

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
09. November 2017 (09.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/190914 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01H 9/54 (2006.01) H01H 1/60 (2006.01)
H01H 1/00 (2006.01) H01H 33/664 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/058566

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. April 2017 (10.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 108 245.7
03. Mai 2016 (03.05.2016) DE

(71) Anmelder: EATON ELECTRICAL IP GMBH & CO.
KG [DE/DE]; Airport Center Schönefeld, Mittelstrasse
5-5a, 12529 Schönefeld (DE).

(72) Erfinder: SCHMITZ, Gerd; Schlesierstrasse 52, 53859
Niederkassel (DE). MEISSNER, Johannes; Naheweg 2,
53129 Bonn (DE). UEDELHOVEN, Marcel; Zollstock 1,
53945 Blankenheim (DE). WOHLANG, Michael; Bahn-
hosstr. 29, 53332 Bornheim (DE). KREFT, Oliver; Lands-
bergerstr. 34, 53119 Bonn (DE).

(74) Anwalt: EATON IP GROUP EMEA; Route de la Longe-
raie 7, 1110 Morges (CH).

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

(54) Title: SWITCHING DEVICE FOR CONDUCTING AND INTERRUPTING ELECTRICAL CURRENTS

(54) Bezeichnung: SCHALTVORRICHTUNG ZUM FÜHREN UND TRENNEN VON ELEKTRISCHEN STRÖMEN

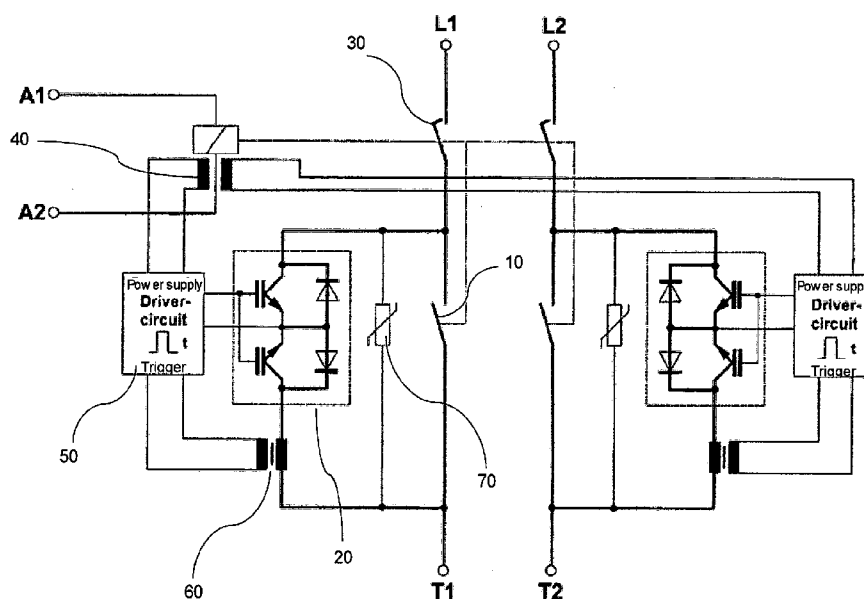


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a switching device for conducting and interrupting electrical currents comprising a mechanical contact assembly (10), a semiconductor switch (20) connected in parallel to the mechanical contact assembly (10), and a switching electronics system (50) designed for switching on and off the semiconductor switch (20) during a switching process of the mechanical contact assembly (10) for commutating an electrical current from the mechanical contact assembly (10) to the semiconductor switch (20). According to the invention, the switching electronics system (50) is configured to detect switching processes of the mechanical contact assembly (10) and, based thereon, to control the switching on and off of the semiconductor switch (20) during a switching process of the mechanical contact assembly (10) in such a way that a conditioning of contact surfaces (108, 110) of contacts (104, 106)



WO 2017/190914 A1



HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

of the mechanical contact assembly (10) can occur.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Schaltvorrichtung zum Führen und Trennen von elektrischen Strömen mit einer mechanischen Kontaktanordnung (10), einem Halbleiterschalter (20), der parallel zur mechanischen Kontaktanordnung (10) geschaltet ist, und einer Schaltelektronik (50), die zum An- und Abschalten des Halbleiterschalters (20) während eines Schaltvorgangs der mechanischen Kontaktanordnung (10) zum Kommutieren eines elektrischen Stromes von der mechanischen Kontaktanordnung (10) auf den Halbleiterschalter (20) ausgebildet ist. Erfindungsgemäß ist die Schaltelektronik (50) konfiguriert, Schaltvorgänge der mechanischen Kontaktanordnung (10) zu erfassen und davon abhängig das An- und Abschalten des Halbleiterschalters (20) während eines Schaltvorgangs der mechanischen Kontaktanordnung (10) derart zu steuern, dass eine Konditionierung von Kontaktoberflächen (108, 110) von Kontakten (104, 106) der mechanischen Kontaktanordnung (10) erfolgen kann.

Schaltvorrichtung zum Führen und Trennen von elektrischen Strömen

Die Erfindung betrifft eine Schaltvorrichtung zum Führen und Trennen von elektrischen Strömen, insbesondere eine Hybridschaltanordnung zum Führen und Trennen hoher DC-Ströme und niederfrequenter AC-Ströme, und ein Schaltgerät mit einer derartigen
5 Schaltvorrichtung.

In der der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2013 114 259 A1 ist eine vorteilhafte Variante einer Hybridschaltanordnung beschrieben, bei der die Strombelastung des Leistungshalbleiters zur Erzielung einer möglichst hohen Lebenserwartung sowie einer
10 möglichst geringen Dimensionierung zeitlich minimiert ist, was vor allem bei Leistungsschützen im Strombereich einiger hundert Ampere wichtig ist. Zur zeitlichen Minimierung des durch den Leistungshalbleiter fließenden Laststroms wird über einen Stromwandler der Kommutierungszeitpunkt erfasst und der Stromfluss durch den Halbleiter nur so lange aufrechterhalten, bis die sich öffnende mechanische Schaltstrecke eine ausreichende elektrische Festigkeit erreicht hat. In dieser kurzen Zeit
15 wird der Laststrom durch den Halbleiter über dessen Ansteuerung künstlich zu Null geführt, so dass nach Öffnen sowohl der Löschkontakt- als auch der hierzu in Reihe geschalteten Trennkontaktanordnung eine sichere galvanische Trennung erzielt wird.

Bei der Auslegung eines Schaltgeräts besteht eine wichtige Aufgabe darin, zur Gewährleistung der Funktionssicherheit das Auftreten dauerhafter sogenannter
20 Stehlichtbögen zu verhindern.

In einer Hybridschaltanordnung kann die Ausbildung eines ungewollten Lichtbogens beispielsweise dann provoziert werden, wenn es zwischen den noch nicht vollständig geöffneten mechanischen Schaltkontakten unmittelbar nach einem erfolgten Abschaltvorgang durch den Leistungshalbleiter zu einem elektrischen Durchschlag
25 kommt. Dies kann beispielsweise durch ein Verschweißen der Kontakte bei einem vorausgegangenen Einschaltvorgang verursacht worden sein, was im Ergebnis zu einem zeitlich verzögerten Öffnungsvorgang aufgrund des Aufbrechens der Verschweißung durch den Schaltantrieb führt.

Zu einem Spannungsdurchschlag mit anschließender Lichtbogenausbildung kann es auch dann kommen, wenn sich die Topografie der ursprünglich glatten Kontaktoberflächen im Zuge zahlreicher Schaltbeanspruchungen, wie z.B. bei Schützen, mit der Zeit stark verändert hat. Bei noch nicht vollständig geöffneten Schaltkontakten
5 kann es dann aufgrund lokaler Feldüberhöhungen zu einem Spannungsdurchschlag mit anschließender Lichtbogenausbildung kommen. Insbesondere bei Hybridschaltern kann eine allmähliche Veränderung der Kontakttopografie beispielsweise durch Einschaltprellvorgänge bewirkt werden. Bei solchen Prellvorgängen kommt es zwischen den minimal geöffneten Kontakten zur Ausbildung von kurzzeitigen energiearmen
10 Lichtbögen, welche im Bereich der Fußpunkte der Lichtbögen zu geringfügigen lokalen Aufschmelzungen der Kontaktoberflächen führen, die in Summe die Kontaktoberflächen allmählich verändern. Speziell bei DC-Schaltgeräten hat eine solche wiederholte Lichtbogenausbildung im Ergebnis eine allmähliche Materialverschiebung des Kontaktwerkstoffs zur Folge, bedingt durch die unterschiedliche Mobilität von positiven
15 und negativen Ladungsträgern.

Um die Gefahr von Spannungsdurchschlägen zwischen bereits geöffneten Kontakten zu reduzieren, gibt es in der Praxis bekanntermaßen die Methode des sogenannten Kontaktkonditionierens, wobei man grundsätzlich zwischen einer Spannungskonditionierung und einer Stromkonditionierung unterscheidet. Die
20 Spannungskonditionierung kommt vor allem bei Vakuumschaltröhren im Bereich der Mittelspannung zur Anwendung. Die Methode der Spannungskonditionierung besteht darin, zwischen den geöffneten Schaltkontakten eine Spannung, vorzugsweise eine AC-Spannung im Bereich oberhalb von 1000 Volt, anzulegen und diese allmählich soweit zu erhöhen, bis es zwischen den Kontakten zu Spannungsdurchschlägen kommt. Da dies
25 vor allem an Stellen erfolgt, wo es aufgrund von Mikrospitzen zu örtlichen elektrischen Feldüberhöhungen kommt, werden diese aufgrund des Energiegehalts der durchschlagenden Ladungsträgerpakete punktuell aufgeschmolzen oder verdampft und dadurch abgetragen, was im Ergebnis eine Glättung der Kontaktoberflächen und damit eine Erhöhung der Spannungsfestigkeit der geöffneten Kontakte bewirkt.

30 Eine wirkungsvolle Methode zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit ist weiterhin die Stromkonditionierung. Anders als bei der Spannungskonditionierung basiert die

Stromkonditionierung auf einem gewollten Lichtbogen zwischen den geöffneten Schaltkontakten, welcher im Moment des Kontaktöffnens entsteht und für ein definiertes Zeitintervall brennt. Solche Lichtbögen können durchaus Stromstärken von einigen hundert Ampere besitzen, was aufgrund des vergleichsweise hohen
5 Energiegehalts an den Fußpunkten zu vergleichsweise größeren örtlichen Aufschmelzungen führt und aufgrund des stochastischen Wanderungsverhaltens der Lichtbogenfußpunkte in Summe zu einer Glättung der Kontaktoberflächen führt.

Eine Vorrichtung zur Spannungs- und Stromkonditionierung von Vakuumschaltröhren ist beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 199 42 971 A1 beschrieben.
10 In der deutschen Offenlegungsschrift DE 197 14 655 A1 ist die Methode der Stromkonditionierung als fertigungstechnische Maßnahme zur Verbesserung der Eigenschaften von Vakuumschaltkammern eingehend beschrieben.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es nun, eine Schaltvorrichtung zum Führen und Trennen von elektrischen Strömen, insbesondere eine verbesserte
15 Hybridschaltanordnung zum Führen und Trennen hoher DC-Ströme und niederfrequenter AC-Ströme, und ein verbessertes Schaltgerät mit einer derartigen Schaltvorrichtung vorzuschlagen.

Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Ansprüche gelöst. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

20 Die vorliegende Erfindung schlägt vor, einen Hybridschalter wie beispielsweise den eingangs geschilderten und aus der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2013 114 259 A1 bekannten Schalter derart zu modifizieren, dass Schaltvorgänge der mechanischen Kontaktanordnung erfasst werden und davon abhängig das An- und Abschalten eines Halbleiterschalters während eines Schaltvorgangs einer mechanischen
25 Kontaktanordnung derart zu steuern, dass eine Konditionierung von Kontaktoberflächen von Kontakten der mechanischen Kontaktanordnung erfolgen kann. Das An- und Abschalten des Halbleiterschalters kann dann beispielsweise nach einer bestimmten Anzahl von erfassten Schaltvorgängen oder dem Erreichen einer bestimmten kumulierten Schaltleistung derart gesteuert werden, dass gezielt eine oder

mehrere Lichtbögen beim Öffnen der Kontakte der mechanischen Kontaktanordnung entstehen, welche eine Glättung der Kontaktoberflächen bewirken können. Durch die Erfindung kann also eine wiederkehrende, insbesondere periodische Stromkonditionierung auf steuerungstechnischem Weg implementiert werden, wodurch
5 die Funktionssicherheit der mechanischen Kontaktanordnung im Hinblick auf die Erzielung einer hohen elektrischen Lebensdauer verbessert werden kann.

Eine Ausführungsform der Erfindung betrifft nun eine Schaltvorrichtung zum Führen und Trennen von elektrischen Strömen mit einer mechanischen Kontaktanordnung, einem Halbleiterschalter, der parallel zur mechanischen Kontaktanordnung geschaltet
10 ist, und einer Schaltelektronik, die zum An- und Abschalten des Halbleiterschalters während eines Schaltvorgangs der mechanischen Kontaktanordnung zum Kommutieren eines elektrischen Stromes von der mechanischen Kontaktanordnung auf den Halbleiterschalter ausgebildet ist. Erfindungsgemäß ist die Schaltelektronik konfiguriert, Schaltvorgänge der mechanischen Kontaktanordnung zu erfassen und davon abhängig
15 das An- und Abschalten des Halbleiterschalters während eines Schaltvorgangs der mechanischen Kontaktanordnung derart zu steuern, dass eine Konditionierung von Kontaktoberflächen von Kontakten der mechanischen Kontaktanordnung erfolgen kann. Dadurch wird die Implementierung einer insbesondere periodischen Stromkonditionierung bei der Schaltvorrichtung ermöglicht.

Insbesondere kann die Schaltelektronik konfiguriert sein, zum Erfassen der Schaltvorgänge die Anzahl von Schaltvorgängen nach einer Initialisierung zu zählen und bei Erreichen einer vorgegebenen Anzahl von Schaltvorgängen bei einem darauffolgenden Schaltvorgang den Halbleiterschalter um eine vorgegebene Sperrzeit t_1 verzögert nach dem Öffnen der Kontakte der mechanischen Kontaktanordnung
25 anzuschalten. Hierdurch kann beispielsweise eine periodische Stromkonditionierung implementiert werden, indem beispielsweise nach einer bestimmten Anzahl an Schaltvorgängen der Halbleiterschalter nach dem Öffnen der Kontakte der mechanischen Kontaktanordnung derart verzögert angeschaltet wird, dass ein oder mehrere Lichtbögen zwischen den sich öffnenden Kontakten entstehen, welche dann bis
30 zum Ablauf der Sperrzeit t_1 brennen und dabei eine Glättung der Kontaktoberflächen bewirken können.

Alternativ oder zusätzlich kann die Schaltelektronik konfiguriert sein, zum Erfassen der Schaltvorgänge die Schaltleistung für jeden einzelnen Schaltvorgang nach einer Initialisierung zu erfassen und bei Erreichen einer vorgegebenen kumulierten Schaltleistung bei einem darauffolgenden Schaltvorgang den Halbleiterschalter um eine vorgegebene Sperrzeit t_1 verzögert nach dem Öffnen der Kontakte der mechanischen Kontaktanordnung anzuschalten.

Die vorgegebene Sperrzeit t_1 kann abhängig von Parametern der Schaltvorrichtung derart gewählt sein, dass sich ein oder mehrere Lichtbögen zwischen den Kontaktoberflächen der sich während der Sperrzeit öffnenden Kontakte der mechanischen Kontaktanordnung ausbilden können, sodass aufgrund der Stromstärke jedes Lichtbogens an den Fußpunkten der Lichtbögen auf den Kontaktoberflächen Materialaufschmelzungen entstehen können. Insbesondere kann die vorgegebene Sperrzeit t_1 abhängig von der zu schaltenden Stromstärke, der Schaltspannung, dem Material der Kontaktoberflächen, der Öffnungszeit der Kontakte, dem erreichbaren Abstand der Kontakte während der vorgegeben Sperrzeit, einem Vakuum, in dem sich die mechanische Kontaktanordnung gegebenenfalls befindet und weiteren Parametern gewählt sein, die einen Einfluss auf das Ausbilden von Lichtbögen beim Öffnen der Kontakte der mechanischen Kontaktanordnung haben können.

Die Schaltvorrichtung kann eine weitere mechanische Kontaktanordnung aufweisen und beide mechanischen Kontaktanordnungen können in Reihe geschaltet sein. Eine derartige Doppelunterbrecher-Schaltvorrichtung eignet sich besonders gut für den Einsatz der Erfindung, da diese Art der Schaltvorrichtung vor allem zum Schalten hoher Gleichströme eingesetzt wird, bei denen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Stehlichtbögen hoch ist und daher eine Stromkonditionierung von Zeit zu Zeit zur Glättung der Kontaktoberflächen sehr hilfreich sein kann, um die Wahrscheinlichkeit für Stehlichtbögen zu reduzieren.

Weiterhin kann die Schaltvorrichtung eine Hilfsspule aufweisen, die galvanisch vom Stromkreis eines Schaltantriebs zum Bewegen von Kontakten der mechanischen Kontaktanordnung getrennt und mit einer Spule des Schaltantriebs elektromagnetisch derart gekoppelt ist, dass in ihr beim Abschalten der Spannungsversorgung des

Schaltantriebs eine Spannung erzeugt wird, die der Schaltelektronik zum Versorgen zugeführt wird. Dadurch kann die Schaltelektronik ohne externe elektrische Energieversorgung betrieben werden, insbesondere ist kein gesonderter Anschluss für die Energieversorgung oder generell eine vom zu schaltenden Stromkreis unabhängige Energieversorgung erforderlich.

Weiterhin kann ein Stromwandler zum Erfassen des Stromflusses durch den Halbleiterschalter und Erzeugen eines entsprechenden Signals vorgesehen sein, das der Schaltelektronik zugeführt wird. Das Signal kann von der Schaltelektronik beispielsweise ausgewertet werden, um den genauen Kommutierungszeitpunkt des Stromflusses von der mechanischen Kontaktanordnung auf den Halbleiterschalter zu erfassen, aber auch um die Dauer der Strombelastung des Halbleiterschalters zu erfassen und den Halbleiterschalter vor einer zu langen Belastung und ggf. Zerstörung zu schützen.

Eine weitere Ausführungsform der Erfindung betrifft ein Schaltgerät mit einer Schaltvorrichtung nach der Erfindung und einem Schaltantrieb zum Bewegen von Kontakten der ersten und zweiten mechanischen Kontaktanordnung.

Schließlich betrifft eine Ausführungsform der Erfindung ein Verfahren zum Steuern eines Halbleiterschalters einer Schaltvorrichtung zum Führen und Trennen von elektrischen Strömen, die eine erste mechanische Kontaktanordnung, den Halbleiterschalter, der parallel zur ersten mechanischen Kontaktanordnung geschaltet ist, und eine zweite mechanische Kontaktanordnung aufweist, die in Reihe zur ersten mechanischen Kontaktanordnung geschaltet ist, wobei bei dem Verfahren Schaltvorgänge der mechanischen Kontaktanordnung erfasst werden und davon abhängig das An- und Abschalten des Halbleiterschalters während eines Schaltvorgangs der mechanischen Kontaktanordnung derart gesteuert wird, dass eine Konditionierung von Kontaktoberflächen von Kontakten der mechanischen Kontaktanordnung erfolgen kann.

Das Verfahren kann von einer zum An- und Abschalten des Halbleiterschalters ausgebildeten Schaltelektronik ausgeführt werden. Insbesondere kann die

Schaltelektronik durch einen Prozessor und einen Speicher implementiert sein, in dem ein Programm gespeichert ist, das den Prozessor zum Ausführen eines Verfahrens nach der Erfindung und wie hierin beschrieben konfiguriert.

5 Weitere Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit den in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispielen.

In der Beschreibung, in den Ansprüchen, in der Zusammenfassung und in den Zeichnungen werden die in der hinten angeführten Liste der Bezugszeichen verwendeten Begriffe und zugeordneten Bezugszeichen verwendet.

10 Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer Schaltvorrichtung mit einer Doppelkontaktnanordnung gemäß der Erfindung;

Fig. 2A-2C schematisch die Veränderung der Kontaktoberflächen der Kontakte einer mechanischen Kontaktnanordnung durch den Betrieb in einer Schaltvorrichtung gemäß
15 der Erfindung; und

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm eines Ausführungsbeispiels der Steuerung eines Halbleiterschalters durch eine Schaltelektronik einer Schaltvorrichtung gemäß der Erfindung.

20 In der folgenden Beschreibung können gleiche, funktional gleiche und funktional zusammenhängende Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen sein. Absolute Werte sind im Folgenden nur beispielhaft angegeben und sind nicht als die Erfindung einschränkend zu verstehen.

Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung für ein 2-poliges, polaritätsunabhängiges Schaltgerät. Die Anschlüsse des Schaltgeräts für die
25 beiden Pole sind jeweils mit L1, T1 und L2, T2 bezeichnet. Diese Schaltvorrichtung

entspricht schaltungstechnisch weitgehend der in der deutschen Offenlegungsschrift DE 10 2013 114 259 A1 beschriebenen und darin in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung.

Von dieser bekannten Vorrichtung unterscheidet sich die nachfolgend beschriebene erfinderische Vorrichtung in der Schaltelektronik 50, die für eine spezielle Ansteuerung des Halbleiterschalters 20 ausgebildet ist, wie in der nachfolgenden Beschreibung noch
5 im Detail erläutert wird. Die Schaltelektronik 50 kann beispielsweise durch einen Prozessor und einen Speicher implementiert sein (insbesondere einen Mikrokontroller), wobei in dem Speicher ein Programm gespeichert ist, das den Prozessor zum Ausführen von Verfahrensschritten konfiguriert, welche die spezielle Ansteuerung des
10 Halbleiterschalters 20 wie nachfolgend beispielhaft erläutert durch den Prozessor bewirken. Das Programm kann beispielsweise Teil der Firmware eines Prozessor-gesteuerten Schaltgeräts sein.

Für jeden Pol weist die in Fig. 1 gezeigte Schaltvorrichtung eine Parallelschaltung einer ersten mechanischen (Lösch-)Kontaktanordnung 10 mit einem Halbleiterschalter 20 auf
15 Basis einer antiseriellen IGBT-Anordnung (Leistungshalbleiter) auf, welche mit einer zweiten mechanischen Kontaktanordnung 30 zur Sicherstellung der galvanischen Trennung in Serie geschaltet ist. Die mechanischen Kontaktanordnungen 10 und 30 können als Brückenschaltanordnung eines Luftschaltgeräts bzw. -anordnung ausgebildet sein.

20 Der Halbleiterschalter 20 wird von der Schaltelektronik 50 an- oder abgeschaltet, d.h. durchgesteuert oder gesperrt. Die Schaltelektronik 50 wird von einer in der (Magnetantriebs-)Spule des Schalt- bzw. Magnetantriebs des Schaltgeräts gespeicherten Energie versorgt. Hierzu ist eine galvanisch vom Stromkreis des Schaltantriebs getrennte Hilfsspule 40 vorgesehen, welche beim Abschalten des Schaltantriebs eine
25 Spannung zum Versorgen der Schaltelektronik 50 erzeugen kann. Die Hilfsspule 40 kann beispielsweise um die Antriebsspule gewickelt sein. Zusätzlich oder auch alternativ kann die Schaltelektronik 50 durch eine (nicht dargestellte) externe elektrische Energiequelle versorgt werden, beispielsweise von einer zentralen Energiequelle für die elektrischen Einheiten eines Schaltschranks oder über ein Bussystem, an das mehrere
30 Schaltvorrichtungen gekoppelt sind, und dergleichen.

Im eingeschalteten Fall, d.h. wenn der Schaltantrieb die Magnetantriebs-Spule mit einer Spannung und einem Strom versorgt und die Kontakte der ersten und zweiten mechanischen Kontaktanordnungen 10 und 30 geschlossen sind, ist der Halbleiterschalter 20 gesperrt, da in diesem Zustand von der Hilfsspule 40 keine Spannung zum Versorgen der Schaltelektronik 50 erzeugt wird und die Schaltelektronik 50 daher spannungslos ist und die IGBTs des Halbleiterschalters 20 nicht ansteuern kann.

Im Moment des Einschaltens der Spannungs- und Stromversorgung der Magnetantriebs-Spule des Schaltantriebs zum Schließen der Kontakte der ersten und zweiten mechanischen Kontaktanordnungen 10 und 30 wird in der Magnetantriebs-Spule Energie gespeichert. Durch den Spulenstrom wird in der elektromagnetisch mit der Magnetantriebs-Spule gekoppelten Hilfsspule 40 eine Spannung induziert, welche die Schaltelektronik 50 aktiviert.

Die in der Hilfsspule 40 induzierte Spannung reicht aus, um zum einen die Schaltelektronik 50 selbst zu versorgen, zum anderen um die zum Ansteuern der IGBTs erforderliche Spannung aufzubauen. Die Hilfsspule 40 bietet den Vorteil, dass die Ansteuerung des Halbleiterschalters bereits vor Schließen der Kontakte der ersten und zweiten mechanischen Kontaktanordnungen 10 bzw. 30 aufgrund der mechanischen Trägheit erfolgen kann.

Mit der Aktivierung der Schaltelektronik 50 startet ein Initialisierungsvorgang. Um auf steuertechnischem Weg gezielt eine Glättung der Kontaktoberflächen herbeizuführen, wird erfindungsgemäß jeder Schaltvorgang von der Schaltelektronik erfasst und gespeichert. Dies kann entweder als reiner Zählvorgang erfolgen oder auch durch zusätzliches Erfassen der Schaltleistung für jeden einzelnen Schaltvorgang, z.B. mit Hilfe von im Hybridschalter integrierten geeigneten Strom- und Spannungssensoren.

Im „Normalfall“ erfolgt das Abschalten des Laststroms dabei auf die für Hybridschalter typische Weise, d.h. während des Öffnungsvorgangs der mechanischen Schaltkontakte fließt der Laststrom kurzzeitig über den Halbleiterschalter 20, wo er innerhalb weniger Millisekunden zu Null geführt wird.

Bei Erreichen einer definierten Zahl von Schaltungen oder auch einer definierten kumulierten Schaltleistung wird dann erfindungsgemäß der Abschaltvorgang des nachfolgenden oder auch einiger weiterer folgender Schaltvorgänge in der Weise modifiziert, dass beim Öffnen der Schaltkontakte der Halbleiterschalter 20 für ein
5 definiertes Zeitintervall von z.B. einigen 10 Millisekunden nicht angesteuert wird, so dass innerhalb dieses Intervalls zwischen den Schaltkontakten ein Lichtbogen brennt.

Aufgrund der Brenncharakteristik von Lichtbögen, insbesondere Vakuumschaltlichtbögen im Strombereich von maximal einiger tausend Ampere und des bei Gleichströmen fehlenden natürlichen Stromnulldurchgangs kann es hierbei zu dem
10 in der DE 197 14 655 A1 beschriebenen Stromkonditionierungseffekt kommen, der im Ergebnis zu einer zumindest teilweisen Glättung der Kontaktoberflächen führt.

Nach Ablauf des für das Brennen des Lichtbogens steuerungstechnisch vorgesehenen Zeitintervalls wird schließlich der Halbleiterschalter 20 leitend geschaltet, wodurch dieser dann in gewohnter Weise den Laststrom übernimmt und ihn innerhalb einer sehr
15 kurzen Zeit zu Null führt.

Der mit einer solchen Stromkonditionierung erzielte Glättungseffekt der Kontaktoberflächen ist in den Abbildungen 2A – C schematisch dargestellt:

Die in den Fig. 2A-C gezeigte mechanische Kontaktanordnung eines Vakuumschalters weist eine erste Elektrode 100 und eine zweite Elektrode 102 auf. Jede der Elektroden
20 100, 102 besitzt einen Kontakt 104 bzw. 106, die jeweils eine Kontaktoberfläche 108 bzw. 110 umfassen, die zum Kontaktieren aneinandergedrückt werden.

Bei der in Fig. 2A gezeigten Kontaktanordnung ist es infolge zahlreicher Schalthandlungen zu einer lokalen Anhäufung bzw. Abtragung von Kontaktmaterial gekommen: beispielsweise weist die erste Kontaktoberfläche 108 des ersten Kontaktes
25 104 der ersten Elektrode 100 eine Materialabtragstelle 112 und die zweite Kontaktoberfläche 110 des zweiten Kontaktes 106 der zweiten Elektrode eine entsprechende Materialanhäufungsstelle 114 auf. Die Materialabtragstelle 112 und die Materialanhäufungsstelle 114 können beispielsweise durch mehrere Schaltvorgänge

und dabei auftretende lokale Aufschmelzungen wie eingangs beschrieben entstanden sein.

Fig. 2B zeigt die gleiche Kontaktanordnung, bei welcher nach einer definierten Zahl von Schalthandlungen beim Öffnen gewollt Vakuumlichtbögen 116 gezogen werden, indem
5 zwischen den geöffneten Kontakten 104 und 106 an den Elektroden 100, 102 eine entsprechend bemessene Gleichspannung für eine vorgegebene Zeitdauer anliegt.

Aufgrund der lokalen elektrischen Felderhöhung im Bereich der Materialanhäufungsstelle 114 bilden sich die Fußpunkte der Vakuumlichtbögen 116 vorzugsweise in diesem Bereich aus, was im Ergebnis zu einer partiellen Einebnung der
10 Oberflächeninhomogenitäten aufgrund der dort wirkenden Lichtbogenarbeit führt, wie es in Fig. 2C gezeigt ist. Die Kontaktoberflächen 108 und 110 sind nun aufgrund der Stromkonditionierung geglättet worden, indem sie nun eine partiell eingeebnete Materialabtragstelle 112' und eine partiell eingeebnete Materialanhäufungsstelle 114' aufweisen.

15 Der schematische grundlegende Steuerungsablauf zur Konditionierung der Kontaktoberflächen ist in Fig. 3 dargestellt:

In Schritt S10 erfolgt die Initialisierung der Schaltelektronik 50; die hierfür erforderliche Energieversorgung kann z.B. dem Lastkreis entnommen werden oder sie erfolgt induktiv über die Hilfsspule 40, welche durch die Freilaufspannung der
20 Magnetantriebsspule beim Abschalten des Schaltgeräts versorgt wird.

Nach der Initialisierung überprüft die Schaltelektronik 50 in Schritt S12, ob eine Sollschaltzahl für eine periodische Stromkonditionierung erreicht ist, insbesondere indem sie aus einem internen nichtflüchtigen Speicher eine gespeicherte Schaltzahl ausliest, welche die seit der zuletzt durchgeführten Stromkonditionierung
25 durchgeführten Schaltvorgänge repräsentiert, und die ausgelesene Schaltzahl mit der insbesondere elektronisch vorgegebenen Sollschaltzahl vergleicht, welche abhängig von Parametern der Schaltvorrichtung für eine geeignete Stromkonditionierungsperiode

gewählt sein kann, beispielsweise abhängig von der Strombelastung der Schaltvorrichtung.

Wird in Schritt S12 festgestellt, dass die Sollschaltzahl für eine periodische Stromkonditionierung erreicht ist, wird der Halbleiterschalter 20 bei der
5 bevorstehenden Abschaltung zunächst nichtleitend, sondern in Schritt S14 sperrend geschaltet.

Mit dem Öffnen der mechanischen Schaltkontakte wird dadurch im Lastfall mindestens ein Schaltlichtbogen gezogen, dessen Entstehungszeitpunkt im Schritt S16 zeitlich erfasst wird.

10 Daraufhin wird in Schritt S18 solange gewartet, bis die elektronisch hinterlegte vorgegebene IGBT-Sperrzeit t_1 erreicht ist, beispielsweise indem ein Zeitgeber gestartet wird, der den Zeitablauf bis zum Erreichen der IGBT-Sperrzeit t_1 misst. Durch die IGBT-Sperrzeit t_1 wird hierbei die Brenndauer des Lichtbogens ab seinem Entstehungszeitpunkt definiert.

15 Nach Ablauf der Sperrzeit t_1 wird im Schritt S20 die elektronisch gespeicherte Schaltzahl auf Null zurückgesetzt und der IGBT dann für eine Zeit t_2 leitend geschaltet (Schritte S22, S24). Es erfolgt dadurch sofort die Kommutierung des Lichtbogenstroms auf den parallel zum mechanischen Schalter angeordneten niederohmigen Halbleiterschalter 20 bzw. IGBT, wo der Strom wie bei einem regulären
20 Ausschaltvorgang sehr schnell zu Null geführt wird und im Schritt S26 der Halbleiterschalter 20 bzw. IGBT sperrend geschaltet wird.

Für jeden getätigten Ausschaltvorgang wird abschließend im Schritt S28 die gespeicherte Schaltzahl um 1 erhöht. Die erhöhte Schaltzahl wird wieder im internen nichtflüchtigen Speicher abgelegt.

25 Ergibt der Vergleich in Schritt S12, dass die gespeicherte Schaltzahl geringer als die Sollschaltzahl ist, so ist noch keine Stromkonditionierung erforderlich und es wird direkt mit Schritt S22 fortgefahren.

Im Hinblick auf eine möglichst hohe elektrische Lebensdauer der IGBTs sowie auf deren vertretbar große Dimensionierung ist es zweckmäßig, den Stromfluss durch den Halbleiterschalter 20 zeitlich in der Weise zu begrenzen, dass der Strom dort nur so lange fließt, bis die mechanische Schaltstrecke eine ausreichende Wiederverfestigung erreicht hat. Für die Minimierung der Stromflusszeit durch den Halbleiterschalter 20 ist die genaue Kenntnis des Kommutierungszeitpunkts wichtig, da bei jedem Schaltgerät die effektiven Zeiten für den mechanischen Abschaltvorgang aus verschiedenen Gründen schwanken.

Der Zeitpunkt der Kommutierung auf den bereits durchgesteuerten IGBT des Halbleiterschalters 20 kann durch einen dort befindlichen Stromwandler 60 erfasst werden. Der Stromwandler 60 erzeugt ein Signal, sobald durch die IGBTs des Halbleiterschalters 20 ein Strom zu fließen beginnt (nachdem der Halbleiterschalter 20 bzw. IGBT im Schritt S22 leitend geschaltet wurde), der Stromfluss also von der ersten mechanischen Kontaktanordnung 10 auf den Halbleiterschalter 20 kommutiert. Das vom Stromwandler 60 erzeugte und die Kommutierung signalisierende Signal wird der Schaltelektronik 50 zugeführt, die davon abhängig den Halbleiterschalter 20 wie im Folgenden beschrieben ansteuern kann.

Unmittelbar nach erfolgter Kommutierung kann die Schaltelektronik 50 den Halbleiterschalter 20 in der Weise ansteuern, dass die IGBTs des Halbleiterschalters 20 nach kurzer, über die Schaltelektronik 50 definierter bzw. vorgegebener Stromflusszeit bzw. Stromleitzeit t_2 wieder sperrend werden, so dass der kommutierte Laststrom im Halbleiterschalter 20 innerhalb der definierten Zeitdauer zu null geführt wird. Die Stromflusszeit ist idealerweise über die Schaltelektronik 50 so bemessen, dass die Schaltstrecke mit der ersten und zweiten mechanischen Kontaktanordnung 10 bzw. 30 vollständig offen ist, d.h. die Schaltkontakte dauerhaft geöffnet sind und eventuelle Schaltprellvorgänge nicht mehr auftreten.

Durch die Ausstattung des Halbleiterschalters 20 mit einem antiseriellen IGBT ist eine solche Schaltanordnung sowohl für DC-Ströme mit beliebiger Stromflussrichtung als auch für Wechselspannungen unterschiedlicher Frequenz einsetzbar, wobei der

Schaltzeitpunkt aufgrund der unabhängigen Versorgung des Ansteuermoduls nicht phasenwinkelabhängig ist.

Während des Abschaltvorgangs im Halbleiterschalter 20 kommt es bei hohen Strömen zu hohen di/dt -Werten, wodurch Spannungsspitzen deutlich oberhalb 1 kV entstehen können. Zum Schutz vor solchen Spannungsspitzen ist es zweckmäßig, dem Halbleiterschalter 20 ein Schutzorgan, z.B. in Form eines Varistors 70 vorzuschalten oder parallel zu schalten.

Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere zum Einsatz in Schützen, Leistungsschaltern und Motorschutzschaltern, die insbesondere für einen Betrieb mit Gleichströmen und/oder niederfrequenten Strömen ausgelegt sind. Sie ermöglicht das Schalten von hohen Gleichströmen und niederfrequenten Strömen bei einer vergleichsweise hohen elektrischen Lebensdauer. Weiterhin gestatten diese Eigenschaften die Realisierung von vergleichsweise kompakten Schaltgeräten für hohe Ströme.

Bezugszeichen

	10	erste mechanische Kontaktanordnung
	20	Halbleiterschalter
	30	zweite mechanische Kontaktanordnung
5	40	galvanisch getrennte Hilfsspule
	50	Schaltelektronik
	60	Stromwandler
	70	Varistor
	100	erste Elektrode
10	102	zweite Elektrode
	104	erster Kontakt
	106	zweiter Kontakt
	108	erste Kontaktoberfläche
	110	zweite Kontaktoberfläche
15	112	Materialabtragstelle
	112'	(partiell) eingeebnete Materialabtragstelle
	114	Materialanhäufungsstelle
	114'	(partiell) eingeebnete Materialanhäufungsstelle
	116	Lichtbögen
20		

Ansprüche

1. Schaltvorrichtung zum Führen und Trennen von elektrischen Strömen mit

- einer mechanischen Kontaktanordnung (10),
- einem Halbleiterschalter (20), der parallel zur mechanischen Kontaktanordnung (10) geschaltet ist, und
- einer Schaltelektronik (50), die zum An- und Abschalten des Halbleiterschalters (20) während eines Schaltvorgangs der mechanischen Kontaktanordnung (10) zum Kommutieren eines elektrischen Stromes von der mechanischen Kontaktanordnung (10) auf den Halbleiterschalter (20) ausgebildet ist,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Schaltelektronik (50) konfiguriert ist, Schaltvorgänge der mechanischen Kontaktanordnung (10) zu erfassen und davon abhängig das An- und Abschalten des Halbleiterschalters (20) während eines Schaltvorgangs der mechanischen Kontaktanordnung (10) derart zu steuern, dass eine Konditionierung von Kontaktoberflächen (108, 110) von Kontakten (104, 106) der mechanischen Kontaktanordnung (10) erfolgen kann.

2. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Schaltelektronik (50) konfiguriert ist, zum Erfassen der Schaltvorgänge die Anzahl von Schaltvorgängen nach einer Initialisierung zu zählen und bei Erreichen einer vorgegebenen Anzahl von Schaltvorgängen bei einem darauffolgenden Schaltvorgang den Halbleiterschalter (20) um eine vorgegebene Sperrzeit t_1 verzögert nach dem Öffnen der Kontakte (104, 106) der mechanischen Kontaktanordnung (10) anzuschalten.

3. Schaltvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Schaltelektronik (50) konfiguriert ist, zum Erfassen der Schaltvorgänge die Schaltleistung für jeden einzelnen Schaltvorgang nach einer Initialisierung zu erfassen und bei Erreichen einer vorgegebenen kumulierten Schaltleistung bei einem darauffolgenden Schaltvorgang den Halbleiterschalter (20) um eine vorgegebene Sperrzeit t_1 verzögert nach dem Öffnen der Kontakte (104, 106) der mechanischen Kontaktanordnung (10) anzuschalten.

4. Schaltvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

die vorgegebene Sperrzeit t_1 abhängig von Parametern der Schaltvorrichtung derart gewählt ist, dass sich ein oder mehrere Lichtbögen (116) zwischen den Kontaktoberflächen (108, 110) der sich während der Sperrzeit öffnenden Kontakte (104, 106) der mechanischen Kontaktanordnung (10) ausbilden können, sodass aufgrund der Stromstärke jedes Lichtbogens (116) an den Fußpunkten der Lichtbögen (116) auf den Kontaktoberflächen (108, 110) Materialaufschmelzungen entstehen können.

5. Schaltvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

sie eine weitere mechanische Kontaktanordnung (30) aufweist und beide mechanischen Kontaktanordnungen (10, 30) in Reihe geschaltet sind.

6. Schaltvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

sie eine Hilfsspule (40) aufweist, die galvanisch vom Stromkreis eines Schaltantriebs zum Bewegen von Kontakten der mechanischen Kontaktanordnung(en) (10, 30) getrennt und mit einer Spule des Schaltantriebs elektromagnetisch derart gekoppelt ist, dass in ihr beim Abschalten der Spannungsversorgung des Schaltantriebs eine Spannung erzeugt wird, die der Schaltelektronik (50) zum Versorgen zugeführt wird.

7. Schaltvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass

ein Stromwandler (60) zum Erfassen des Stromflusses durch den Halbleiterschalter und Erzeugen eines entsprechenden Signals vorgesehen ist, das der Schaltelektronik (50) zugeführt wird.

8. Schaltgerät mit

- einer Schaltvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche und
- einem Schaltantrieb zum Bewegen von Kontakten der mechanischen Kontaktanordnung.

9. Verfahren zum Steuern eines Halbleiterschalters (20) einer Schaltvorrichtung zum Führen und Trennen von elektrischen Strömen, die eine mechanische Kontaktanordnung (10) und einen Halbleiterschalter (20), der parallel zur mechanischen Kontaktanordnung (10) geschaltet ist, aufweist, wobei bei dem Verfahren Schaltvorgänge der mechanischen Kontaktanordnung (10) erfasst werden und davon abhängig das An- und Abschalten des Halbleiterschalters (20) während eines Schaltvorgangs der mechanischen Kontaktanordnung (10) derart gesteuert wird, dass eine Konditionierung von Kontaktoberflächen (108, 110) von Kontakten (104, 106) der mechanischen Kontaktanordnung (10) erfolgen kann.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass es von der zum An- und Abschalten des Halbleiterschalters (20) ausgebildeten Schaltelektronik (50) ausgeführt wird, wobei die Schaltelektronik (50) insbesondere durch einen Prozessor und einen Speicher implementiert ist, in dem ein Programm gespeichert ist, das den Prozessor zum Ausführen eines Verfahrens nach Anspruch 9 konfiguriert.

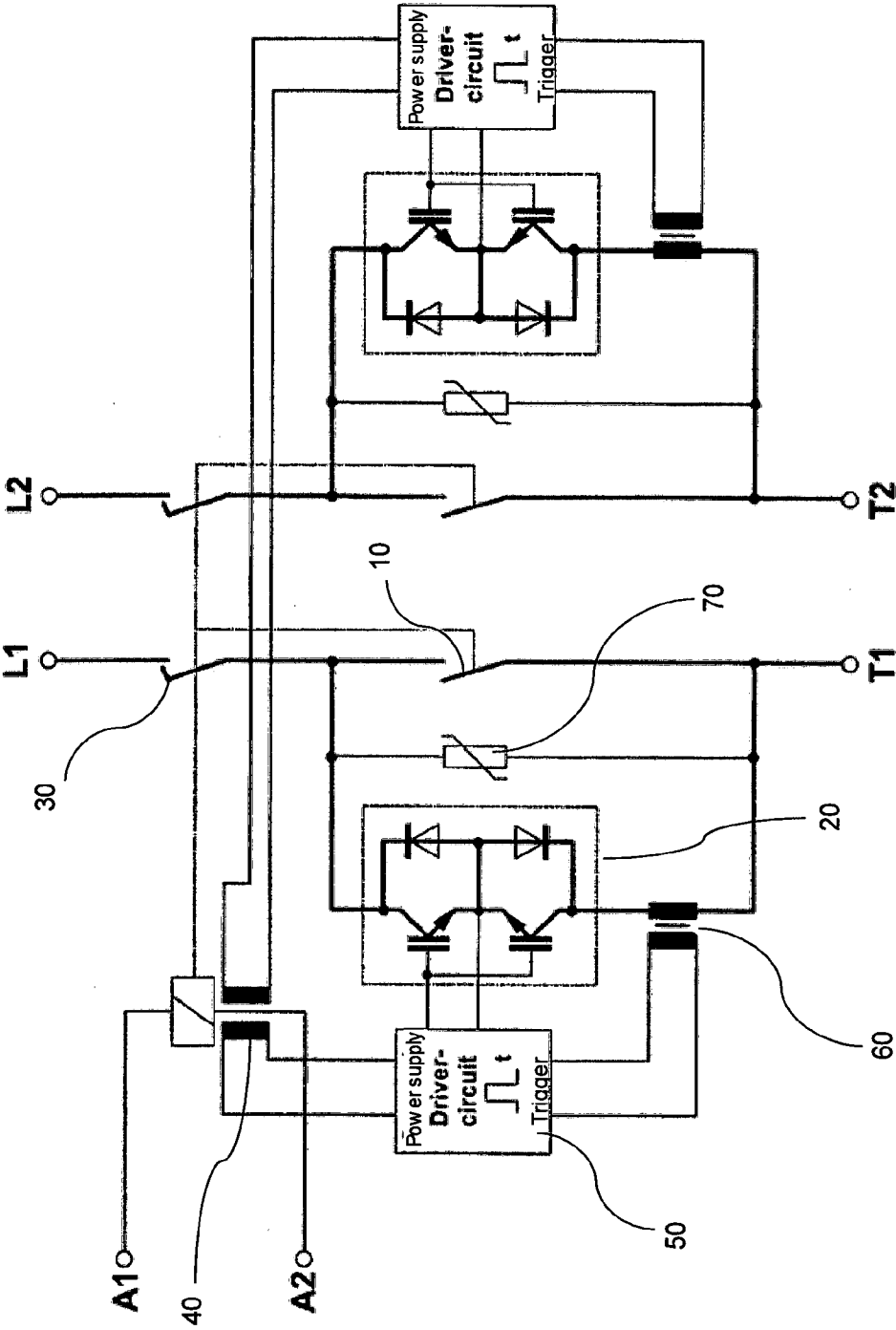


Fig. 1

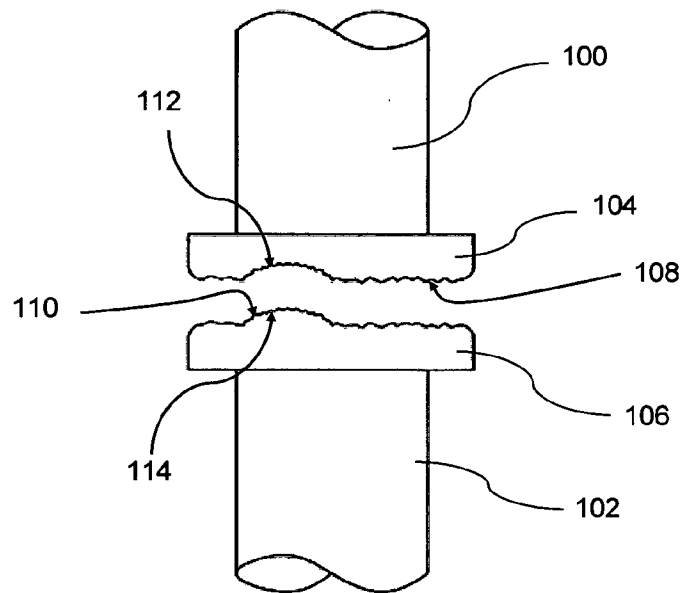


Fig. 2A

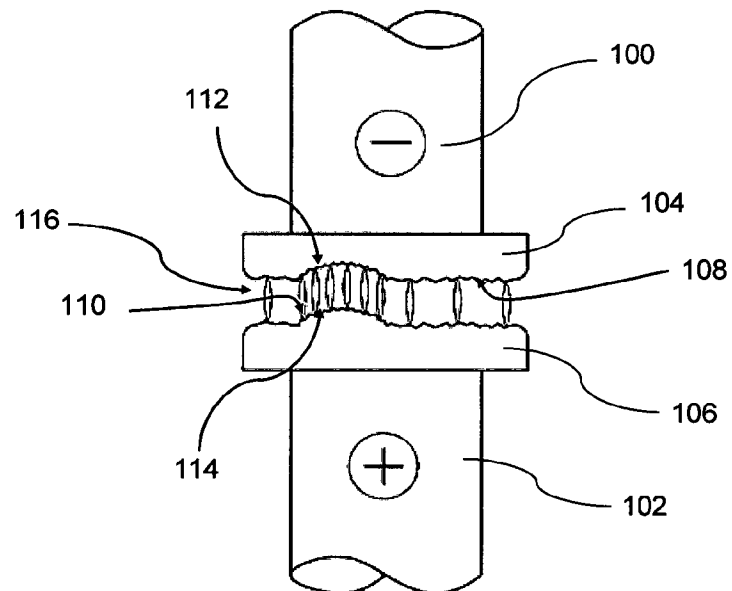


Fig. 2B

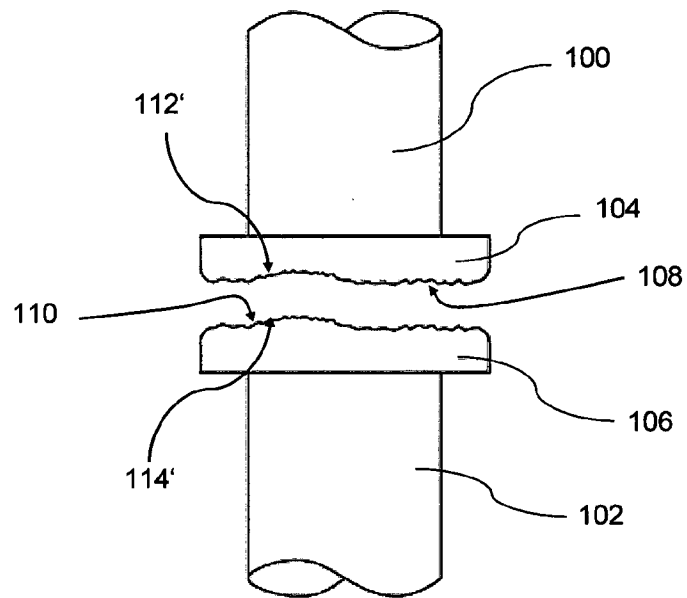


Fig. 2C

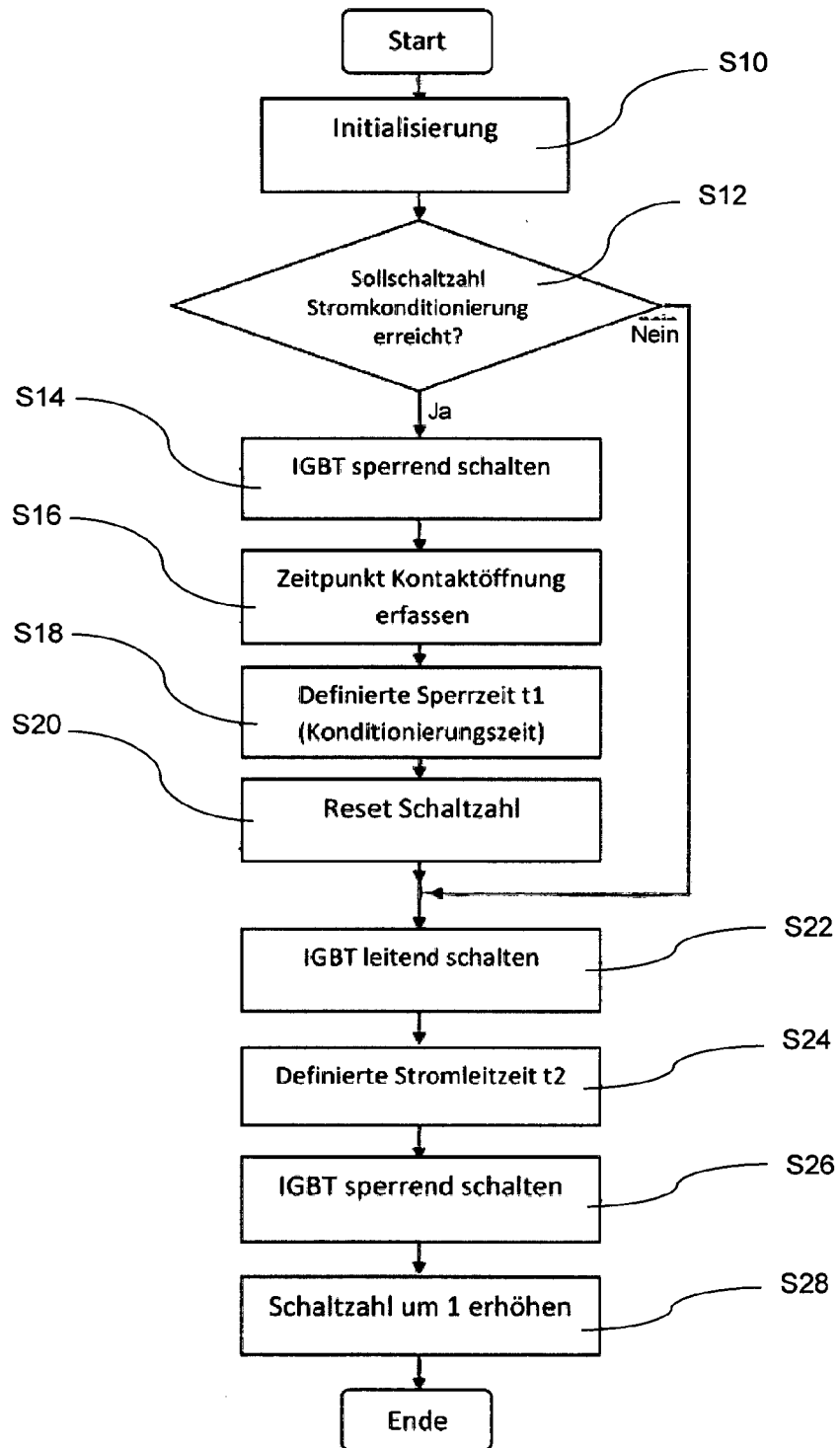


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/058566

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01H9/54 H01H1/00 H01H1/60
ADD. H01H33/664

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01H

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2013 114259 A1 (EATON ELECTRICAL IP GMBH & CO [DE]) 18 June 2015 (2015-06-18) cited in the application abstract; figure 1 -----	1-10
A	DE 197 14 655 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 15 October 1998 (1998-10-15) cited in the application column 1, lines 54-66 column 2, lines 16-65 page 1 -----	1-10
A	DE 197 11 622 C1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 23 July 1998 (1998-07-23) column 4, line 66 - column 6, line 61; figure 1 -----	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 July 2017

Date of mailing of the international search report

17/07/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Glamán, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/058566

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102013114259 A1	18-06-2015	CA 2934123 A1	25-06-2015
		CN 105830344 A	03-08-2016
		DE 102013114259 A1	18-06-2015
		EP 3084960 A1	26-10-2016
		US 2016322184 A1	03-11-2016
		WO 2015091105 A1	25-06-2015

DE 19714655 A1	15-10-1998	NONE	

DE 19711622 C1	23-07-1998	DE 19711622 C1	23-07-1998
		EP 0866480 A2	23-09-1998

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. H01H9/54 H01H1/00 H01H1/60
 ADD. H01H33/664

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 H01H

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2013 114259 A1 (EATON ELECTRICAL IP GMBH & CO [DE]) 18. Juni 2015 (2015-06-18) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-10
A	DE 197 14 655 A1 (ABB PATENT GMBH [DE]) 15. Oktober 1998 (1998-10-15) in der Anmeldung erwähnt Spalte 1, Zeilen 54-66 Spalte 2, Zeilen 16-65 Seite 1 -----	1-10
A	DE 197 11 622 C1 (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG [DE]) 23. Juli 1998 (1998-07-23) Spalte 4, Zeile 66 - Spalte 6, Zeile 61; Abbildung 1 -----	1-10



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

11. Juli 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/07/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Glamann, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/058566

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102013114259 A1	18-06-2015	CA 2934123 A1	25-06-2015
		CN 105830344 A	03-08-2016
		DE 102013114259 A1	18-06-2015
		EP 3084960 A1	26-10-2016
		US 2016322184 A1	03-11-2016
		WO 2015091105 A1	25-06-2015

DE 19714655 A1	15-10-1998	KEINE	

DE 19711622 C1	23-07-1998	DE 19711622 C1	23-07-1998
		EP 0866480 A2	23-09-1998
