/oder dem ersten Anschluss (222) der elektronischen Schalteinheit (220) elektrisch leitend verbunden oder verbindbar ist, und wobei ein Pol eines elektrischen Verbrauchers, vorzugsweise ein Pluspol des Verbrauchers, mit der HA2 (212-2) des HA (212) elektrisch leitend verbunden oder verbindbar ist; und/oder

wobei ein Pol einer Gleichstromquelle (230) der Gleichstromverbindung, vorzugsweise ein Pluspol der Gleichstromquelle (230), mit der HA2 (212-2) des Hauptkontakts (212) elektrisch leitend verbunden oder verbindbar ist, und wobei ein Pol eines elektrischen Verbrauchers, vorzugsweise ein Pluspol des Verbrauchers, mit der HA1 (212-1) des Hauptkontakts (212) und/oder dem ersten Anschluss (222) der elektronischen Schalteinheit (220) elektrisch leitend verbunden oder verbindbar ist.

4. Steckkontaktvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die HA1 (212-1) einen Stiftkontakt und die HA2 (212-2) einen Buchsenkontakt umfasst, oder wobei die HA2 (212-2) einen Stiftkontakt und die HA1 (212-1) einen Buchsenkontakt umfasst.

5. Steckkontaktvorrichtung (200) nach Anspruch 4, wobei ein Außenprofil des Stiftkontakts und/oder ein Innenprofil des Buchsenkontakts des HA (212) des jeweiligen Steckverbinders (210) einen runden, ovalen oder mehreckigen Querschnitt aufweist.

6. Steckkontaktvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei der HA (212) eine Längsachse aufweist, und wobei die HA1 (212-1) und die HA2 (212-2) entlang der Längsachse zusammensteckbar und lösbar sind, oder wobei die HA1 (212-1) und die HA2 (212-2) entlang einer Querachse, die quer oder senkrecht zur Längsachse ist, zusammensteckbar und lösbar sind.

7. Steckkontaktvorrichtung (200) nach Anspruch 6, wobei der LA (219) und der HI (214) der HA1 (212-1) koaxial entlang der Längsachse angeordnet sind und wobei der HI (214) entlang der Längsachse in Richtung des Zusammensteckens vor dem TA (217) und der TA (217) entlang der Längsachse in Richtung

des Zusammensteckens vor dem LA (219) der HA1 (212-1) angeordnet ist.

8. Steckkontaktvorrichtung (200) nach Anspruch 6 oder 7, wobei der TA (217) der HA1 (212-1) eine umlaufende Isolierung umfasst.

9. Steckkontaktvorrichtung (200) nach Anspruch 8, wobei die Ausdehnung der umlaufenden Isolierung entlang der Längsachse mindestens so groß ist wie die Ausdehnung der Kontaktstelle (213) der HA2 (212-2) des jeweiligen HA (212).

10. Steckkontaktvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, wobei die HA2 (212-2) des HA (212) entlang der Längsachse nur eine Kontaktstelle (213) aufweist.

11. Steckkontaktvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die elektronische Schalteinheit (220) zum bidirektionalen Stromfluss zwischen dem ersten Anschluss (222) und dem zweiten Anschluss (224) ausgebildet ist.

12. Steckkontaktvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die elektronische Schalteinheit (220) mindestens einen Halbleiterschalter umfasst, der dazu ausgebildet ist, bei Anliegen einer elektrischen Spannung zwischen dem ersten Anschluss (222) und dem zweiten Anschluss (224) die Impedanz zwischen dem ersten Anschluss (222) und dem zweiten Anschluss (224) zu verkleinern oder den ersten Anschluss (222) und den zweiten Anschluss (224) elektrisch leitend zu verbinden.

13. Steckkontaktvorrichtung (200) nach Anspruch 11 und 12, wobei die elektronische Schalteinheit (220) eine Gleichrichterbrücke umfasst, die mit dem mindestens einen Halbleiterschalter verkettet ist.

14. Steckkontaktvorrichtung (200) nach Anspruch 12 oder 13, wobei die elektronische Schalteinheit (220) zwei in zueinander entgegengesetzter Richtung miteinander in Reihe geschaltete Halbleiterschalter umfasst, denen jeweils in Sperrichtung eine Diode parallel geschaltet ist, optional wobei die elektronische Schalteinheit (220) ferner einen Trigger-Schaltkreis umfasst, der dazu ausgebildet ist, beim Anliegen der elektrischen Spannung zwischen dem ersten Anschluss (222) und dem zweiten Anschluss (224) ein Schließen eines Halbleiterschalters zu bewirken, optional wobei der Trigger-Schaltkreis eine Gleichrichterbrücke umfasst.

15. Steckkontaktvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei die Steckkontaktvorrichtung (200) mindestens zwei Steckverbinder (210) mit jeweils einem HA (212) und eine elektronische Schalteinheit (220) umfasst, und wobei der erste Anschluss (222) der elektronischen Schalteinheit (220)

mit dem LA (219) der HA1 (212-1) jedes HA (212) elektrisch leitend verbunden ist und der zweite Anschluss (224) der elektronischen Schalteinheit (220) mit dem HI (214) der HA1 (212-1) jedes HA (212) elektrisch leitend verbunden ist.

16. Steckkontaktvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, wobei der mindestens eine Steckverbinder (210) ferner einen Gegenpolkontakt, GE (216), mit einer ersten Kontakthälfte, GE1 (216-1), und einer zweiten Kontakthälfte, GE2 (216-2), umfasst für einen Gegenpol der Gleichstromverbindung bezüglich des LA (219) des HA (212), vorzugsweise wobei der GE (216) dazu ausgebildet ist, im zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) des jeweiligen Steckverbinders, im ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) des jeweiligen Steckverbinders und im zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) des jeweiligen Steckverbinders die GE1 (216-1) und die GE2 (216-2) elektrisch leitend zu verbinden.

17. Steckkontaktvorrichtung (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, wobei der mindestens eine Steckverbinder (210) ferner einen Erdungskontakt, PE (218), mit einer ersten Kontakthälfte, PE1 (218-1), und einer zweiten Kontakthälfte, PE2 (218-2), umfasst, wobei der PE (218) dazu ausgebildet ist, im zusammengesteckten Zustand ( $T_0$ ) des jeweiligen Steckverbinders, im ersten Zwischenzustand ( $T_1$ ) des jeweiligen Steckverbinders und im zweiten Zwischenzustand ( $T_2$ ) des jeweiligen Steckverbinders die PE1 (218-1) und die PE2 (218-2) elektrisch leitend zu verbinden.

18. Steckkontaktvorrichtung (200) nach Anspruch 16 oder 17, wobei der mindestens eine Steckverbinder (210) jeweils eine erste Steckverbinderhälfte (210-1) und eine zweite Steckverbinderhälfte (210-2) umfasst, und wobei die erste Steckverbinderhälfte (210-1) die HA1 (212-1) des HA (212) sowie die GE1 (216-1) des GE (216) und/oder die PE1 (218-1) des PE (218) umfasst und die zweite Steckverbinderhälfte (210-2) die HA2 (212-2) des HA (212) sowie die GE2 (216-2) des GE (216) und/oder die PE2 (218-2) des PE (218) umfasst.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

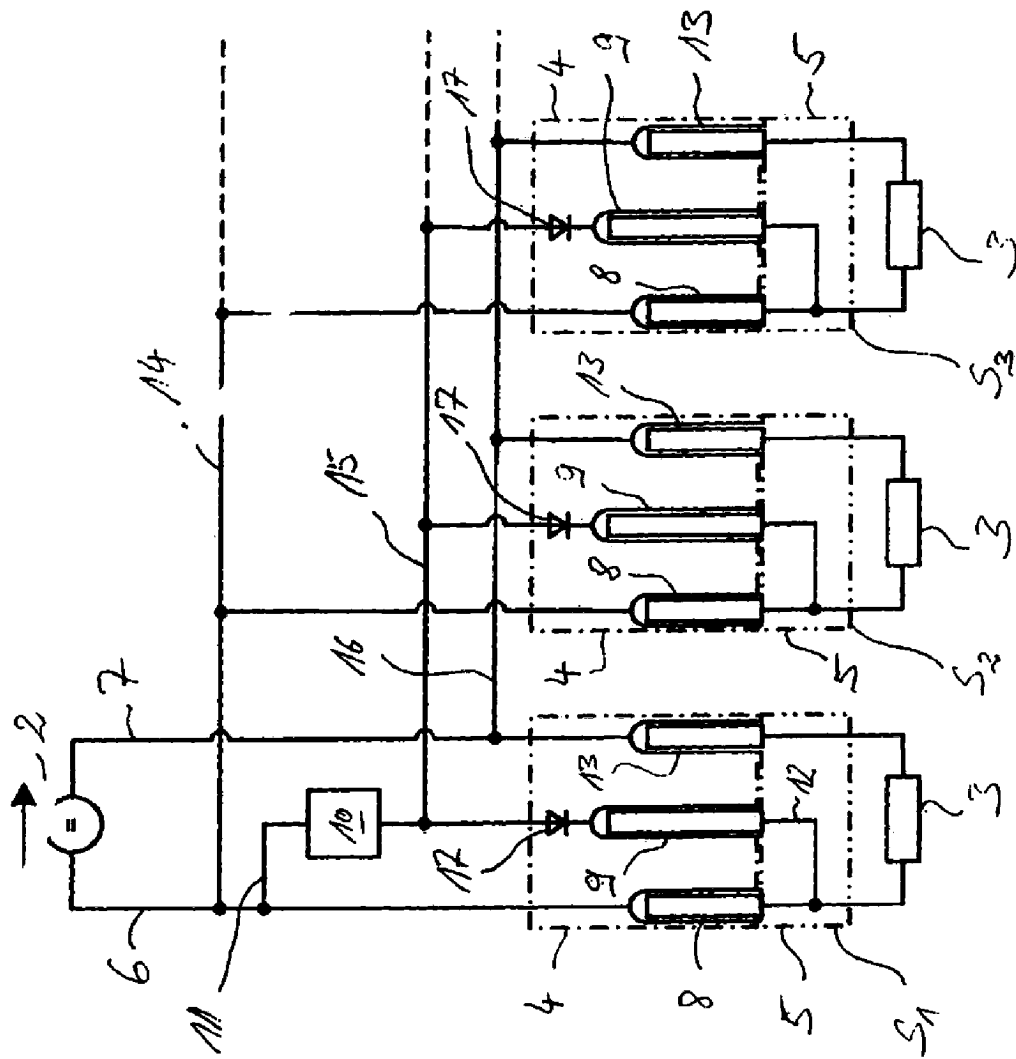
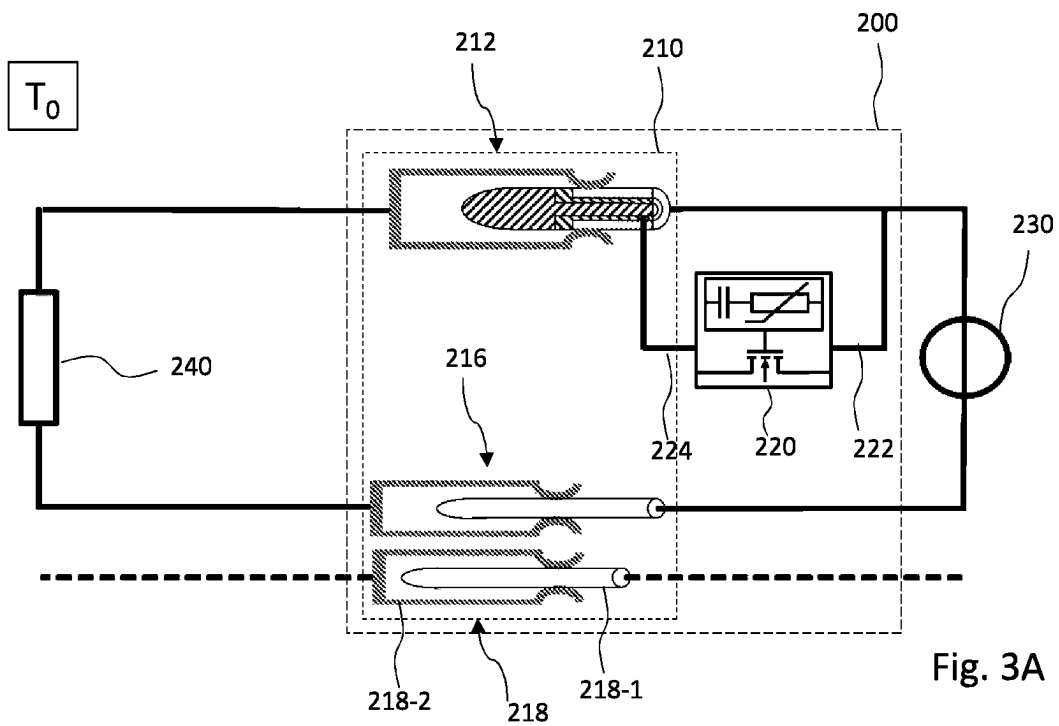
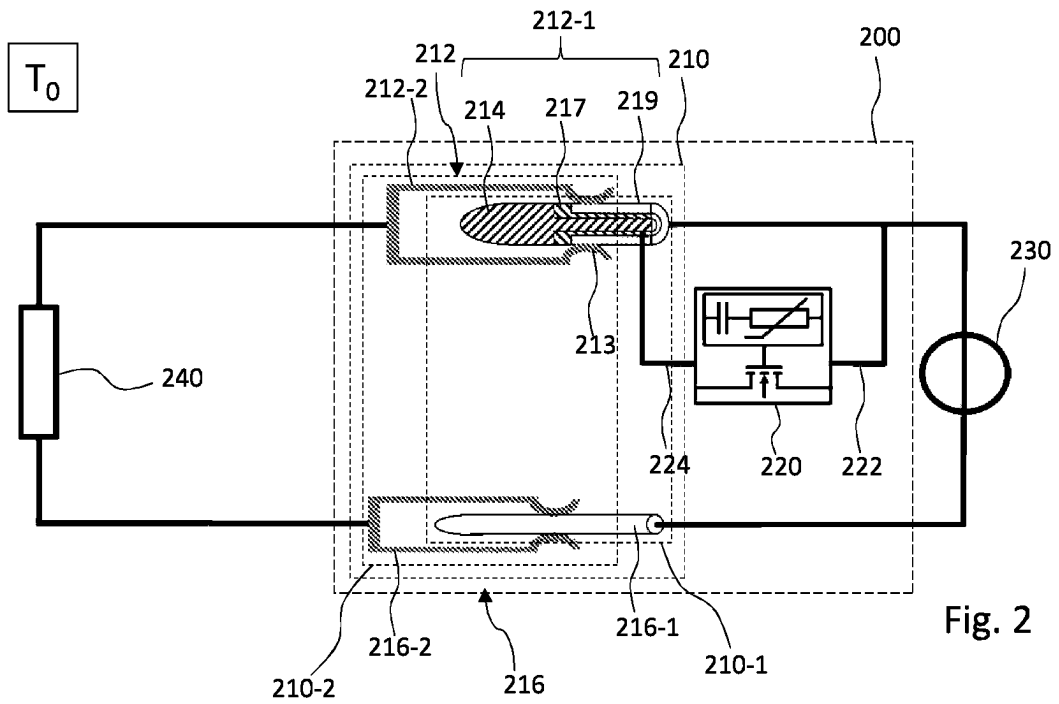


Fig. 1 (Stand der Technik)



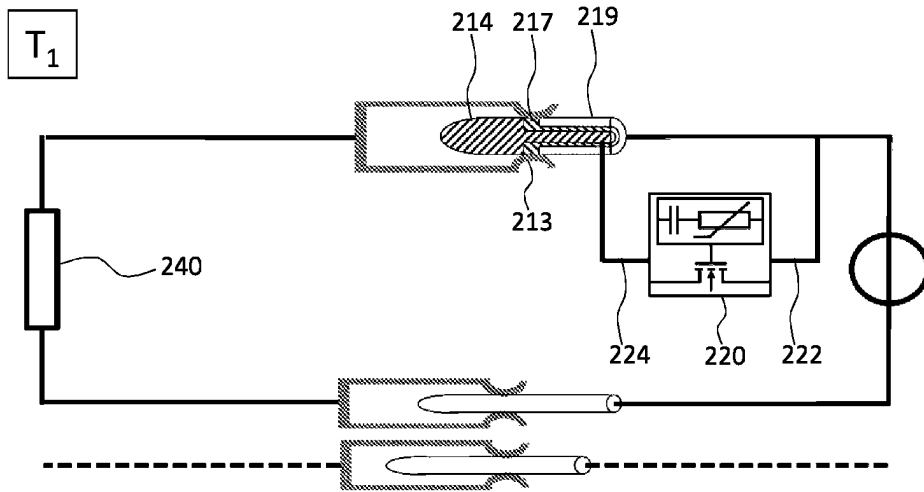


Fig. 3B

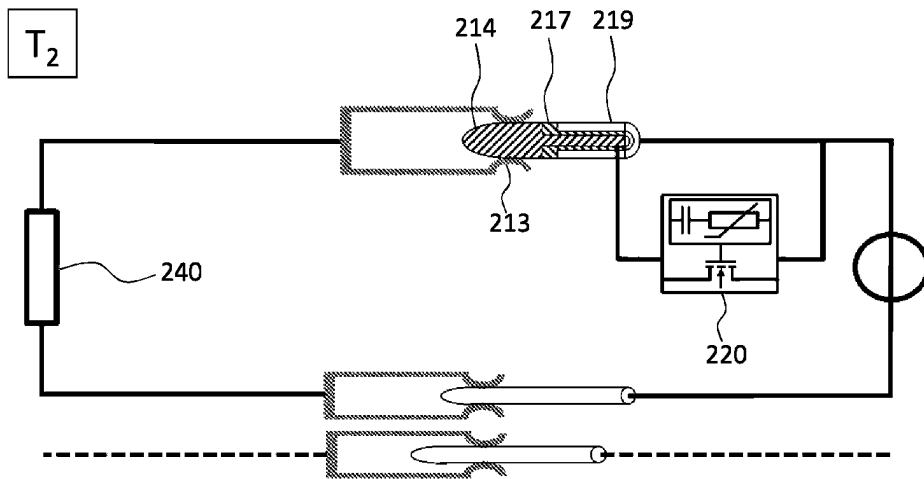


Fig. 3C

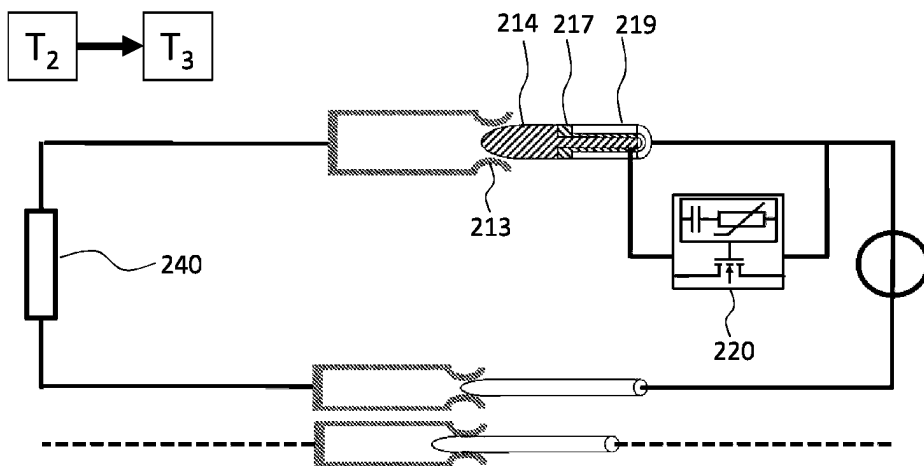


Fig. 3D

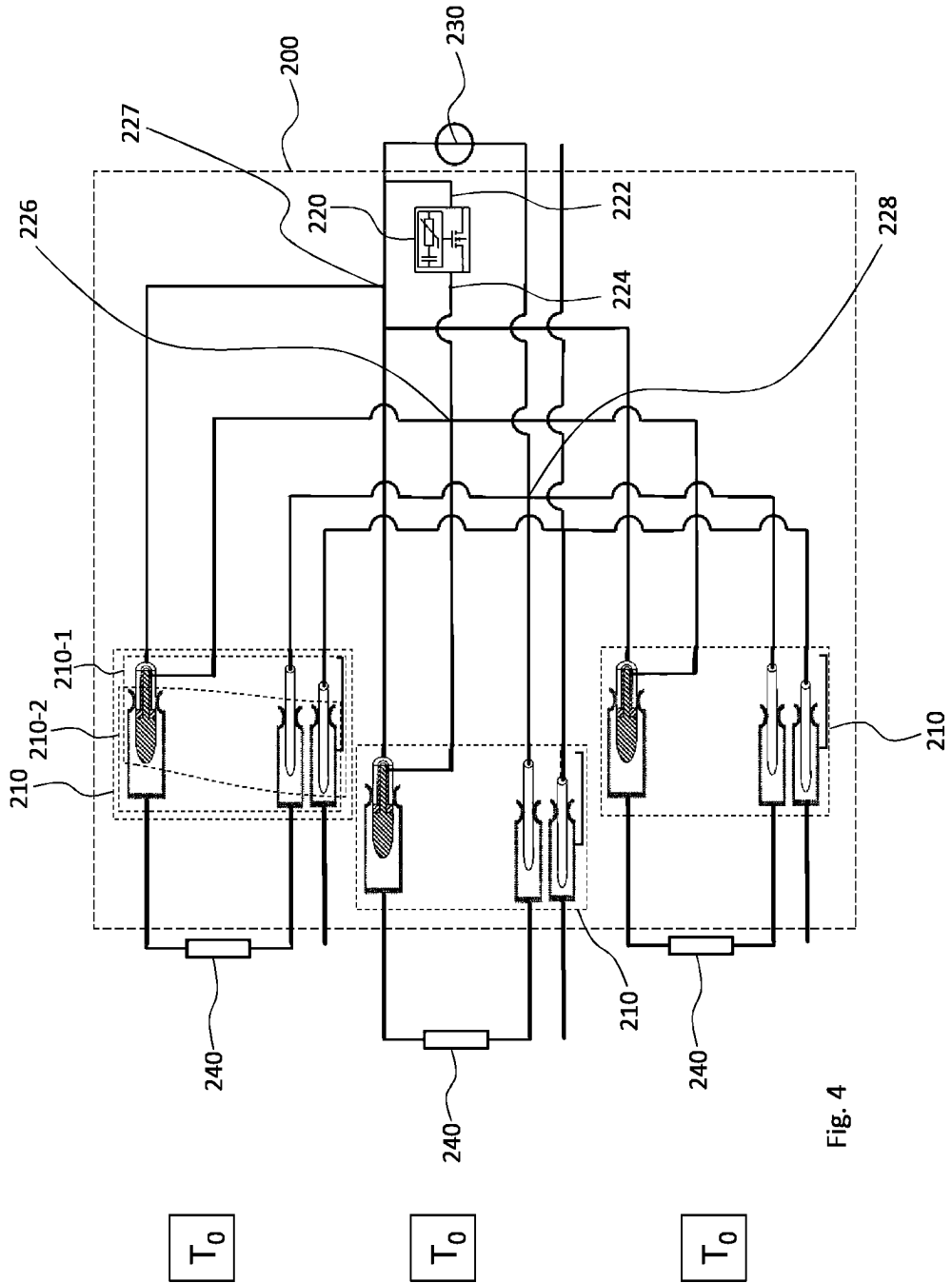


Fig. 4



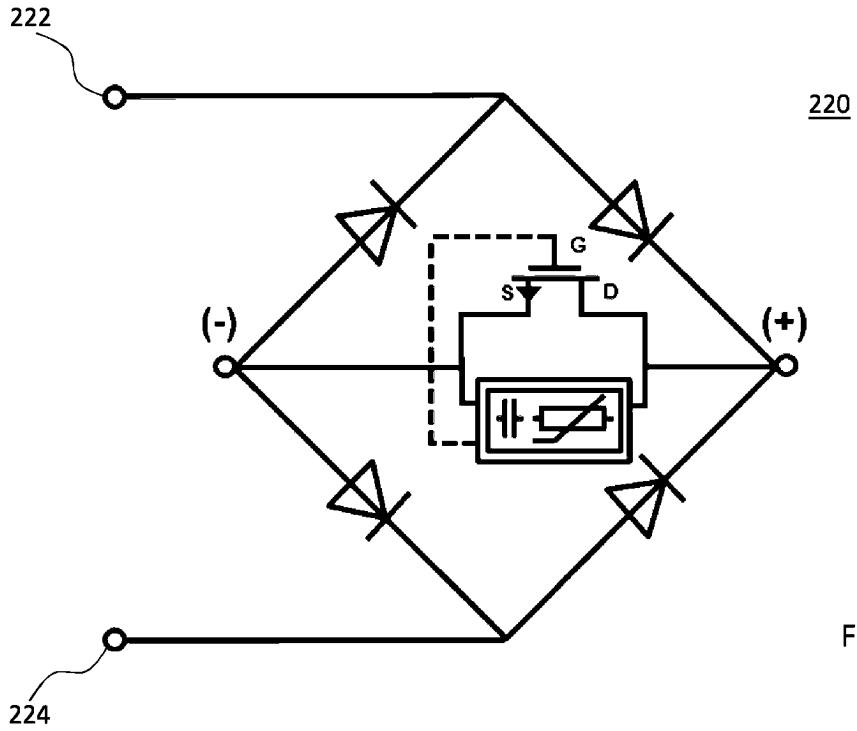


Fig. 5A

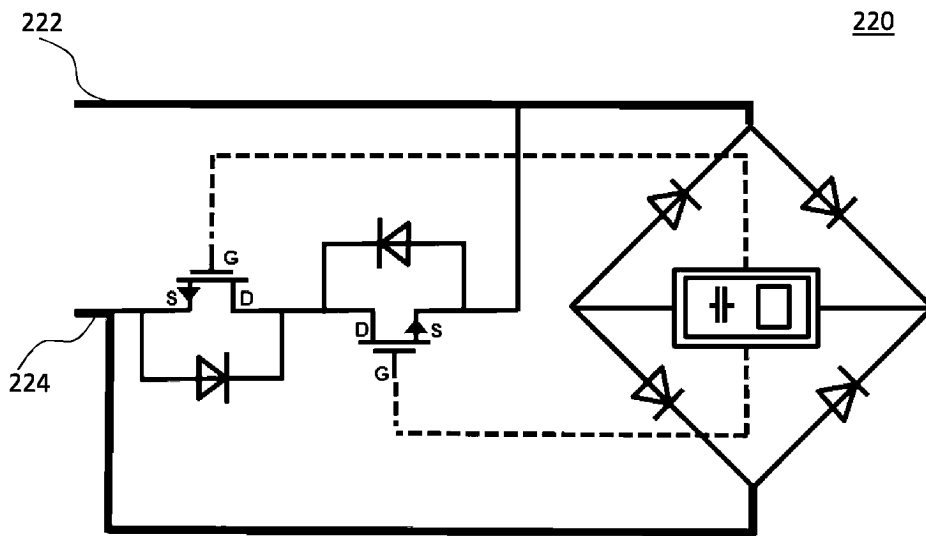


Fig. 5B