



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 134 212.0**
 (22) Anmeldetag: **12.12.2019**
 (43) Offenlegungstag: **17.06.2021**

(51) Int Cl.: **B60L 50/60 (2019.01)**
B60L 3/00 (2019.01)
B60R 16/033 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
 80809 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2017 103 902	A1
DE	10 2017 209 106	A1
DE	11 2012 005 937	T5
EP	2 561 372	B1
WO	2017/ 220 443	A1

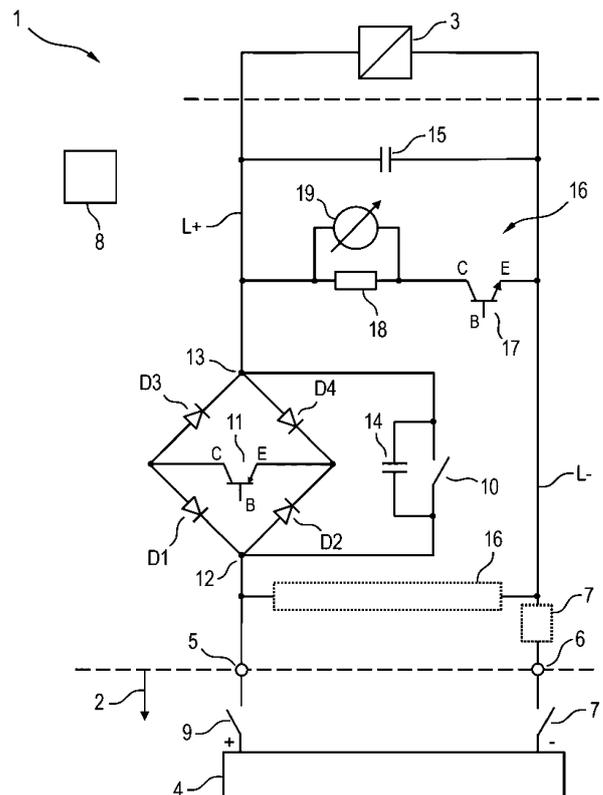
(72) Erfinder:
**Baaser, Joerg, 80807 München, DE; El-Barbari,
 Said, Dr., 85356 Freising, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Fahrzeug mit Energiespeichermodul**

(57) Zusammenfassung: Ein Fahrzeug (1) weist ein Energiespeichermodul (2) mit mindestens einer Speicherzelle (4) sowie einem positiven Anschluss (5) und negativen Anschluss (6), mindestens einen mittels des Energiespeichermoduls versorgbaren Verbraucher (3), eine zwischen der mindestens einen Speicherzelle und dem mindestens einen Verbraucher angeordnete Schaltanordnung mit mehreren Schaltern in Form von Leistungshalbleiterschaltern (11; 11a, 11b, 17) und Relais (7, 10) sowie eine Steuereinrichtung (8) zum Schalten der Schalter auf, wobei die Schaltanordnung eine Parallelschaltung eines ersten Relais (10) mit mindestens einem ersten Leistungshalbleiterschalter, die einem an den positiven Anschluss des Energiespeichermoduls angeschlossenen positiven Leitungspfad (L+) zwischengeschaltet ist; ein zweites Relais (7) zum wahlweisen Verbinden und Trennen der mindestens einen Speicherzelle mit bzw. von einem an den negativen Anschluss des Energiespeichermoduls angeschlossenen negativen Leitungspfad (L-) der Schaltanordnung; und eine Entladeschaltung (16) mit einer Reihenschaltung mit einem zweiten Leistungshalbleiterschalter (17) und einem Entladewiderstand (18), die mit dem positiven und dem negativen Leitungspfad verbunden ist, aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Fahrzeug, aufweisend ein Energiespeichermodul mit mindestens einer Speicherzelle sowie einem mit der mindestens einen Speicherzelle verbundenen positiven Anschluss und negativen Anschluss, mindestens einen mittels des Energiespeichermoduls versorgbaren Verbraucher, eine zwischen der mindestens einen Speicherzelle und dem mindestens einen Verbraucher angeordnete Schaltanordnung mit mehreren Schaltern sowie eine Steuereinrichtung zum Schalten der Leistungshalbleiterschalter und Relais. Die Erfindung ist insbesondere vorteilhaft anwendbar auf teilweise elektrisch angetriebene Fahrzeuge („Hybridfahrzeuge“) und vollständig elektrisch angetriebene Fahrzeuge („Elektrofahrzeuge“).

[0002] Bisher werden ein Schütz in einem positiven Leitungspfad und ein Schütz in einem negativen Leitungspfad zwischen einem Energiespeicher und einer Last oder Verbraucher eines Fahrzeugs verwendet, um ein schnelles und galvanisches Trennen des Energiespeichers von der Last bzw. Verbraucher zu ermöglichen. Ein drittes Schütz wird beim Verbinden des Energiespeichers mit dem restlichen Fahrzeug für eine Vorladung inklusive Vorwiderstand zur Reduzierung eines Einschaltstroms verwendet. Zudem ist es bekannt, zwei pyrotechnische Schutzschalter („Pyrosicherung“) zu verwenden, um Energiespeicher abzutrennen und eine schnelle Entladung einer Zwischenkreis-Kapazität zu ermöglichen.

[0003] Es ist jedoch nachteilig, dass Schütze groß, teuer, schwer, mechanisch anfällig, nicht schockresistent und zum Einsatz als Leistungsschutzschalter (nach DIN) nur bedingt unter allen Kurzschluss- und Überlast-Szenarien für das sichere und schnelle Trennen des Energiespeichers geeignet sind. Als Vorladeschütz ist das Schütz nur zweistufig (und dann auch nicht ganz prellungsfrei) einsetzbar. Auch Pyrosicherungen sind vergleichsweise teuer.

[0004] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Nachteile des Standes der Technik zumindest teilweise zu überwinden und insbesondere eine Möglichkeit zum galvanischen Trennen und Verbinden eines Energiespeichers von Lasten oder Verbrauchern eines Fahrzeugs bereitzustellen, die besonders schnell reagierend, kompakt, leicht, kostengünstig, entprellungsfrei schaltend und gegen mechanischen Schock unempfindlich ausgebildet werden kann.

[0005] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen.

[0006] Die Aufgabe wird gelöst durch ein Fahrzeug, aufweisend

- ein Energiespeichermodul mit mindestens einer Speicherzelle sowie einem mit der mindestens einen Speicherzelle verbundenen positiven Anschluss und negativen Anschluss,
- mindestens einen mittels des Energiespeichermoduls versorgbaren Verbraucher,
- eine zwischen der mindestens einen Speicherzelle und dem mindestens einen Verbraucher angeordnete Schaltanordnung mit mehreren Schaltern in Form von Leistungshalbleiterschaltern und Relais sowie
- eine Steuereinrichtung zum Schalten der Leistungshalbleiterschalter und Relais, wobei die Schaltanordnung
- eine Parallelschaltung eines ersten Relais mit mindestens einem ersten Leistungshalbleiterschalter, die einem an den positiven Anschluss des Energiespeichermoduls angeschlossenen positiven Leitungspfad zwischengeschaltet ist,
- und ein zweites Relais zum wahlweisen Verbinden und Trennen der mindestens einen Speicherzelle mit bzw. von einem an den negativen Anschluss des Energiespeichermoduls angeschlossenen negativen Leitungspfad der Schaltanordnung aufweist.

[0007] Dieses Fahrzeug weist den Vorteil auf, dass zum Trennen und Verbinden des Energiespeichers von bzw. mit einer Last oder einem Verbraucher des Fahrzeugs auf Schütze und Pyrosicherungen verzichtet werden kann und stattdessen mindestens ein Leistungshalbleiterschalter und mindestens ein einfacher Relais-Schalter (im Folgenden nur als „Relais“ bezeichnet) in Kombination verwendet werden können. Dadurch kann eine galvanische Verbindung mit besonders preiswerten Bauteilen umgesetzt werden. Zudem sind einfache Relais und Leistungshalbleiterschalter kompakter, robuster und leichter als Schütze. Darüber hinaus lässt sich das Verbinden und/oder Trennen mittels der Leistungshalbleiterschalter besonders schnell umsetzen.

[0008] Die Parallelschaltung des ersten Relais mit dem mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter ermöglicht beim Verbinden des Energiespeichers mit dem restlichen Fahrzeug (auch als „Einschalten des Energiespeichers“ bezeichnenbar) eine besonders schnelle Verbindung durch Schließen des mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalters und zusätzlich ein dann folgendes, praktisch lastfreies Schließen des parallelen Relais unter Herstellung einer galvanischen Verbindung. So wird die positive Leitung besonders schnell geschlossen, ohne dass das erste Relais stark belastet würde. Bei Trennen des Energiespeichers von dem restlichen Fahr-

zeug (auch als „Ausschalten des Energiespeichers“ bezeichnenbar) ermöglicht der mindestens eine erste Leistungshalbleiterschalter ein praktisch lastfreies Öffnen des parallelen Relais innerhalb eines sehr kurzen Schaltablaufs.

[0009] Das zweite Relais ist an dem negativen Leitungspfad vorhanden und kann daher auch ohne einen dazu parallelen mindestens einen Leistungshalbleiterschalter praktisch leistungsfrei geschaltet werden, insbesondere falls, wie typischerweise vorgesehen, der negative Anschluss bzw. Minuspol des Energiespeichers mit der Masse des Fahrzeugs (z.B. seiner Karosserie) verbunden ist.

[0010] Es ist eine Weiterbildung, dass das Fahrzeug ein teilweise elektrisch angetriebenes Hybridfahrzeug oder ein vollständig elektrisch angetriebenes Elektrofahrzeug ist, z.B. ein Lastfahrzeug, ein Personenfahrzeug, ein Motorrad, ein Bus usw.

[0011] Es ist eine Weiterbildung, dass das die mindestens eine (Energie-)Speicherzelle mindestens eine Batteriezelle ist. Das Energiespeichermodul ist dann ein Batteriemodul. Das Energiespeichermodul stellt eine Gleichspannung bereit. Der positive Anschluss kann auch als Pluspol bezeichnet werden, der negative Anschluss auch als Minuspol.

[0012] Es ist eine insbesondere für Elektrofahrzeuge vorteilhafte Weiterbildung, dass das Energiespeichermodul eine Hochvolt (HV)-Gleichspannung zur Verfügung stellt, z.B. zwischen 60 V und 1,5 kV, beispielsweise von 400 V oder 800 V. Diese Hochvolt-Gleichspannung kann insbesondere hinter der Schaltanordnung in eine Niedervolt (NV)-Gleichspannung abwärtsgewandelt werden, z.B. in eine entsprechende NV-Bordnetzspannung.

[0013] Es ist eine Weiterbildung, dass der mindestens eine mittels des Energiespeichermoduls versorgbare Verbraucher z.B. eine Servolenkung, eine Servobremse usw. umfasst. Auch der Gleichspannungs-Abwärtswandler zum Abwärtswandeln einer HV-Batteriespannung in eine NV-Bordnetzspannung kann als ein solcher Verbraucher angesehen werden.

[0014] Es ist eine Weiterbildung, dass die mehreren Schalter in Form von Leistungshalbleiterschaltern und Relais zumindest den mindestens einen Leistungshalbleiterschalter, das erste Relais und das zweite Relais umfassen. Die Schaltanordnung kann aber auch noch weitere Leistungshalbleiterschalter und/oder Relais aufweisen.

[0015] Die Leistungshalbleiterschalter und Relais können elektrisch leitend oder elektrisch sperrend geschaltet werden. Ein elektrisch leitender Schalter kann auch als eingeschalteter oder geschlossener

Schalter bezeichnet werden. Ein elektrisch sperrender Schalter kann auch als ausgeschalteter oder geöffneter Schalter bezeichnet werden.

[0016] Die Schaltanordnung kann auch als Schaltmatrix oder Schaltnetzwerk bezeichnet werden.

[0017] Es ist eine Weiterbildung, dass ein Leistungshalbleiterschalter zum Steuern und Schalten elektrischer Ströme insbesondere von mehr als 1 Ampere und Spannungen von mehr als etwa 24 Volt ausgelegt ist. Der Leistungshalbleiterschalter kann z.B. ein bipolarer Leistungstransistor, MOSFET, IGBT, Thyristor, Triac, usw. sein.

[0018] Es ist eine Weiterbildung, dass der mindestens eine Leistungshalbleiterschalter ein normal sperrender Schalter ist.

[0019] Die Relais der Schaltanordnung sind keine Schütze, was im Folgenden auch als „einfache Relais“ oder „Nichtschütz“-Relais bezeichnet werden kann. Ein einfaches Relais kann sich von einem Schütz beispielsweise dadurch unterscheiden, dass es keine Funkenlöschkammern aufweist, seine Schaltkontakte einfach unterbrechend sind und/oder Klappanker nutzt. Es ist eine Weiterbildung, dass das einfache Relais einen Wechslerkontakt (Umschalter) aufweist.

[0020] Es ist eine Weiterbildung, dass das zweite Relais zwischen der mindestens einen Speicherzelle und dem negativen Anschluss oder Minuspol des Energiespeichermoduls zwischengeschaltet ist. Es stellt dann eine Komponente des Energiespeichermoduls dar. Alternativ kann das zweite Relais in den negativen Leitungspfad der Schaltanordnung zwischengeschaltet sein, insbesondere unmittelbar hinter dem negativen Anschluss. Es stellt dann keine Komponente des Energiespeichermoduls dar, sondern ist mit dessen negativen Anschluss verbunden.

[0021] Es ist eine Ausgestaltung, dass die Schaltanordnung eine Entladeschaltung mit einer Reihenschaltung mit einem zweiten Leistungshalbleiterschalter und einem ohmschen Widerstand („Entladewiderstand“) aufweist, die einerseits mit dem positiven Leitungspfad und andererseits mit dem negativen Leitungspfad verbunden ist. Die Entladeschaltung ist in anderen Worten zwischen den positiven Leitungspfad und den negativen Leitungspfad geschaltet oder stellt eine Querverbindung zwischen beiden Leitungspfaden her. Die Entladeschaltung ergibt den Vorteil, dass mittels ihr durch Schließen des zweiten Leistungshalbleiterschalters in der Schaltanordnung vorhandene Kapazitäten schnell entladen werden können, insbesondere durch Kurzschluss. Der Entladewiderstand dient dabei dazu, den Entladestrom zu begrenzen und/oder in Wärme umzuwandeln. Der Entladewiderstand kann deshalb auch

als Brems-Widerstand angesehen oder bezeichnet werden, der zweite Leistungshalbleiterschalter als Brems-Chopper. Er weist einen hohen Widerstandswert auf. Diese Reihenschaltung aus Leistungshalbleiterschalter und ohmschem Widerstand kann insbesondere anstelle einer Pyrosicherung verwendet werden und ergibt den Vorteil, dass sie schneller schaltet und zudem preiswerter umsetzbar ist als eine Pyrosicherung.

[0022] Es ist eine Ausgestaltung, dass der mindestens eine erste Leistungshalbleiterschalter zwei mit unterschiedlicher bzw. gegenläufiger Durchlassrichtung in Reihe geschaltete Leistungshalbleiterschalter umfasst, die jeweils mit einer Diode antiparallel geschaltet sind. So lässt sich der Vorteil erreichen, dass die positive Leitung durch Leitendschalten zumindest eines der beiden ersten Leistungshalbleiterschalter und auch durch Leitendschalten der beiden ersten Leistungshalbleiterschalter in beide Richtungen stromleitend einstellen lässt. Dioden und in nur eine Stromrichtung durchlassende („Einrichtungs-“) Leistungshalbleiterschalter sind vorteilhafterweise besonders preiswert, leicht, robust usw. Die Dioden sind insbesondere Leistungsdioden. Die Dioden können auch als Freilaufdioden dienen.

[0023] Es ist eine Ausgestaltung, dass der mindestens eine erste Leistungshalbleiterschalter genau einen ersten Leistungshalbleiterschalter umfasst, der an Mittelabgriffe einer in den positiven Leitungspfad geschalteten Graetz-Schaltung angeschlossen ist. So wird der Vorteil erreicht, dass sich Strom in der positiven Leitung durch Schalten genau eines ersten Leistungshalbleiterschalter mit einer Durchlassrichtung in beiden Stromrichtungen führen lässt. Ist der erste Leistungshalbleiterschalter sperrend geschaltet, ist die positive Leitung unterbrochen, ist der erste Leistungshalbleiterschalter leitend geschaltet, ist die positive Leitung in beiden Stromrichtungen leitend, obwohl der erste Leistungshalbleiterschalter nur in seine Durchlassrichtung leitend ist. Diese Ausgestaltung ist noch preiswerter umsetzbar als die oben beschriebene Ausgestaltung mit zwei gegenläufig in Reihe geschalteten Leistungshalbleiterschaltern. Die Graetz-Schaltung weist, wie grundsätzlich bekannt, zwei jeweils zwei parallel geschaltete Diodenpaare auf, wobei hier der erste Leistungshalbleiterschalter in der Mitte zwischen den Diodenpaaren angeschlossen ist.

[0024] Es ist jedoch grundsätzlich auch möglich, Anordnungen mit einem oder mehreren Einrichtungs-Leistungshalbleiterschaltern und Dioden durch mindestens einen in beiden Richtungen leitenden („Zweirichtungs-“) Leistungshalbleiterschalter wie einen Triac zu ersetzen.

[0025] Es ist eine Ausgestaltung, dass dem positiven Leitungspfad und dem negativen Leitungspfad eine

erste Kapazität und damit parallel die Entladeschaltung zwischengeschaltet sind. Die Entladeschaltung kann insbesondere dazu dienen, die erste Kapazität schnell zu entladen. Die erste Kapazität wiederum kann beispielsweise dazu dienen, Spannungsspitzen zu glätten und kann analog zu einer Zwischenkreiskapazität bzw. als eine Zwischenkreiskapazität dienen.

[0026] Es ist eine Ausgestaltung, dass dem Entladewiderstand eine Spannungsmessvorrichtung parallelgeschaltet ist. So wird der Vorteil erreicht, dass sich ein Testvorgang durchführen lässt, bei dem mittels der Spannungsmessvorrichtung ein Spannungsabfall an dem Entladewiderstand bei geschlossenem zweiten Leistungshalbleiterschalter messen lässt. Der Spannungsabfall wiederum ist ein Hinweis auf einen ordnungsgemäßen Zustand der Entladeschaltung.

[0027] Es ist eine Ausgestaltung, dass dem ersten Relais eine zweite Kapazität parallelgeschaltet ist. Diese zweite Kapazität verhindert vorteilhafterweise das Auftreten von zusätzlichen Stromspitzen bei Ausschalten des ersten Relais.

[0028] Es ist eine Ausgestaltung, dass das Energiespeichermodul das zweite Relais aufweist, das der mindestens einen Energiespeicherzelle und dem negativen Anschluss des Energiespeichermoduls zwischengeschaltet ist. So wird der Vorteil erreicht, dass sich das Energiespeichermodul besonders sicher handhaben - z.B. ausbauen - lässt, da bei geöffnetem zweiten Relais der negative Anschluss oder Minuspol galvanisch von der mindestens einen Speicherzelle getrennt ist.

[0029] Es ist eine Weiterbildung, dass der mindestens einen Energiespeicherzelle und dem positiven Anschluss des Energiespeichermoduls ein weiterer Schalter, z.B. ein mechanischer Schalter, zwischengeschaltet ist, so dass sich auch der positive Anschluss spannungslos schaltbar ist, z.B. für einen Ausbau des Moduls. Der weitere Schalter kann z.B. mit einer Serviceklappe gekoppelt sein und mit einem Öffnen der Serviceklappe öffnen.

[0030] Es ist eine Ausgestaltung, dass die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, zum Verbinden des Energiespeichermoduls mit dem mindestens einen Verbraucher: das zweite Relais leitend zu schalten (zu schließen), dann den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter leitend zu schalten (einzuschalten), dann das erste Relais leitend zu schalten (zu schließen) und dann den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter sperrend zu schalten (auszuschalten). So wird ein Schaltablauf bereitgestellt, bei dem sich die Relais praktisch lastfrei schalten lassen und damit in Form einfacher Relais (nicht als Schütze) einbauen lassen. Zudem ist dieser Schaltablauf besonders schnell durchführbar, z.B. innerhalb von ca. 40 ms. Am Ende des Schalt-

ablaufs ist der mindestens eine Verbraucher mit dem positiven Anschluss oder Pluspol des Energiespeichermoduls galvanisch verbunden. Ein weiterer Vorteil dieses Schaltablaufs besteht darin, dass der mindestens eine erste Leistungshalbleiterschalter sehr schnell schaltbar ist, so dass bereits Strom durch die positive Leitung fließen kann, bevor das erste Relais geschaltet wird. Das Öffnen des mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalters verhindert eine folgende Erzeugung einer Verlustleistung durch den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter. Dabei ist berücksichtigt worden, dass ein Innenwiderstand eines Leistungshalbleiterschalters typischerweise merklich größer ist als der Innenwiderstand eines Relais. Den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter leitend zu schalten, umfasst insbesondere, dass durch Leitendschalten mindestens eines der ersten Leistungshalbleiterschalter (nicht notwendigerweise aller ersten Leistungshalbleiterschalter) die positive Leitung stromleitend wird. Der Schaltvorgang kann insbesondere ausgehend von sperrend geschalteten Schaltern und Relais durchgeführt werden.

[0031] Es ist eine Ausgestaltung, dass die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, zum Trennen des Energiespeichermoduls von dem mindestens einen Verbraucher: den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter leitend zu schalten (einzuschalten), dann das erste Relais sperrend zu schalten (zu öffnen), dann den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter sperrend zu schalten (auszuschalten) und dann das zweite Relais sperrend zu schalten (zu öffnen). So wird der Vorteil erreicht, dass sich ein galvanisches Auftrennen der positiven Leitung an dem ersten Relais schnell (z.B. innerhalb von ca. 60 ms) und unter Vermeidung eines Schützes erreichen lässt. Der Schaltvorgang kann insbesondere ausgehend von dem oben beschriebenen verbundenen Zustand von Energiespeichermodul und Verbraucher durchgeführt werden.

[0032] Es ist eine insbesondere für den Fall, dass in der positiven Leitung die Parallelschaltung des ersten Relais mit dem mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter zwischen der Entladeschaltung und der ersten Kapazität angeordnet ist, vorteilhafte Ausgestaltung, dass die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, zum Kurzschließen der ersten Kapazität: den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter leitend zu schalten, dann das erste Relais sperrend zu schalten, dann den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter sperrend zu schalten, dann das zweite Relais sperrend zuschalten, dann den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter leitend zu schalten und dann den zweiten Leistungshalbleiterschalter der Entladeschaltung leitend zu schalten. Dadurch wird die erste Kapazität über die Entladeschaltung kurzgeschlossen. Der Entladewiderstand kann wie ein Bremswi-

derstand wirken. Auch bei dieser Ausgestaltung lassen sich die Relais praktisch lastfrei schalten. Der Schaltvorgang lässt sich schnell (z.B. innerhalb von ca. 70 ms) und unter Vermeidung von Schützen und Pyrosicherungen preiswert und robust umsetzen.

[0033] Es ist eine Ausgestaltung, dass die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, zum Testen eines Kurzschließens der ersten Kapazität den Entladeschalter leitend zu schalten, dann mittels der Spannungsmessvorrichtung eine an dem Entladewiderstand anliegende Spannung zu messen gemessen wird und dann den Entladeschalter wieder sperrend zu schalten. Wird an dem Entladewiderstand ein Spannungsabfall gemessen, kann von einer voraussichtlich ordnungsgemäß ablaufenden Schnellentladung der ersten Kapazität durch Kurzschluss ausgegangen werden. Dieser Testvorgang kann z.B. innerhalb von ca. 5 ms durchgeführt werden.

[0034] Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Schalten der Schaltanordnung wie oben beschrieben. Das Verfahren kann analog zu dem Fahrzeug ausgebildet werden und weist die gleichen Vorteile auf.

[0035] Es ist eine Ausgestaltung, dass vor einem Schalten des ersten Relais der mindestens eine dazu parallel geschaltete erste Leistungshalbleiterschalter leitend geschaltet wird und nach dem Schalten des ersten Relais der mindestens eine dazu parallel geschaltete erste Leistungshalbleiterschalter sperrend geschaltet wird. Dadurch wird besonders zuverlässig erreicht, dass das erste Relais praktisch lastfrei schaltet und als einfaches Relais ausgestaltbar ist. Zudem lässt sich der zugehörige Schaltvorgang schnell anhand preiswerter, robuster, entprellungsfrei schaltender und kompakter Bauelemente durchführen.

[0036] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden schematischen Beschreibung eines Ausführungsbeispiels, das im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert wird.

Fig. 1 zeigt ein Ersatzschaltbild einer Schaltanordnung eines Fahrzeugs gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel zum Verbinden eines Energiespeichermoduls mit mindestens einem Verbraucher; und

Fig. 2 zeigt ein Ersatzschaltbild einer Schaltanordnung eines Fahrzeugs gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel zum Verbinden eines Energiespeichermoduls mit mindestens einem Verbraucher.

[0037] Fig. 1 zeigt ein Ersatzschaltbild einer Schaltanordnung eines Fahrzeugs 1 zum Verbinden eines Energiespeichermoduls in Form eines Batteriemoduls 2 mit mindestens einem Verbraucher 3.

[0038] Das Fahrzeug 1 ist insbesondere ein vollständig elektrisch angetriebenes Elektrofahrzeug. Das Batteriemodul 2 weist ein oder typischerweise mehrere Speicherzellen in Form von Batteriezellen 4 auf, die z.B. in Reihe an einen positiven Anschluss 5 und einen negativen Anschluss 6 des Batteriemoduls 2 angeschlossen sind. Vorliegend ist zwischen die Batteriezellen 4 und den negativen Anschluss 6 ein einfaches „zweites“ Relais 7 geschaltet, das mittels einer Steuereinrichtung 8 wahlweise leitend bzw. geschlossen und sperrend bzw. offen schaltbar ist.

[0039] Optional ist zwischen den Batteriezellen 4 und dem positiven Anschluss 5 ein Schalter 9 vorhanden, damit die Batteriezellen 4 allpolig trennbar sind, z.B. für einen Tausch der Batteriezellen 4. Dieser kann beispielsweise mit Öffnen einer Serviceklappe (o. Abb.) geöffnet werden und kann auch mit einer elektrischen Sicherung (o. Abb.) versehen oder verbunden sein. Er wird z.B. geöffnet, wenn das Batteriemodul 2 entfernt werden soll. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass Schalter 9 leitend geschaltet ist bzw. geschlossen ist.

[0040] Der mindestens eine Verbraucher 3 kann beispielsweise einen Gleichspannungswandler umfassen, mittels dessen die von dem Batteriemodul 2 bzw. den Batteriezellen 4 bereitgestellte Batteriespannung von z.B. 400 V oder 800 V auf eine für weitere elektrische Verbraucher wie eine Servolenkung, eine Servobremse usw. geeignete Bordnetzspannung von z.B. 12 V oder 48 V abwärts wandelt wird. Der mindestens eine Verbraucher 3 wird folglich mittels des Batteriemoduls 2 bzw. der Batteriezellen 4 mit elektrischer Energie versorgt, und zwar über die im Folgenden näher beschriebene Schaltanordnung. Der Betriebsstrom fließt über einen positiven Leitungspfad L+, welcher an den positiven Anschluss 5 der Batterie 4 angeschlossen ist, zu dem mindestens einen Verbraucher 3. Der negative Leitungspfad L-, welcher an den negativen Anschluss 6 des Batteriemoduls 4 angeschlossen ist, liegt typischerweise auf Masse.

[0041] Die Schaltanordnung weist eine Parallelschaltung eines „ersten“ Relais 10 mit einem ersten Leistungshalbleiterschalter 11 auf, wobei die Parallelschaltung sich in dem positiven Leitungspfad L+ befindet bzw. dem positiven Leitungspfad L+ zwischengeschaltet ist. Der erste Leistungshalbleiterschalter 11 ist hier als ein Leistungshalbleiter in Form eines normal sperrenden pnp-Transistor ausgebildet ist, dessen Kollektor C und Emitter E zu zwei Paaren von in Form einer Graetz-Schaltung verschalteten Dioden D1, D2 und D3, D4 parallel geschaltet sind. Die Dioden D1 bis D4 sind an Knoten 12 und 13 zwischen

ihren Diodenpaaren D1 und D2 bzw. D3 und D4 mit der positiven Leitung L+ verbunden.

[0042] Die Basis B des ersten Leistungshalbleiterschalters 11 ist durch die Steuereinrichtung 8 ansteuerbar. Wird die Basis B nicht angesteuert und damit der erste Leistungshalbleiterschalter 11 sperrend geschaltet, fließt kein Strom durch diesen Zweig bzw. zwischen den Knoten 12 und 13. Ist der erste Leistungshalbleiterschalter 11 hingegen leitend geschaltet, kann Strom in beiden Richtungen durch diesen Zweig fließen, da die Dioden D1 bis D4 den Strom so leiten, dass er immer in Durchlassrichtung des ersten Leistungshalbleiterschalters 11 fließt: nämlich entweder von dem Knoten 12 durch die Diode D2, den ersten Leistungshalbleiterschalter 11 und die Diode D3 zu dem Knoten 13 oder von dem Knoten 13 durch die Diode D4, den Schalter 11 und die Diode D1 zu dem Knoten 12. Anstelle der Anordnung mit dem ersten Leistungshalbleiterschalter 11 und den Dioden D1 bis D4 kann ein in beide Richtungen stromleitender Leistungshalbleiterschalter wie ein Triac verwendet werden.

[0043] Das erste Relais 10 ist ein „einfaches“ Relais in dem Sinn, dass es kein Schütz ist. Es ist hier als ein Ein/Aus-Relais ausgestaltet, das mittels der Steuereinrichtung 8 schaltbar ist. Es ist vorteilhafterweise ein normal sperrendes oder offenes Relais. Dem ersten Relais 10 ist eine „zweite“ Kapazität 14 parallel geschaltet, welche verhindert, dass sich mit einem Öffnen des ersten Relais 10 eine Stromspitze bildet.

[0044] Zwischen die positive Leitung L+ und die negative Leitung L- ist ferner eine erste Kapazität 15 geschaltet, die dazu dient, Spannungsspitzen an dem mindestens einen Verbraucher 3 zu unterdrücken. Die erste Kapazität 15 befindet sich hier unmittelbar an der Verbraucher- oder Lastseite der Schaltanordnung.

[0045] In einem Querspfad zwischen der positiven Leitung L+ und der negativen Leitung L- und damit auch parallel zu der zweiten Kapazität 15 befindet sich eine Entladeschaltung 16 mit einer Reihenschaltung mit einem zweiten Leistungshalbleiterschalter 17 und einem Widerstand („Entladewiderstand“) 18. Der zweite Leistungshalbleiterschalter 17 ist hier als ein Leistungshalbleiter in Form eines normal sperrenden npn-Transistor ausgebildet, dessen Emitter E an die negative Leitung L- und dessen Kollektor C über den Entladewiderstand 18 an die positive Leitung L+ angeschlossen ist. An den Entladewiderstand 18 ist eine Spannungsmessvorrichtung 19 angeschlossen. Die Durchlassrichtung des zweiten Leistungshalbleiterschalters 17 besteht somit von der positiven Leitung L+ zu der negativen Leitung L-.

[0046] Zum Verbinden des Energiespeichermoduls 2 mit dem mindestens einen Verbraucher 3 kann die

Steuereinrichtung **8** dazu eingerichtet sein: zunächst das zweite Relais **7** leitend zu schalten, dann den ersten Leistungshalbleiterschalter **11** leitend zu schalten, dann das erste Relais **10** leitend zu schalten und dann den ersten Leistungshalbleiterschalter **11** wieder sperrend zu schalten. Der zweite Leistungshalbleiterschalter **17** wird nicht geschaltet und bleibt sperrend. Durch diese Schaltreihenfolge wird zunächst nach dem galvanischen Zuschalten des Batteriemoduls **2** durch das zweite Relais **7** ein sehr schnelles Schließen der positiven Leitung **L+** und damit des Stromkreises erreicht, da der erste Leistungshalbleiterschalter **11** sehr schnell schaltet. Beispielsweise lässt sich so eine Schaltzeit im Bereich von 40 ms mit preiswerten Schaltern **7**, **10** und **11** erreichen.

[0047] Nach dem Leitendschalten oder Einschalten des Leistungshalbleiterschalters **11** kann nun das erste Relais **10** praktisch leistungsfrei eingeschaltet werden. Durch das folgende Sperrendschalten oder Ausschalten des Leistungshalbleiterschalters **11** wird ab dann verhindert, dass dort durch einen Stromfluss eine Verlustleistung erzeugt wird. Dabei wird ausgenutzt, dass ein Innenwiderstand des ersten Relais **10** merklich geringer ist als ein Innenwiderstand des ersten Leistungshalbleiterschalters **11**.

[0048] Es kann insbesondere davon ausgegangen werden, dass vor dem Verbinden des Energiespeichermoduls **2** mit dem mindestens einen Verbraucher **3** alle Leistungshalbleiterschalter **11** und **17** und alle Relais **7** und **10** gesperrt haben bzw. geöffnet waren.

[0049] Zum Trennen des Batteriemoduls **2** von dem mindestens einen Verbraucher **3** kann, ausgehend von einem wie oben hergestellten verbundenen Zustand, die Steuereinrichtung **8** dazu eingerichtet sein: zunächst den ersten Leistungshalbleiterschalter **11** leitend zu schalten, dann das erste Relais **10** zu öffnen bzw. sperrend zu schalten, dann den ersten Leistungshalbleiterschalter **11** auszuschalten bzw. sperrend zu schalten und dann das zweite Relais **7** zu öffnen. Das Ein- und Ausschalten des ersten Leistungshalbleiterschalters **11** dient vor allem dazu, das erste Relais **10** praktisch leistungsfrei ausschalten zu können. Der Trennvorgang kann in ca. 60 ms erreicht werden.

[0050] Für den Fall, dass es gewünscht ist, die erste Kapazität **15** durch Kurzschluss schnell zu entladen (beispielsweise in einem Notfall), kann, ausgehend von einem wie oben hergestellten verbundenen Zustand, die Steuereinrichtung **8** dazu eingerichtet sein: zunächst den ersten Leistungshalbleiterschalter **11** leitend zu schalten, dann das erste Relais **10** sperrend zu schalten, dann den ersten Leistungshalbleiterschalter **11** sperrend zu schalten, dann das zweite Relais **7** sperrend zuschalten und dann den zweiten Leistungshalbleiterschalter **17** der Entladeschaltung **16** leitend zu schalten. Durch

diesen Schaltvorgang wird ein geschlossener Stromkreis zwischen der ersten Kapazität **15** und der Entladeschaltung **16** hergestellt, so dass sich die erste Kapazität **15** über den Entladewiderstand **18** (der einen hohen ohmschen Widerstand aufweist) entladen kann. Zudem sind danach die Batteriezellen **4** zumindest an ihrem negativen Pol galvanisch von dem mindestens einen Verbraucher getrennt. Dieser Schaltvorgang kann z.B. innerhalb von weniger als 70 ms durchgeführt werden.

[0051] Für den Fall, dass es gewünscht ist, das Kurzschließen der ersten Kapazität **15** zu testen, kann, ausgehend von einem wie oben hergestellten verbundenen Zustand, die Steuereinrichtung **8** dazu eingerichtet sein: den zweiten Leistungshalbleiterschalter **17** leitend zu schalten, dann mittels der Spannungsmessvorrichtung **19** eine Spannung zu messen und dann nach kurzer Zeit den zweiten Leistungshalbleiterschalter **17** wieder sperrend zu schalten. Wird mittels der Spannungsmessvorrichtung **19** ein Spannungsabfall gemessen, kann von einer voraussichtlich ordnungsgemäß ablaufenden Schnellentladung der ersten Kapazität **15** durch Kurzschluss mittels des oben beschriebenen Schaltvorgangs ausgegangen werden. Dieser Testvorgang kann z.B. innerhalb von ca. 5 ms durchgeführt werden.

[0052] Die Entladeschaltung **16** kann alternativ zwischen dem positiven Anschluss **5** und den Dioden **D1** bis **D4** mit der positiven Leitung **L+** verbunden sein, wie durch die gepunktete Umrandung angedeutet. In diesem Fall kann die erste Kapazität **15** durch Kurzschluss dadurch entladen werden, dass zunächst der erste Leistungshalbleiterschalter **11** leitend geschaltet wird, dann das erste Relais **10** sperrend geschaltet wird, dann der ersten Leistungshalbleiterschalter **11** sperrend geschaltet wird, dann das zweite Relais **7** sperrend geschaltet wird, dann der erste Leistungshalbleiterschalter **11** wieder leitend geschaltet wird und dann der zweite Leistungshalbleiterschalter **17** leitend geschaltet wird. Dieser Schaltvorgang kann z.B. innerhalb von ca. 70 ms durchgeführt werden.

[0053] Das zweite Relais **7** kann, anstatt eine Komponente des Batteriemoduls **2** darzustellen, außerhalb des Batteriemoduls **2** vorhanden sein, insbesondere unmittelbar an den negativen Anschluss **6** angeschlossen sein, wie durch die gepunktete Umrandung angedeutet.

[0054] Fig. 2 zeigt ein Ersatzschaltbild einer Schaltanordnung des Fahrzeugs **1** gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel zum Verbinden des Batteriemoduls **2** mit dem mindestens einen Verbraucher **3**. Diese Schaltanordnung unterscheidet sich von der Schaltanordnung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel dadurch, dass anstelle des einen ersten Leistungshalbleiterschalters **11** zwei in Reihe zueinander geschaltete erste Leistungshalbleiterschalter **11a**

und **11b** verwendet werden, denen jeweils eine Diode **D5** bzw. **D6** antiparallel geschaltet ist. Der Leistungshalbleiterschalter **11a** kann auch als erster erster Leistungshalbleiterschalter oder „dritter“ Leistungshalbleiterschalter bezeichnet werden, der Leistungshalbleiterschalter **11a** auch als zweiter erster Leistungshalbleiterschalter oder „vierter“ Leistungshalbleiterschalter. Die beiden ersten Leistungshalbleiterschalter **11a** und **11b** sind in dem Sinne gegenläufig zueinander geschaltet, dass ihre Emitter **E** miteinander verbunden sind. Die beiden ersten Leistungshalbleiterschalter **11a** und **11b** sind hier beispielhaft jeweils als Leistungshalbleiter in Form normal sperrender npn-Transistoren ausgebildet.

[0055] Zur Stromleitung von dem Knoten **12** zu dem Knoten **13** wird zumindest der vierte Leistungshalbleiterschalter **11b** leitend geschaltet. Strom kann dann von dem Knoten **12**, durch den vierten Leistungshalbleiterschalter **11b** und durch die Diode **D5** zu dem Knoten **13** fließen. Der dritte Leistungshalbleiterschalter **11a** kann dabei leitend geschaltet sein, braucht es aber nicht. Es kann jedoch schaltungstechnisch einfacher sein, beide erste Leistungshalbleiterschalter **11a** und **11b** synchron ein- und auszuschalten.

[0056] Zur umgekehrten Stromleitung von dem Knoten **13** zu dem Knoten **12** wird zumindest der dritte Leistungshalbleiterschalter **11a** leitend geschaltet. Strom kann dann von dem Knoten **13**, durch den dritten Schalter **11a** und durch die Diode **D6** zu dem Knoten **12** fließen. Der vierte Leistungshalbleiterschalter **11b** kann leitend geschaltet sein, braucht es aber nicht

[0057] Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht auf das gezeigte Ausführungsbeispiel beschränkt.

[0058] So kann auch in dem in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel die Entladeschaltung **16** an der in **Fig. 1** gestrichelt angedeuteten Stelle vorhanden sein und/oder es kann der Schalter **7** in der an der in **Fig. 1** gestrichelt angedeuteten Stelle außerhalb des Batteriemoduls **2** vorhanden sein.

[0059] Ferner können anstelle von npn-Leistungshalbleitern funktional gleichwertig pnp-Leistungshalbleiter verwendet werden. Zudem können außer Bipolartransistoren IGBTs, Thyristoren usw. funktional gleichwertig verwendet werden.

[0060] Allgemein kann unter „ein“, „eine“ usw. eine Einzahl oder eine Mehrzahl verstanden werden, insbesondere im Sinne von „mindestens ein“ oder „ein oder mehrere“ usw., solange dies nicht explizit ausgeschlossen ist, z.B. durch den Ausdruck „genau ein“ usw.

[0061] Auch kann eine Zahlenangabe genau die angegebene Zahl als auch einen üblichen Toleranzbereich umfassen, solange dies nicht explizit ausgeschlossen ist.

Bezugszeichenliste

1	Fahrzeug
2	Batteriemodul
3	Verbraucher
4	Batteriezelle
5	Positiver Anschluss / Pluspol des Batteriemoduls
6	Negativer Anschluss / Minuspol des Batteriemoduls
7	Zweites Relais
8	Steuereinrichtung
9	Mechanisch betätigbarer Schalter
10	Erstes Relais
11	Erster Leistungshalbleiterschalter
11a	Erster erster Leistungshalbleiterschalter
11b	Zweiter erster Leistungshalbleiterschalter
12	Knoten
13	Knoten
14	Zweite Kapazität
15	Erste Kapazität
16	Entladeschaltung
17	Zweiter Leistungshalbleiterschalter
18	Entladewiderstand
19	Spannungsmessvorrichtung
B	Basis
D1-D6	Dioden
E	Emitter
C	Kollektor
L+	Positiver Leitungspfad
L-	Negativer Leitungspfad

Patentansprüche

1. Fahrzeug (1), aufweisend
 - ein Energiespeichermodul (2) mit mindestens einer Speicherzelle (4) sowie einem mit der mindestens einen Speicherzelle (4) verbundenen positiven Anschluss (5) und negativen Anschluss (6),

- mindestens einen mittels des Energiespeichermoduls (2) versorgbaren Verbraucher (3),
- eine zwischen der mindestens einen Speicherzelle (4) und dem mindestens einen Verbraucher (3) angeordnete Schaltanordnung mit mehreren Schaltern in Form von Leistungshalbleiterschaltern (11; 11a, 11b, 17) und Relais (7, 10) sowie
- eine Steuereinrichtung (8) zum Schalten der Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b, 17) und Relais (7, 10), wobei die Schaltanordnung
- eine Parallelschaltung eines ersten Relais (10) mit mindestens einem ersten Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b), die einem an den positiven Anschluss (5) des Energiespeichermoduls (2) angeschlossenen positiven Leitungspfad (L+) zwischengeschaltet ist;
- ein zweites Relais (7) zum wahlweisen Verbinden und Trennen der mindestens einen Speicherzelle (4) mit bzw. von einem an den negativen Anschluss (6) des Energiespeichermoduls (2) angeschlossenen negativen Leitungspfad (L-) der Schaltanordnung; und
- eine Entladeschaltung (16) mit einer Reihenschaltung mit einem zweiten Leistungshalbleiterschalter (17) und einem Entladewiderstand (18), die einerseits mit dem positiven Leitungspfad (L+) und andererseits mit dem negativen Leitungspfad (L-) verbunden ist, aufweist.

2. Fahrzeug (1) nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine erste Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) zwei mit unterschiedlicher Durchlassrichtung in Reihe geschaltete Leistungshalbleiterschalter (11a, 11b) umfasst, die jeweils mit einer Diode (D5, D6) antiparallel geschaltet sind.

3. Fahrzeug (1) nach Anspruch 1, wobei der mindestens eine erste Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) genau einen ersten Leistungshalbleiterschalter (11) umfasst, der an Mittelabgriffe einer in den positiven Leitungspfad (L+) geschalteten Graetz-Schaltung (D1-D4) angeschlossen ist.

4. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dem positiven Leitungspfad (L+) und dem negativen Leitungspfad (L-) eine erste Kapazität (15) und damit parallel die Entladeschaltung (16) zwischengeschaltet sind.

5. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dem Entladewiderstand (18) eine Spannungsmessvorrichtung (19) parallelgeschaltet ist.

6. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei dem ersten Relais (10) eine zweite Kapazität (14) parallelgeschaltet ist.

7. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Energiespeichermodul (2) das zweite Relais (7) aufweist, das der mindestens

einen Energiespeicherzelle (4) und dem negativen Anschluss (6) des Energiespeichermoduls (2) zwischengeschaltet ist.

8. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinrichtung (8) dazu eingerichtet ist, zum Verbinden des Energiespeichermoduls (2) mit dem mindestens einen Verbraucher (3):

- das zweite Relais (7) leitend zu schalten, dann
- den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) leitend zu schalten,
- dann das erste Relais (10) leitend zu schalten und
- dann den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) sperrend zu schalten.

9. Fahrzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Steuereinrichtung (8) dazu eingerichtet ist, zum Trennen des Energiespeichermoduls (2) von dem mindestens einen Verbraucher (3):

- den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) leitend zu schalten, dann
- das erste Relais (10) sperrend zu schalten, dann
- den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) sperrend zu schalten und dann
- das zweite Relais (7) sperrend zu schalten.

10. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche einschließlich einem der Ansprüche 4 oder 5, wobei in dem positiven Leitungspfad (L+) die Parallelschaltung des ersten Relais (10) mit dem mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) zwischen der ersten Kapazität (15) und der Entladeschaltung (16) angeordnet ist und wobei die Steuereinrichtung (8) dazu eingerichtet ist, zum Kurzschließen der ersten Kapazität (15):

- den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) leitend zu schalten, dann
- das erste Relais (10) sperrend zu schalten, dann
- den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) sperrend zu schalten, dann
- das zweite Relais (7) sperrend zuschalten, dann
- den mindestens einen ersten Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) leitend zu schalten und dann
- den zweiten Leistungshalbleiterschalter (17) der Entladeschaltung (16) leitend zu schalten.

11. Fahrzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche einschließlich Anspruch 5, wobei die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, zum Testen eines Kurzschließens der ersten Kapazität (15):

- den zweiten Leistungshalbleiterschalter (17) leitend zu schalten, dann
- mittels der Spannungsmessvorrichtung (19) eine an dem Entladewiderstand (18) anliegende Spannung zu messen gemessen wird und dann
- den zweiten Leistungshalbleiterschalter (17) wieder sperrend zu schalten.

12. Verfahren zum Schalten einer Schaltanordnung eines Fahrzeugs (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem vor einem Schalten des ersten Relais (10) der mindestens eine dazu parallel geschaltete erste Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) leitend geschaltet wird und nach dem Schalten des ersten Relais (10) der mindestens eine dazu parallel geschaltete erste Leistungshalbleiterschalter (11; 11a, 11b) sperrend geschaltet wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

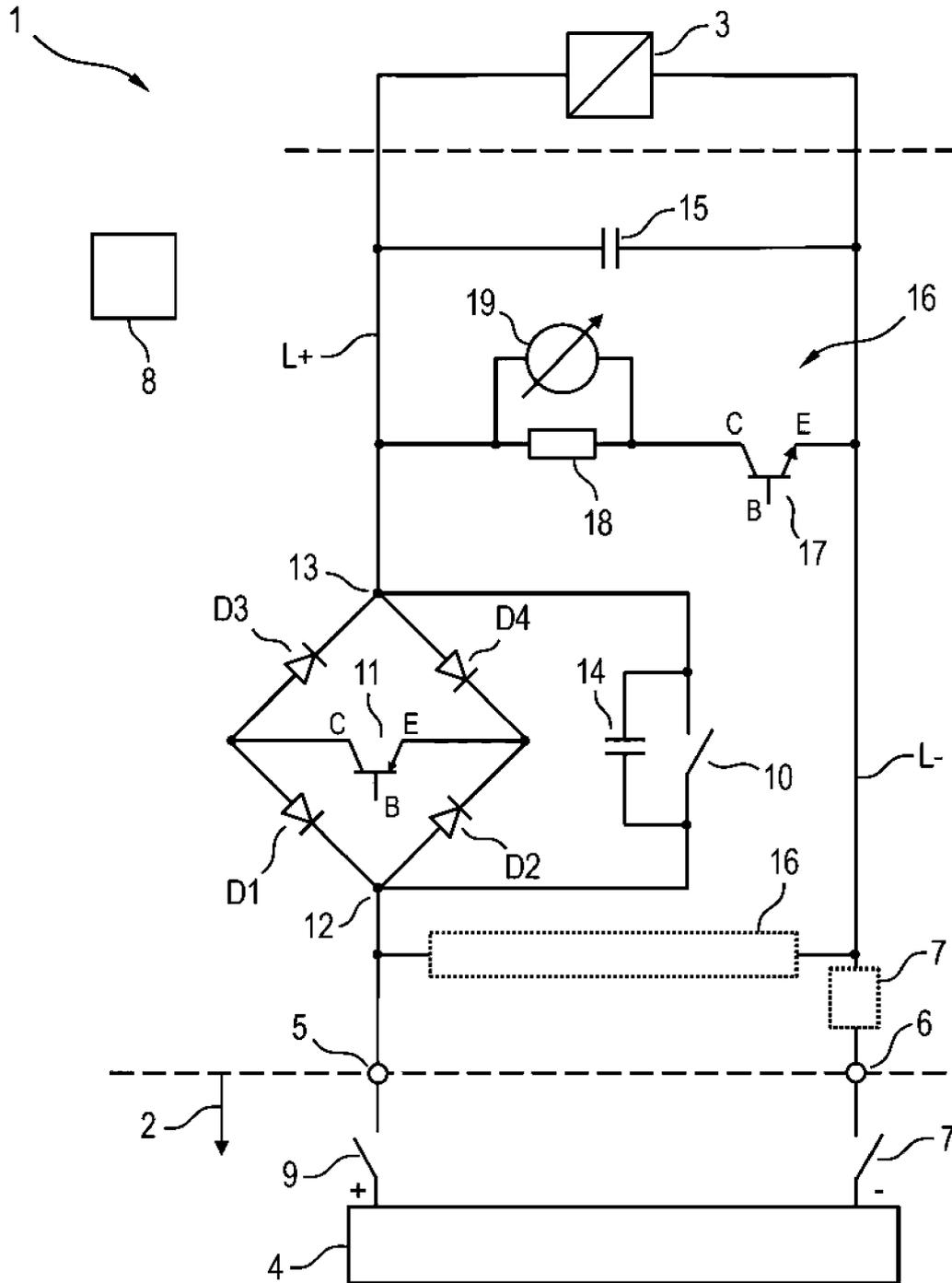


Fig.1

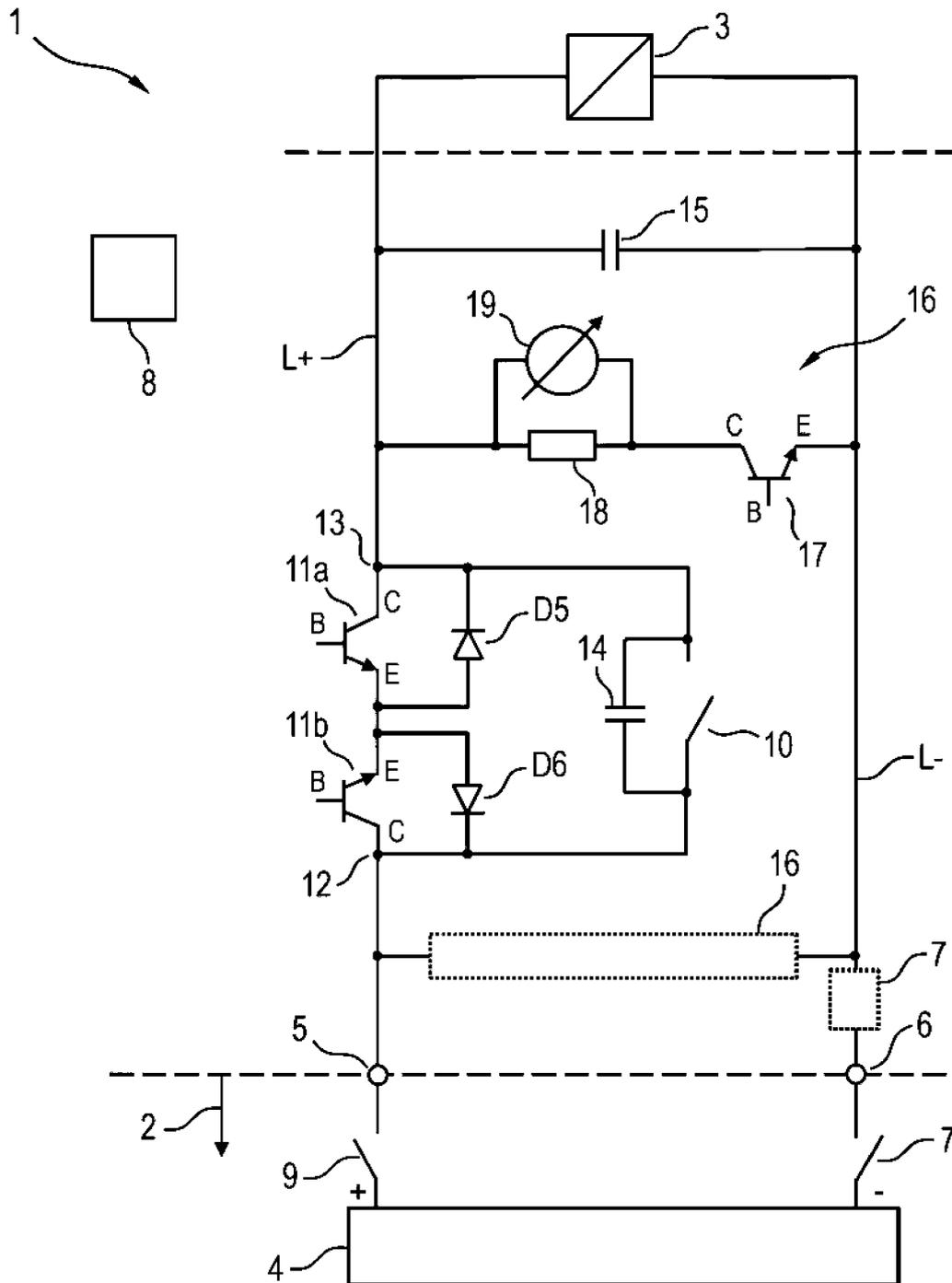


Fig.2