



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 017 091.5**

(22) Anmeldetag: **15.10.2013**

(43) Offenlegungstag: **16.04.2015**

(51) Int Cl.: **H02J 7/00 (2006.01)**

H02J 15/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

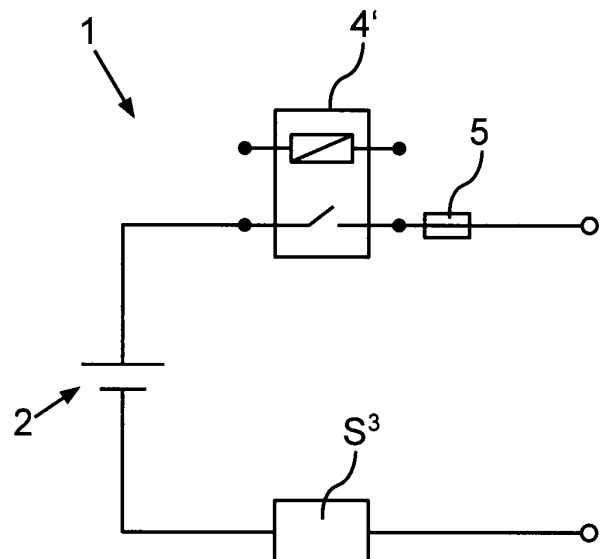
(72) Erfinder:

Friedrich, Mario, Dipl.-Ing. (FH), 70806 Kornwestheim, DE; Neusatz, Eduard, 86159 Augsburg, DE; Schönemann, Artur, 64331 Weiterstadt, DE; Schwarz, Bryan, 71263 Weil der Stadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Energiespeichereinrichtung für einen Kraftwagen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Energiespeichereinrichtung (1) für einen Kraftwagen, mit einer Batterie (2), mit deren einem Pol eine erste Ladeschaltung elektrisch gekoppelt ist und mit deren anderem Pol eine zweite Ladeschaltung (4') elektrisch gekoppelt ist, wobei die erste Ladeschaltung einen Halbleiterschalter (S^3) umfasst um die Zuverlässigkeit der Energiespeichereinrichtung (1) zu erhöhen und gleichzeitig die Kosten zu senken.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Energiespeichereinrichtung für einen Kraftwagen gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Allgemein nimmt die Elektrifizierung von Kraftwagen zu. Das betrifft zum einen neue Antriebstechnologien, welche große Mengen elektrischer Energie benötigen, aber auch mehr und mehr sonstige elektrische Verbraucher, welche in einem modernen Kraftwagen zu finden sind. Speicherung und Zugriff auf die benötigte elektrische Energie ist hier ein Schlüsselthema.

[0003] So ist aus der DE 10 2010 014 104 A1 ein elektrisches Bordnetz für einen Kraftwagen bekannt, welches zwei Teilbordnetze mit unterschiedlichen Netzspannungen aufweist. In einem der Netze ist eine Energiespeichereinrichtung mit mindestens zwei Kondensatorgruppen ausgebildet, die mittels einer steuerbaren Schalteinrichtung selektiv zwischen einer Serien- und einer Parallelschaltung umschaltbar sind.

[0004] Die DE 10 2012 007 225 A1 beschreibt ein Energieversorgungssystem für einen Kraftwagen mit zwei Batterieeinheiten, mit einem ersten Spannungsabgriff zur Ausgabe einer ersten elektrischen Ausgangsspannung und einem zweiten Spannungsabgriff zur Ausgabe einer zweiten elektrischen Ausgangsspannung. Der zweite Spannungsabgriff ist hier mittels eines Diodenelements mit den Batterieeinheiten verbunden, so dass er unter bestimmten Umständen zuschaltbar ist.

[0005] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Zuverlässigkeit von Energiespeichereinrichtungen in Kraftwagen zu erhöhen, und gleichzeitig die Kosten, den Bauraum, und das Gewicht zu reduzieren.

[0006] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Energiespeichereinrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Patentanspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche, der Beschreibung und der Figuren.

[0007] In der nachfolgenden Beschreibung wird vorwiegend der Begriff Halbleiterschalter verwendet. Dieser ist allerdings als Synonym für den Oberbegriff des Analogschalters zu sehen.

[0008] Um die Zuverlässigkeit einer Energiespeichereinrichtung für einen Kraftwagen bei sinkenden Kosten zu erhöhen, ist bei einer erfindungsgemäßen Energiespeichereinrichtung mit einer Batterie, mit deren einem Pol eine erste Ladeschaltung elektrisch gekoppelt ist, so wie mit deren anderem Pol eine zwei-

te Ladeschaltung elektrisch gekoppelt ist, vorgesehen, dass die erste Ladeschaltung einen Halbleiterschalter umfasst. Insbesondere kann die erste Ladeschaltung auch aus einem Halbleiterschalter bestehen. Die elektrische Kopplung des Halbleiterschalters mit den Polen der Batterie kann hier innerhalb der Ladeschaltung sowohl in einer Parallelschaltung als auch in einer Seriellschaltung erfolgen. Die Batterie kann hier auch ein Energiespeicher wie ein Supercap, eine Brennstoffzelle oder Ähnliches sein.

[0009] Das hat den Vorteil, dass weniger mechanische Bauteile, welche verschleifen können, benötigt werden. Ferner ermöglicht die Nutzung des Halbleiterschalters eine kürzere Bereitstellungs- und/oder Vorladezeit („precharge“), kürzere Wiederholungsintervalle, sowie ein sehr schnelles Schalten von Strömen. Zudem ist so insbesondere ein Vorladestrom in seinem zeitlichen Verlauf steuerbar und insbesondere frei begrenzbare, also innerhalb technischer Grenzen beliebig steuerbar. Es kann ferner ein Kurzschlussstrom begrenzt werden. Des Weiteren kommt es durch die kürzere Vorladezeit auch zu einer geringeren Erwärmung des Halbleiterschalters. Durch die geringere Erwärmung sind mehr aufeinanderfolgende Vorladevorgänge möglich, womit ein möglicherweise nötiger Abkühlungsvorgang zeitlich nach hinten verschoben wird.

[0010] Auch eine Kurzschlusssicherung kann so kostengünstig integriert werden. Da nur ein Halbleiterschalter verwendet wird, fallen auch nur einmal nennenswerte Durchschaltverluste an, auch eine Ansteuerspannung muss nur einmal erzeugt werden. Zudem ist die durch die Durchschaltverluste entstehende Abwärme so leicht abführbar. Umfasst der Halbleiterschalter eine inverse Diode, so ist über diese auch ein Ladebetrieb der Batterie, insbesondere ein Rekuperationsladebetrieb günstig realisierbar.

[0011] Es kann auch vorgesehen sein, die Halbleiterschalter als Röhrentransistoren oder als einen sonstigen nicht-elektromechanischen Schalter auszubilden.

[0012] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst die erste Ladeschaltung eine Vorladeschaltung und vorzugsweise auch eine Hauptladeschaltung, wobei die Vorladeschaltung oder die Hauptladeschaltung ihrerseits den Halbleiterschalter umfasst. Das hat den Vorteil, dass die elektrische Unterbrechung durch zwei unterschiedliche Technologien erfolgen kann, was die Zuverlässigkeit erhöht. Insbesondere kann so in dem Fall, dass die Vorladeschaltung den Halbleiterschalter umfasst, ein Relais in der Hauptladeschaltung lastfrei schalten, wodurch es kostengünstiger ausgelegt werden kann. Auch das bekannte Prellen beim Öffnen oder Schließen der Relais kann so vermieden werden.

[0013] Unter einer Ladeschaltung, insbesondere einer Vor- oder Hauptladeschaltung, sind hier insbesondere auch elektronische Bauteile zu verstehen, welche die Funktionen einer Vor- oder Hauptladeschaltung übernehmen können ohne im herkömmlichen Sinne ein Schaltungsnetzwerk aus mehreren Bauteilen und verbindenden Drähten darzustellen. Es kann also auch ein einziges Bauteil als Vor- und/oder Hauptladeschaltung sein, wie in einer weiter unten beschriebenen Ausführungsform noch deutlich wird. Es kann sich aber auch um komplexere Verschaltungen handeln deren Hauptfunktion darin besteht Strom unidirektional oder bidirektional durchzuschalten. Insbesondere wird die herkömmliche Vorladeschaltung, welche im Allgemeinen aus einem Schalter und einer strombegrenzenden Komponente besteht, durch einen einzigen, gesteuerten Halb- oder Analogschalter ersetzt.

[0014] In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung umfasst die Vorladeschaltung und die Hauptladeschaltung einen Halbleiterschalter. Das hat den Vorteil, dass ein Kurzschlussstrom begrenzt werden kann. Ferner ist ein sehr schnelles Schalten von Strömen möglich.

[0015] Insbesondere kann hier vorgesehen sein, dass ein Halbleiterschalter der Vorladeschaltung und der Halbleiterschalter der Hauptladeschaltung in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind. Das hat den Vorteil, dass Bauraum und Gewicht reduziert sind.

[0016] Außerdem kann dann vorgesehen sein, dass der Halbleiterschalter der Vorladeschaltung und der Halbleiterschalter der Hauptladeschaltung identisch sind. So sind Vor- und Hauptladeschaltung dann in einem einzigen Halbleiterschalter vereint und ein Vorladeschaltungsbaustein kann entfallen. Da dann nur ein Halbleiterschalter verwendet wird, fallen auch nur einmal nennenswerte Durchschaltverluste an, auch eine Ansteuerspannung muss nur einmal erzeugt werden. Dieser Halbleiterschalter kann dann im Zustand einer teilweisen oder getakteten Durchlässigkeit die Funktion der Vorladeschaltung und im Zustand einer vollständigen Durchlässigkeit die Funktion der Hauptladeschaltung übernehmen.

[0017] In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung umfasst auch die zweite Ladeschaltung einen Halbleiterschalter. Das hat den Vorteil, dass auftretende Ströme so besonders schnell geschaltet werden können.

[0018] Es ist ferner vorgesehen, mit der zweiten Ladeschaltung einen zusätzlichen Halbleiterschalter elektrisch zu koppeln. Das hat den Vorteil, dass insbesondere kein Wechseln einer Sicherung mehr erforderlich ist, da ein schnelles Abschalten durch den zusätzlichen Halbleiter, welcher einen Strom be-

grenzt oder diesen vor der Zerstörung der Sicherung wegschaltet, möglich ist. Die Sicherung dient in diesem Fall nur noch als Absicherung für den Fall, dass der zusätzliche Halbleiterschalter ausfällt, und kann so vorteilhafterweise auch in schwer zugänglichen Bereichen des Kraftfahrzeugs und/oder der Batterie angeordnet sein.

[0019] In einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Energiespeichereinrichtung mit einem elektrischen Energiespeicher, mit dessen einem Pol ein erster Schalter elektrisch gekoppelt ist, so wie mit dessen anderem Pol ein zweiter Schalter elektrisch gekoppelt ist, wird der erste und/oder der zweite Schalter durch einen Analog- bzw. Halbleiterschalter realisiert.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Energiespeichereinrichtung mit einem elektrischen Energiespeicher, mit dessen einem Pol ein erster Schalter elektrisch gekoppelt ist, so wie mit dessen anderem Pol ein zweiter Schalter elektrisch gekoppelt ist, umfasst der erste Schalter eine Vorladeschaltung, wobei die Vorladeschaltung ihrerseits durch einen Analog- bzw. Halbleiterschalter realisiert wird.

[0021] Bevorzugt ist der Analog- bzw. Halbleiterschalter der Vorladeschaltung und der Analog- bzw. Halbleiterschalter des Schalters in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Energiespeichereinrichtung mit einem elektrischen Energiespeicher, mit dessen einem Pol ein erster Schalter elektrisch gekoppelt ist, so wie mit dessen anderem Pol ein zweiter Schalter elektrisch gekoppelt ist, ist mit dem zweiten und/oder dem ersten Schalter ein zusätzlicher Analog- bzw. Halbleiterschalter elektrisch gekoppelt.

[0023] Bevorzugt ist es vorgesehen, dass zumindest ein Halbleiterschalter einen Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode und/oder einen Bipolartransistor ohne isolierte Gate-Elektrode und/oder einen Thyristor und/oder einen Gate-Turnoff-Thyristor und/oder einen Gate-Commutated-Thyristor und/oder einen Feldeffekttransistor und/oder einen Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor umfasst. Bevorzugt ist also die Ausformung der Halbleiterschalter als Leistungshalbleiter. Das hat den Vorteil, dass die Halbleiterschalter so kostengünstig und zuverlässig realisiert werden können.

[0024] In einer weiteren Ausführungsform ist hier vorgesehen, dass zumindest ein Halbleiterschalter zwei entgegengerichtet geschaltete Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode, mit jeweils parallel geschalteter Schutzdiode, und/oder zwei entgegengerichtet geschaltete Bipolartransistoren ohne iso-

lierte Gate-Elektrode, mit jeweils parallel geschalteter Schutzdiode, und/oder zwei Thyristoren und/oder zwei entgegengerichtet geschaltete Feldeffekttransistoren, mit jeweils parallel geschalteter Schutzdiode, und/oder zwei entgegengerichtet geschaltete Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren, mit jeweils parallel geschalteter Schutzdiode, und/oder eine Zweirichtungs-Thyristordiode bzw. einen Symistor umfasst. Es ist hier also vorteilhaft, dass die Leistungshalbleiter so verschaltet sind, dass sie über eine entgegengesetzte bevorzugte Durchlassrichtung, insbesondere über eine Sperrrichtungsdiode realisiert, verfügen. Das hat den Vorteil, dass der Halbleiterschalter dann besonders flexibel eingesetzt werden kann.

[0025] Insbesondere ist auch vorgesehen, dass zusätzlich eine Schmelzsicherung Bestandteil der Energiespeichereinrichtung ist. Diese ist dann mit einem der Pole oder einer der Vor- bzw. Hauptladeschaltungen elektrisch gekoppelt. Das hat den Vorteil, dass so eine Absicherung für den Fall, dass ein Halbleiterschalter ausfällt, vorhanden ist.

[0026] In einer anderen Ausführungsform ist zumindest ein Halbleiterschalter dazu ausgelegt, einen Kurzschlussstrom einstellbar zu begrenzen. Das hat den Vorteil, dass im durchgeschalteten Zustand des Halbleiterschalters ein maximaler Kurzschlussstrom als Begrenzung vorgegeben werden kann, insbesondere durch eine eingestellte Steuerspannung, aber auch durch die Bausteinparameter.

[0027] Schließlich kann vorgesehen sein, dass zumindest ein Halbleiterschalter über eine Serienschaltung mit einem der Pole der Batterie gekoppelt ist. Das hat den Vorteil, dass weitere Bauteile der Energiespeichereinrichtung wie insbesondere eine Lade- oder Hauptladeschaltung besonders günstig ausgelegt werden können, da sie auf geringere Ströme ausgelegt werden können.

[0028] Es können die Analogschalter so verbaut werden, dass die stabilen Potentiale zwischen elektrischen Energiespeicher und Schalter als Bezugspotentiale verwendet werden. Insbesondere finden, sofern auch anderweitige Bezugspotentiale verwendet werden müssen, als erstes die internen Bezugspotentiale Anwendung.

[0029] Eine weitere Ausgestaltung sieht unterschiedliche Bauarten der Analogschalter in einer Verschaltung vor. So können z. B. für die Schaltung im positiven Pol zwei in Reihe entgegengesetzt geschaltete IGBT's Verwendung finden und im negativen Pol für die Schaltung ein Triac eingebaut sein. Eine weitere abgeleitete Lösung wäre eine FET – IGBT – Triac Kombination.

[0030] Im Folgenden wird die Bezeichnung Überstrom hier als Oberbegriff für alle Ströme oberhalb eines üblichen Betriebsbereiches verwendet. So auch für Kurzschlussströme.

[0031] Es kann vorgesehen sein, als erstes eine Begrenzung des Überstroms erfolgt, gefolgt von einer Sperrung oder stärkeren Begrenzung des Stromes sofern dieser nicht innerhalb einer berechneten bzw. vorgegebenen Zeit eine Stromschwelle wieder unterschreitet.

[0032] Auch kann vorgesehen sein, dass der Messbereich des Stromsensors nur bis zur Obergrenze des Betriebsbereiches einschließlich eines optionalen Sicherheitspuffers reicht. Ein weiterer Vorteil von Analogschaltern ist darin zu finden, dass der Messbereich für den Stromsensor geringer ausgelegt werden muss. Damit ist es möglich günstigere Stromsensoren zu wählen.

[0033] Nachfolgend soll kurz der Hintergrund des Einsparpotentials bei einem Stromsensor dargestellt werden. Bei heutigen Relais-Sicherungskombinationen erfolgt bis zu einer gewissen Überstromgrenze die Trennung mittels Relais und ab einer gewissen Grenze nur noch eine Trennung über die Sicherung. Diese Grenze liegt etwa bei dem dreifachen des maximalen Betriebsstromes. Wenn also beispielsweise das elektrische Energiesystem für einen Strombereich von -300 A bis $+300\text{ A}$ ausgelegt ist, erfolgt die Trennung ausschließlich über die Sicherung ab Strömen größer 900 A . Diese Grenze von 900 A muss also vom Stromsensor noch erkannt werden, was bei einer Auslegung mittels Analogschalter nicht mehr erforderlich ist. Bezogen auf das dargelegte Beispiel würde hier eine Überstrombegrenzung mittels Analogschalter von 350 A ausreichen. Damit müsste der Stromsensor nur noch für einen Bereich bis leicht oberhalb des Betriebsbereiches z. B. 350 A ausgelegt werden (respektive inklusive eines kleinen Sicherheitspuffers bis 375 A).

[0034] Das teilweise oder vollständige Ersetzen der Relais durch Analogschalter in den Energiespeichereinrichtungen hat neben den bereits dargestellten Vorteilen und dem Vorteil, dass die Analogschalter eine weitaus höhere Lebensdauer besitzen als elektromechanische Relais auch noch den Vorteil, dass die zur Ansteuerung erforderliche Energie deutlich geringer ist. So haben typische in HV (Hochvolt) Batterien Anwendungen verwendete Spulen von Relais eine im statischen erforderliche Ansteuerleistung von ca. 4 W und einen nochmal höhere Ansteuerleistung im dynamischen Betrieb (also während einer Anzugsphase eines Ankers). Diese Ansteuerenergie ist bei einem Analogschalter z. B. einem IGBT nahe Null bzw. deutlich geringer. Im dynamischen Betrieb während der Vorladung weisen die Analogschalter in der Regel auch einen weitaus geringeren Leistungsbedarf

auf. Dadurch muss durch die Steuerelektronik weniger Leistung aufgebracht werden um die Funktion der Schalter auszubilden.

[0035] Des Weiteren sei noch darauf verwiesen, dass in den hier dargestellten Anwendungen die Analogschalter so ausgelegt sind, dass auch im Betrieb (also nicht nur während des Vorladevorgangs) der Laststromfluss über diese Analogschalter erfolgen kann.

[0036] Abschließend sei noch darauf verwiesen, dass die Erfindung auch bei anderweitigen Energiespeichern Anwendung finden kann. Explizit soll hier noch auf die Brennstoffzelle und Superkaps verwiesen werden, welche auch unter den Oberbegriff des elektrischen Energiespeicher fallen sollen. Des Weiteren bringt die Verwendung von Analog- bzw. Halbleiterschalters noch den Vorteil mit sich, dass diese im Vergleich zu den Relais sowohl in Ihrer Baugröße wie auch in Ihrem Gewicht reduziert sind.

[0037] Da es über Analog- bzw. Halbleiterschalter im Vergleich zu Relais im durchgeschalteten Zustand zu einem weit aus größerem Spannungsabfall kommt, ergeben sich bei diesen Halbleiterschaltern auch weit aus größere Durchleitungsverluste als bei einem Relais. Wenn man also nur für einen Pol der Batterie einen Analog- bzw. Halbleiterschalter vorsieht, am besten auch ohne entgegengerichtet geschalteten Baustein, fallen diese Verluste nur einmal pro Batterie an, im Gegensatz zu Lösungen die für beide Pole der Batterie einen Analogschalter vorsehen, welcher auch noch mit zwei entgegengericht sperrenden Bausteinen ausgelegt ist.

[0038] Es kann vorgesehen sein, dass parallel zum Analogschalter in entgegengesetzten Stromflussrichtung eine Diode und/oder ein Thyristor und/oder einen Gate-Turnoff-Thyristor und/oder einen Gate-Commutated-Thyristor und/oder einen Feldeffekttransistor und/oder einen Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor und/oder eine Elektronenröhre verbaut ist. Bei einer solchen Ausgestaltung z. B. mittels eines IGBT in einem Pol und einem Relais im anderen benötigt man für Rückspeise- bzw. Ladeströme eine in Gegenrichtung parallel zum IGBT geschaltete Diode. Diese Diode kann z. B. auch durch einen Thyristor ersetzt werden. Vorteilhaft an dieser Ausgestaltung ist, dass es durch die Rückspeiseströme über den Thyristor zu geringeren Verlusten und damit zu einer geringeren Erwärmung des Bausteins kommt als bei einer Diode. Auf einen häufig hohen Löschstrom für den Thyristor könnte auch verzichtet werden, da durch Beenden eines Ladevorgangs bzw. Rekuperationsvorgangs der Rückspeisestrom automatisch wieder zum Erliegen kommt. Dies führt zu einer Sperrung des Thyristors. Für Notfälle kann eine Sperrung durch das verbliebene Relais vorgesehen werden.

[0039] Die Erfindung beinhaltet auch ein Kraftfahrzeug mit zumindest einer erfindungsgemäßen Energiespeichereinrichtung oder einer vorteilhaften Ausführungsform davon.

[0040] Ebenso beinhaltet die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer der beschriebenen Energiespeichereinrichtungen.

[0041] Insbesondere ein Verfahren zum Zu- und/oder Wegschalten eines elektrischen Energiespeicher in einer Energiespeichereinrichtung, wobei zumindest ein Analog- bzw. Halbleiterschalter so ausgelegt und/oder angesteuert wird, um einen Überstrom einstellbar zu begrenzen und/oder zu sperren.

[0042] Insbesondere kann vorgesehen sein, dass aufgrund der schnellen Schaltzeit eines Analog- bzw. Halbleiterschalter dieser die Funktion der Sicherung im Überstromfall übernimmt und dadurch auf die Sicherung verzichtet werden kann.

[0043] In einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Sicherung für den Fall des Ausfalls und/oder Fehlfunktion der Überstromabschaltung durch den Analog- bzw. Halbleiterschalter beibehalten wird, diese dafür auch an einem schwer bzw. schlecht zugänglichen Ort verbaut werden kann. Insbesondere kann damit auch eine Öffnung zum Austausch der Sicherung durch Servicekräfte entfallen.

[0044] Es kann ferner vorgesehen sein, dass die Vorladung des HV Zwischenkreises durch eine zeitlich gesteuerte Widerstandsänderung eines Analog- bzw. Halbleiterschalter übernommen wird.

[0045] Des Weiteren kann vorgesehen sein, dass die elektrische Lastzu- und/oder Abschaltung über den Analog- bzw. Halbleiterschalter erfolgt.

[0046] Überdies ist es möglich, dass der Analog- bzw. Halbleiterschalter beim Zu- und Wegschalten einer Last zeitlich versetzt zum Relais angesteuert wird, was ein last- und funkenfreies Schalten der/des Relais ermöglicht.

[0047] Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass durch das lastfreie Schalten des Relais dieses einfacher und damit kostengünstiger ausgelegt werden kann.

[0048] Es kann dabei vorgesehen sein, dass ein sehr schnelles Vorladen und/oder Zuschalten bei gleichzeitig möglichst geringen EMV Störungen durch einen Vorlade- bzw. Zuschaltstrom erzielt wird welcher einem vorteilhaften zeitlichen Stromverlauf folgt.

[0049] Auch kann hier vorgesehen sein, dass für die Stromdurchschaltung und für die Vorladung der gleiche Analogschalter verwendet wird.

[0050] Schließlich kann vorgesehen sein, dass, bedingt durch den schnelleren Vorladevorgang bzw. dem gesteuerten Vorladeverlauf, es zu einer geringeren Erwärmung der Vorladeschaltung kommt, was wiederum zu einer größeren aufeinanderfolgenden Wiederholungsrate und/oder kürzeren Abfolgen der Vorladevorgänge genutzt werden kann.

[0051] Es versteht sich dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0052] Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele der Erfindung sowie anhand der Zeichnungen.

[0053] Dabei zeigen:

[0054] Fig. 1 eine Energiespeichereinrichtung nach dem Stand der Technik;

[0055] Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Energiespeichereinrichtung mit einem Halbleiterschalter und einer als Relais ausgeführten zweiten Ladeschaltung;

[0056] Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Energiespeichereinrichtung mit zwei Halbleiterschaltern; und

[0057] Fig. 4 ein abschließendes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Energiespeichereinrichtung mit zwei Halbleiterschaltern und je als mechanisches Relais ausgeführter Lade- bzw. Hauptladeschaltung.

[0058] In den Fig. werden gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0059] In Fig. 1 ist eine Energiespeichereinrichtung 1, wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist, dargestellt. Eine Batterie 2 ist an einem Pol mit einer Hauptladeschaltung 4, welche als mechanisches Relais ausgeführt ist, und mit einer Vorladeschaltung 3, welche ebenfalls als mechanisches Relais ausgeführt ist, verbunden. Die Hauptladeschaltung 4 und die Vorladeschaltung 3 sind hier parallel geschaltet und bilden eine erste Ladeschaltung. An dem anderen Pol der Batterie 2 ist eine zweite Ladeschaltung 4', welche hier ebenfalls als mechanisches Relais ausgeführt ist, elektrisch verbunden. Zur zweiten La-

deschaltung 4' ist eine Schmelzsicherung 5 in Serie geschaltet. Soll die Batterie 2 nun mit einem Bordnetz elektrisch verbunden werden, so wird die Vorladeschaltung 3 und die zweite Ladeschaltung 4' eingeschaltet, d. h. die jeweiligen Relais in einen leitenden Zustand gebracht. In Folge wird zunächst ein unerwünscht hoher Strom fließen bzw. eine unerwünscht hohe Spannung entstehen. In Abhängigkeit einer Angleichung von Strom- bzw. Spannungspegel an einen Sollwert wird dann die Hauptladeschaltung 4 geschlossen und die Vorladeschaltung 3 wieder unterbrochen. Die Batterie 2 ist dann mit dem Bordnetz funktionsbereit verbunden.

[0060] In Fig. 2 ist eine Energiespeichereinrichtung 1 dargestellt, bei welcher eine Batterie 2 an einem ihrer Pole wie in der in Fig. 1 gezeigten Energiespeichereinrichtung 1 mit einer zweiten Ladeschaltung 4' und einer mit dieser in Serie geschalteten Schmelzsicherung 5 verbunden ist. Der andere Pol der Batterie 2 ist jedoch im vorliegenden Fall mit einem Halbleiterschalter S^3 elektrisch verbunden. Dieser Halbleiterschalter S^3 bildet hier die erste Ladeschaltung und ersetzt also die beiden mechanischen Relais, die Hauptladeschaltung 4 (Fig. 1) und die Vorladeschaltung 3 (Fig. 1). Der Halbleiterschalter S^3 kann beispielsweise zwei IGBT Transistoren umfassen, wobei z. B. einer der beiden Transistoren in Durchlass- bzw. Entladerichtung und der andere in Sperr- bzw. Laderichtung geschaltet ist. Eine weitere Möglichkeit ist es, den Halbleiterschalter S^3 als Triax bzw. GTO-Transistor auszuführen. So kann die Funktionalität einer Haupt- bzw. Vorladeschaltung 4, 3 (Fig. 1) von einem Bauteil übernommen werden. Das kann unter Umständen eine komplexe Ansteuerung erfordern. Eine weitere Möglichkeit ist es beispielsweise den Halbleiterschalter S^3 als Röhrentransistor auszubilden.

[0061] Basierend auf Fig. 2 ist nun z. B. die Batterie 2 von einem Bordnetz (Hochvolt Zwischenkreis) getrennt, so ist der Halbleiterschalter S^3 beispielsweise in einem hochohmigen Zustand. Gleichzeitig ist z. B. der zweite Schalter 4' unterbrochen, was zur Folge hat, dass die Batterie 2 auch galvanisch von dem Bordnetz getrennt ist. Soll nun die Batterie 2 mit dem Bordnetz elektrisch verbunden werden, so wird einerseits der zweite Schalter 4' geschlossen und darauf folgend zeitlich verzögert der Halbleiterschalter S^3 in seinem Widerstand verringert. Durch ein beispielsweise kontinuierliches Absenken des Widerstands des Halbleiterschalters S^3 können hier Artefakte, wie beispielsweise ein Überschwingen in der Spannung vermieden werden, wie es auch eine herkömmliche Vorladeschaltung 3 (Fig. 1) zum Ziel hat. Des Weiteren sind so auch unterschiedliche Vorladeströme einprägnant, so dass es zu möglichst geringen EMV Störungen kommt. Es ist so auch möglich solche Vorladeströme auszubilden welche bestimmten Funktionen nachgebildet sind z. B. einem Sinus, einer Exponential-Funktion etc.

[0062] In Abhängigkeit der auftretenden Ströme und Spannungen kann sodann der Halbleiterschalter S^3 in einen normalen Betriebszustand gebracht werden, der für Lade- und Entladevorgänge der Batterie **2** am besten geeignet ist. In der Regel handelt es sich dabei um den Zustand, in welchem der Halbleiter den geringsten Widerstand bei der Stromdurchleitung aufweist. Sollte nun ein Notfall, wie beispielsweise ein Kurzschluss oder ähnliches, eintreten, so kann über den Halbleiterschalter S^3 sehr schnell eine Nottrennung der Batterie vom Bordnetz erfolgen. Da die Halbleiterbauelemente, aus denen der Halbleiterschalter S^3 bevorzugt besteht, sehr schnell schalten, kann konstruktionsseitig beispielsweise auch ein Einsparen der Schmelzsicherung **5** in Erwägung gezogen werden. Vorteilhaft an dieser Ausgestaltung ist des weiteren, dass die Ströme beim Ein- und Ausschalten über den Analogschalter geschaltet werden, was dazu führt, dass das Relais immer Lastfrei und damit Funkenfrei geschaltet werden kann (Ablauf Zuschaltung: Zunächst lastfreies zuschalten des Relais, dann Vorladung und Verbindungsaufbau über den Analogschalter; Ablauf Trennen: Zunächst Lasttrennung über den Analogschalter, dann lastfreies Wegschalten des Relais). Dazu erfolgt der Ein- und Ausschaltvorgang des Analogschalters zum Relais immer leicht zeitlich versetzt. Da an den Relais hier nur eine mechanische Belastung und keine elektrische Belastung gegeben ist, hat dies eine weitaus längere Lebensdauer der Relais zur Folge. Die hier gemachten Angaben sind natürlich – auch auszugsweise – auf alle anderen Varianten mit Analogschaltern übertragbar.

[0063] Bei der Ausgestaltung der Verschaltung ist es günstig diese so aus zu legen, dass bei Verwendung von Analogschaltern diese so verbaut werden, dass deren Bezugspotential zwischen dem Analogschalter und elektrischem Energiespeicher liegt, da dieses Potential weit aus geringere Schwankungen aufweist als das Potential an den externen Anschlüssen. Erfolgt also ein Aufbau zum Beispiel nach **Fig. 2** ist es vorteilhaft einen NPN Bipolartransistor in der negativen Polleitung zu verbauen, da so die Basis direkt im Bezug zum stabilen negativen Pol des elektrischen Energiespeicher steht.

[0064] Ist nun z. B. die Batterie **2** von einem Bordnetz des Kraftwagens getrennt, so ist der Halbleiterschalter S^3 beispielsweise in einem hochohmigen Zustand. Gleichzeitig ist die zweite Ladeschaltung **4'** unterbrochen, was zur Folge hat, dass die Batterie **2** auch galvanisch von dem Bordnetz getrennt ist. Soll nun die Batterie **2** mit dem Bordnetz elektrisch verbunden werden, so wird einerseits die zweite Ladeschaltung **4'** geschlossen und andererseits der Halbleiterschalter S^3 in seinem Widerstand verringert. Durch ein beispielsweise schrittweises Absenken des Widerstands des Halbleiterschalters S^3 können hier Artefakte, wie beispielsweise ein Überspringen in der Spannung

vermieden werden, wie es auch eine herkömmliche Vorladeschaltung **3** (**Fig. 1**) zum Ziel hat. In Abhängigkeit der auftretenden Ströme und Spannungen kann sodann der Halbleiterschalter S^3 in einen normalen Betriebszustand gebracht werden, der für Lade- und Entladevorgänge der Batterie **2** am besten geeignet ist. Sollte nun ein Notfall, wie beispielsweise ein Kurzschluss oder ähnliches, eintreten, so kann über den Halbleiterschalter S^3 sehr schnell eine Nottrennung der Batterie von dem Bordnetz erfolgen. Da die Halbleiterbauelemente, aus denen der Halbleiterschalter S^3 bevorzugt besteht, sehr schnell schalten, kann konstruktionsseitig beispielsweise auch ein Einsparen der Schmelzsicherung **5** in Erwägung gezogen werden.

[0065] In **Fig. 3** ist eine weitere Energiespeichereinrichtung **1** dargestellt. Im vorliegenden Beispiel ist ganz ähnlich dem in **Fig. 2** gezeigten Beispiel mit einem der Pole der Batterie **2** ein Halbleiterschalter S^3 kontaktiert, welcher eine Ladeschaltung, insbesondere eine Vorladeschaltung **3** (**Fig. 1**) und eine Hauptladeschaltung **4** (**Fig. 1**) ersetzt. Zusätzlich ist nun auch der andere Pol der Batterie **3** mit einem weiteren Halbleiterschalter S^3 elektrisch verbunden, welcher wiederum in Serie mit einer Schmelzsicherung **5** geschaltet ist. Ist die Batterie **2** nun von dem Bordnetz getrennt, so sind beide Halbleiterschalter S^3 bzw. S^3 in einem hochohmigen Zustand. Soll die Batterie **2** nun mit dem Bordnetz leitend verbunden werden, so wird der Widerstand der beiden Halbleiterschalter S^3 bzw. S^3 herabgesetzt. Hierbei kann einer der beiden Halbleiterschalter S^3 , S^3 wieder die Funktion der Vorladeschaltung **3** (**Fig. 1**) übernehmen, z. B. indem er schrittweise in seinem Widerstand abgesenkt wird. Der jeweils andere Halbleiterschalter S^3 bzw. S^3 kann dann z. B. einfacher ausgeführt sein, d. h. darauf ausgelegt sein, lediglich zwischen einem maximalen und einem minimalen Widerstandswert umschalten zu können. Der Halbleiterschalter S^3 bzw. S^3 , welcher die Funktionalität der Vorladeschaltung **3** (**Fig. 1**) übernimmt, wird dann pegelabhängig von Spannung und/oder Strom auf einen minimalen Widerstand gesetzt. Die Batterie **2** ist dann vollständig mit dem Bordnetz gekoppelt.

[0066] Es kann hier z. B. vorgesehen sein, beide Halbleiterschalter S^3 , S^3 als je einen Halbleiterbaustein, welcher in beide Richtungen, also Lade- und Entladerichtung, schalten kann, auszuformen. Hier bieten sich beispielsweise Gate-Turnoff-Thyristoren oder sogenannte „Triacs“, also Zweirichtungs-Thyristordioden, an. Es kann aber z. B. auch vorgesehen sein, die Halbleiterschalter S^3 , S^3 aus Halbleiterbausteinen auszuformen, welche nur in eine Richtung schaltbar sind. Solche Halbleiterbausteine sind z. B. Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode oder Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren. In diesem Falle können entweder beide Halbleiterschalter S^3 , S^3 in sowohl Lade- als auch Entladerichtung

schaltbar sein oder ein Halbleiterschalter S^3 , S^3' ist in beide Richtungen schaltbar und der andere Halbleiterschalter S^3 , S^3' nur in eine Richtung.

[0067] In Fig. 4 ist eine weitere Energiespeichereinrichtung **1** gezeigt. Hierbei ist der eine Pol der Batterie **2** mit einer als mechanisches Relais ausgeführten Hauptladeschaltung **4** elektrisch verbunden, welche mit einem Halbleiterschalter S^3 in Serie geschaltet ist. Die Hauptladeschaltung **4** und der Halbleiterschalter S^3 bilden also die erste Ladeschaltung. Der andere Pol der Batterie **2** ist mit der zweiten Ladeschaltung **4'** elektrisch verbunden, welche hier als mechanisches Relais ausgeführt ist, welches wiederum mit einem zusätzlichen Halbleiterschalter S^3' und einer Schmelzsicherung **5** in Serie geschaltet ist. Ist die Batterie **2** nun von dem Bordnetz des Kraftwagens getrennt, so sind z. B. die Hauptladeschaltung **4** bzw. die Ladeschaltung **4'**, also die beiden Relais, und die beiden Halbleiterschalter S^3 und S^3' in einem unterbrochenen Zustand. Soll die Batterie **2** nun mit dem Bordnetz gekoppelt werden, so werden beispielsweise zunächst die beiden Relais in einen geschlossenen, also elektrisch leitenden Zustand gebracht und gleichzeitig die Halbleiterschalter S^3 bzw. S^3' in einem hochohmigen Zustand belassen. Während einer der Halbleiterschalter S^3 bzw. S^3' in einen Zustand mit minimalem Widerstand geschaltet wird, übernimmt der andere Halbleiterschalter S^3 bzw. S^3' die Funktion einer Vorladeschaltung **3** (Fig. 1), indem der Widerstand dieses Halbleiterschalters S^3 bzw. S^3' pegelgesteuert, also strom- und/oder spannungsabhängig, abgesenkt wird. Grundsätzlich kann die Reihenfolge des Anschaltens der beiden Relais und der beiden Halbleiterschalter S^3 , S^3' hier variiert werden. Der andere Halbleiterschalter S^3 bzw. S^3' übernimmt im vorliegenden Beispiel die Funktion einer Notabschaltung. Im Falle eines Kurzschlusses oder ähnlichem kann so durch diesen die Batterie **2** schnell vom Bordnetz getrennt werden. Gegebenenfalls kann hier der Halbleiterschalter S^3 bzw. S^3' , welcher die Funktion der Vorladeschaltung **3** (Fig. 1) übernimmt, auch günstiger, also beispielsweise lediglich mit einem IGBT-Transistor, ausgeführt werden, da eine Nottrennung dann durch das zugeordnete Relais erfolgen kann.

[0068] Vorstehend wurde die Erfindung beispielhaft anhand einer Energiespeichereinrichtung für einen Kraftwagen erläutert. Anwendung findet die Erfindung im Transportbereich (Landfahrzeuge, Luftfahrzeuge, Schifffahrt), wie auch bei stationärer Energiespeicherung (Pufferspeicher-Energiewende) und als Notstromspeicher. Allgemein kann sie überall dort angewandt werden, wo ein elektrischer Energiespeicher mit einem Verbraucher verbunden wird. Die vornehmliche Anwendung findet die Erfindung voraussichtlich in Elektrofahrzeugen und Hybridfahrzeugen, wo Energiespeicher in Form von Batterien verbaut werden.

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| 1 | Energiespeichereinrichtung |
| 2 | Batterie |
| 3 | Vorladeschaltung |
| 4 | Hauptladeschaltung |
| 4' | Ladeschaltung |
| 5 | Schmelzsicherung |
| S³ | Halbleiterschalter |
| S^{3'} | Halbleiterschalter |

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

- DE 102010014104 A1 [0003]
- DE 102012007225 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Energiespeichereinrichtung (1) für einen Kraftwagen, mit einer Batterie (2), mit deren einem Pol eine erste Ladeschaltung elektrisch gekoppelt ist und mit deren anderem Pol eine zweite Ladeschaltung (4') elektrisch gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Ladeschaltung einen Halbleiterschalter (S³) umfasst.

2. Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Ladeschaltung eine Vorladeschaltung (3) und eine Hauptladeschaltung (4) umfasst, wobei die Vorladeschaltung (3) oder die Hauptladeschaltung (4) ihrerseits den Halbleiterschalter (S³) umfasst.

3. Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Vorladeschaltung (3) und die Hauptladeschaltung (4) jeweils einen Halbleiterschalter (S³) umfasst.

4. Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Halbleiterschalter (S³) der Vorladeschaltung (3) und der Halbleiterschalter (S³) der Hauptladeschaltung (4) in einem gemeinsamen Gehäuse angeordnet sind.

5. Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Ladeschaltung (4') einen weiteren Halbleiterschalter (S³) umfasst.

6. Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit der zweiten Ladeschaltung (4') ein zusätzlicher Halbleiterschalter (S³) elektrisch gekoppelt ist.

7. Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Halbleiterschalter (S³, S^{3'}) einen Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode und/oder einen Bipolartransistor ohne isolierte Gate-Elektrode und/oder einen Thyristor und/oder einen Gate-Turnoff-Thyristor und/oder einen Gate-Commutated-Thyristor und/oder einen Feldeffekttransistor und/oder einen Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor umfasst.

8. Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Halbleiterschalter (S³, S^{3'}) zwei entgegengerichtet geschaltete Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode und/oder zwei entgegengerichtet geschaltete Bipolartransistoren ohne isolierte Gate-Elektrode und/oder zwei Thyristoren und/oder zwei entgegengerichtet geschaltete Feldeffekttransistoren und/oder zwei entgegengerichtet geschaltete Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren und/

oder eine Zweirichtungs-Thyristordiode bzw. einen Symistor umfasst.

9. Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Halbleiterschalter (S³, S^{3'}) dazu ausgelegt ist, einen Kurzschlussstrom einstellbar zu begrenzen.

10. Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Halbleiterschalter (S³, S^{3'}) über eine Serienschaltung mit einem der Pole der Batterie (2) gekoppelt ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

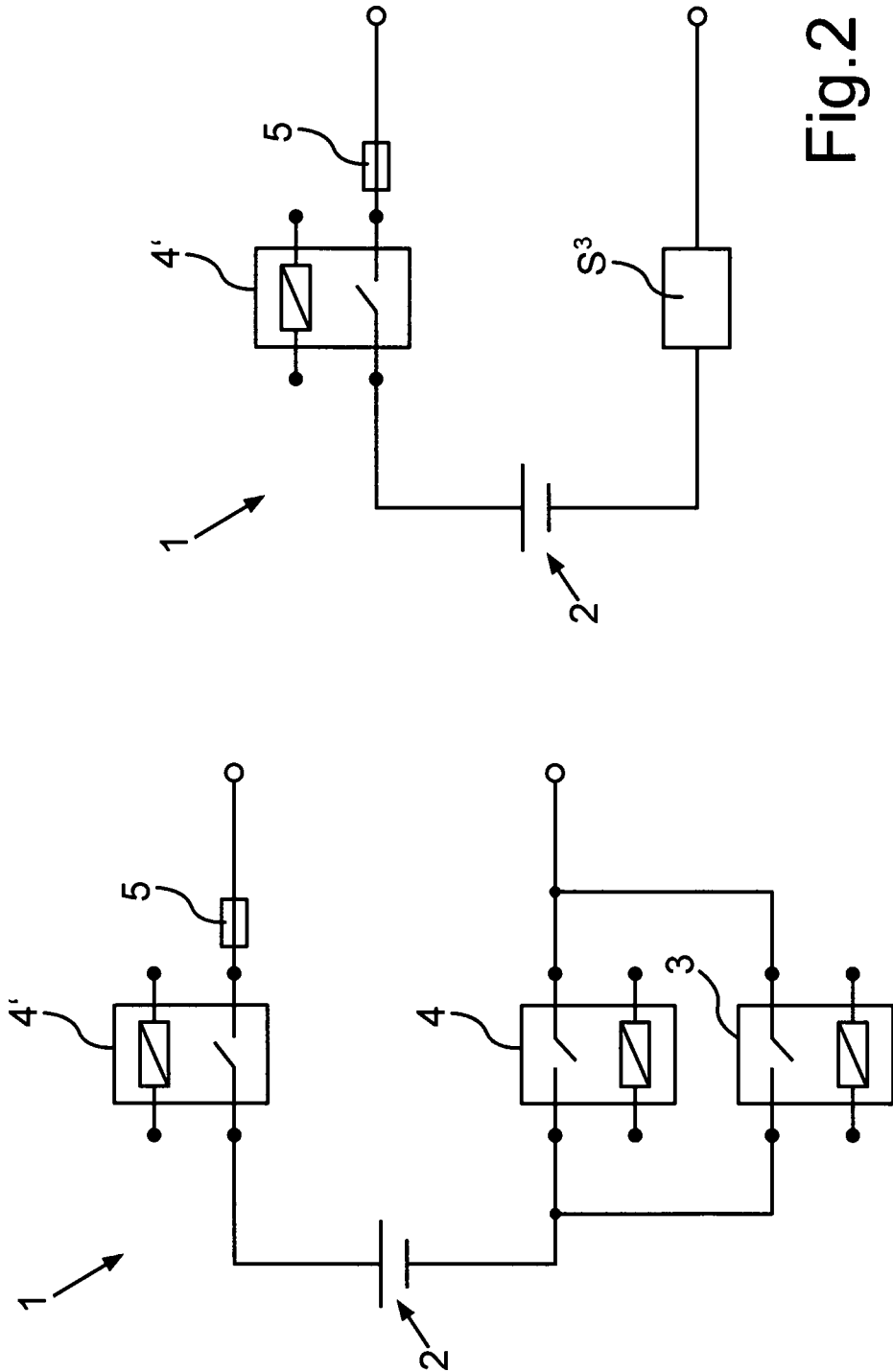


Fig. 2

Fig. 1

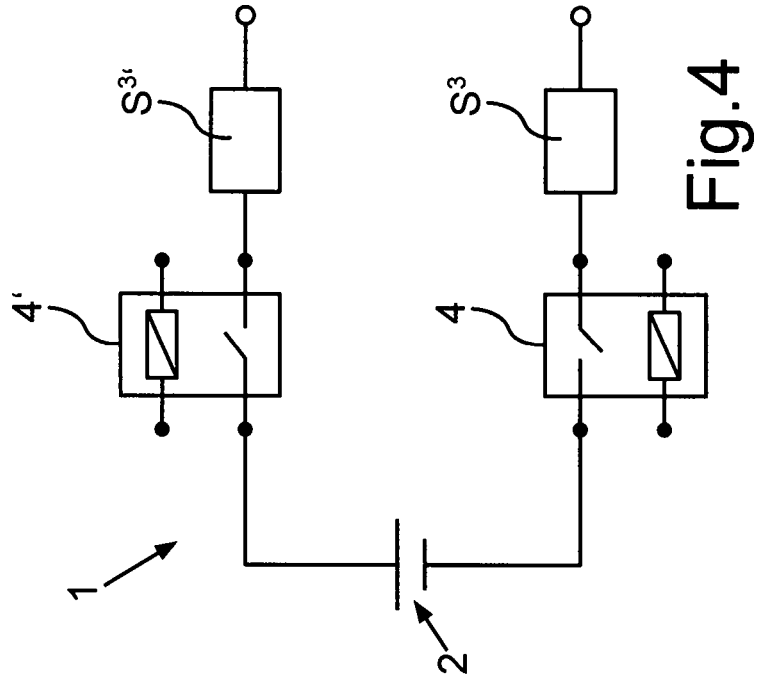


Fig. 4

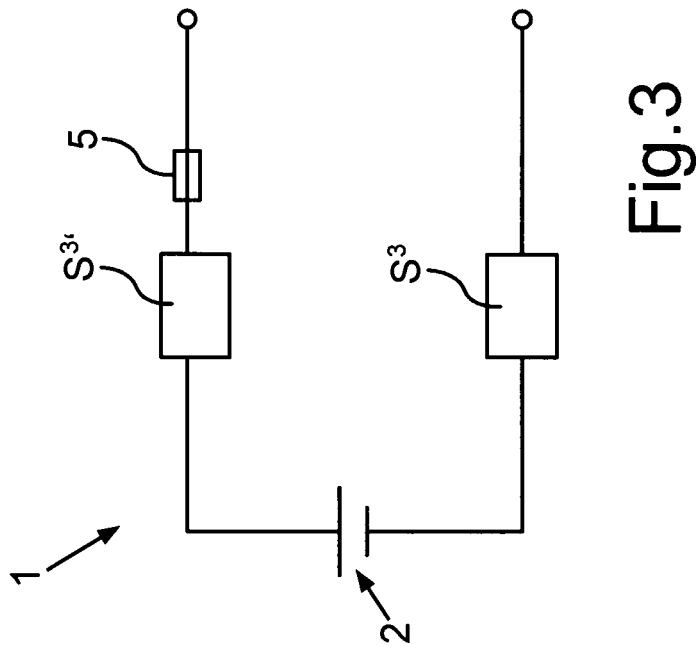


Fig. 3