



(10) **DE 10 2014 200 206 A1** 2015.07.09

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 200 206.0**

(22) Anmeldetag: **09.01.2014**

(43) Offenlegungstag: **09.07.2015**

(51) Int Cl.: **H02H 7/18 (2006.01)**

H01M 2/34 (2006.01)

(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Fink, Holger, 70567 Stuttgart, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2012 207 769	A1
US	2002 / 0 017 405	A1
US	2013 / 0 337 294	A1
EP	2 181 481	B1

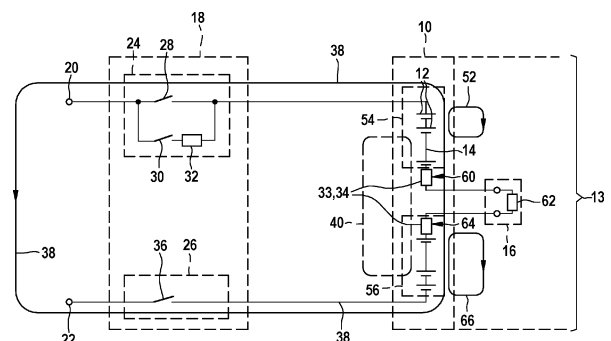
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Stromunterbrechungseinrichtung für Traktionsbatterien**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf ein Batteriepack (13) mit einer Anzahl von Batteriezellen (12), mit einer Batterie-Trenneinheit (18), die eine Lade- und Trenneinrichtung (24) für einen Pluspol (20) des Batteriepacks (13) und eine Trenneinrichtung (26) für einen Minuspol (22) des Batteriepacks (13) aufweist. Ferner ist dem Batteriepack (13) mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) (33) zugeordnet. Diese ist in einem Strompfad (38, 40) derart angeordnet, dass die Anzahl von Batteriezellen (12) eine erste Teilbatterie (54) und mindestens eine weitere zweite Teilbatterie (56, 58) bilden.



Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Traktionsbatterien für den Einsatz in Elektro- und Hybridfahrzeugen in der Speisung elektrischer Antriebe. Um die bei Elektro- und Hybridfahrzeugen geforderten Leistungs- und Energiedaten zu erzielen, werden einzelne Batteriezellen in Serie und teilweise einzelne zusätzliche Batteriezellen parallel geschaltet. Bei Elektrofahrzeugen werden häufig 100 Batteriezellen und mehr in Serie verschaltet, wobei derartige Batterien Spannungen bis zu 450 Volt führen. Auch bei Hybridfahrzeugen wird üblicherweise die Spannungsgrenze von 60 Volt überschritten, welche bei einer Berührung durch den Menschen noch als unkritisch eingestuft wird.

[0002] Eine in **Fig. 1** dargestellte Traktionsbatterie weist neben den Batteriezellen noch weitere Funktionsgruppen wie beispielsweise eine Lade- und Trenneinrichtung am Pluspol der Batterie, eine Trenneinrichtung am Minuspol der Batterie, einen Servicestecker sowie eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (Current Interruptive Device = CID) auf. Die oben stehend genannten weiteren Funktionsgruppen einer Traktionsbatterie haben folgende Aufgaben:

Mit den beiden Trennschaltern in den Trenneinrichtungen, die sowohl am Pluspol, wie auch am Minuspol der Traktionsbatterie vorgesehen sind, können die Batteriezellen an beiden Polen abgeschaltet werden. Dies wird als zweipolige Abschaltung von Batteriezellen bezeichnet. Damit besteht die Möglichkeit, die Batterie im Stillstand oder in sicherheitskritischen Situationen, so zum Beispiel bei Auftreten eines Unfalls vom Traktionsbordnetz des Fahrzeuges abzutrennen, bzw. im Fahrbetrieb dem Traktionsbordnetz zuzuschalten – je nach Erfordernis und Fahrsituation.

[0003] Die Ladeeinrichtung, die beispielsweise am Pluspol der Batterie vorgesehen sein kann, hat die Aufgabe, Ausgleichsströme im Traktionsbordnetz beim Zuschalten der Traktionsbatterie auf Grenzwerte zu begrenzen. Mittels der Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) können bei einem externen Kurzschluss der Traktionsbatterie die einzelnen Batteriezellen vor einer Überlastung durch unzulässig hohe Ströme geschützt werden. Ohne diese Maßnahme könnten beispielsweise die Lithium-Ionen-Batteriezellen einen „Thermal Runaway“ durchlaufen, wobei Batteriemodule und die in diesen verbauten Batteriezellen ernststen Schaden nehmen können.

[0004] Der Darstellung gemäß **Fig. 1** ist zu entnehmen, dass die oben stehend erwähnten Lade- und Trenneinrichtungen an den beiden Polen der Batterie sowie die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) gemäß des Standes der Technik in einer Batterie-Disconnect-Unit (BDU) in Form einer Gehäusegemein-

schaft als Komponente in den Batteriesystemen verbaut sind. Ein in **Fig. 1** ebenfalls dargestellter Servicestecker muss aus Sicherheitsgründen bei Wartungsarbeiten der Batterie abgezogen werden. Dies kann dadurch erzwungen werden, dass das Batteriegehäuse nur geöffnet werden kann, wenn zuvor der Servicestecker abgezogen wurde. Die Batteriezellen werden daher sicher einpolig abgetrennt, auch wenn die beiden Trennschalter in den Trenneinrichtungen aufgrund einer Fehlfunktion nicht geöffnet haben sollten.

[0005] In der Darstellung gemäß **Fig. 2** ist ein elektrisches Ersatzschaltbild einer Li-Ionen-Batteriezelle gemäß des Standes der Technik näher dargestellt. Speziell bei Batteriezellen für verbrauchernahe Anwendungen, zum Beispiel für Laptops und für Werkzeuge, wird in die Batteriezelle eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) integriert. Dabei handelt es sich in der Regel um einen in die jeweilige Batteriezelle integrierten Überstromschutzmechanismus, der einer Schmelzsicherung ähnelt. Wird die betreffende Batteriezelle mit einem zu hohen Strom belastet – so zum Beispiel durch einen externen Kurzschluss des Batteriesystems, in dem die Batterie verbaut ist – wird die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) aktiviert, beispielsweise durch Schmelzen eines verjüngt ausgebildeten stromführenden Elements. Dadurch wird die Batteriezelle vor einer Überlastung geschützt, in Folge derer es zu einer unzulässig hohen Erwärmung kommen könnte. Diese Temperaturbegrenzung ist speziell bei Li-Ionen-Batteriezellen wichtig, da eine unzulässig hohe Erwärmung zu einem thermischen Durchgehen der Batteriezelle führen könnte.

[0006] Werden Batteriesysteme, insbesondere Traktionsbatteriesysteme für Hybrid- und Elektrofahrzeuge gemäß der in **Fig. 1** dargestellten Architektur aufgebaut und kommen bei diesen Traktionsbatteriesystemen Batteriezellen integrierten Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) zum Einsatz, können die Batteriezellen bei einem Auslösevorgang einer zellintern angeordneten Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) sehr hohen negativen Spannungen ausgesetzt sein. Diese negative Spannung kann dem Betrage nach Werte annehmen, die nahezu der gesamten Batteriespannung entsprechen können. Dadurch werden an zellintern angeordnete Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) sehr hohe Anforderungen bezüglich der Stromabschaltfähigkeit gestellt, da gegen sehr hohe Spannungen abzuschalten ist. Andererseits muss eine Batteriezelle nach der Aktivierung ihrer Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) sehr hohe negative Spannungen zwischen ihren beiden Zellterminals, d. h. zwischen Plus- und Minuspol sperren können, ohne dass es zu elektrischen Überschlägen, oder zu elektrochemischen Reaktionen, beispielsweise im Elektrodenensemble der Batteriezelle kommt.

Darstellung der Erfindung

[0007] Erfindungsgemäß wird ein Batteriepack vorgeschlagen, welches aus einer Anzahl von Batteriezellen gebildet ist und eine Batterie-Trenneinheit umfasst, die eine Lade- und Trenneinrichtung für einen Pluspol enthält und eine Trenneinrichtung für einen Minuspol aufweist, wobei das Batteriepack mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) umfasst und diese derart angeordnet ist, dass die Batteriezellen in eine erste Teilbatterie und mindestens in eine zweite Teilbatterie unterteilt ist.

[0008] Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Unterteilung der Gesamtanzahl von mehr als hundert einzelnen Batteriezellen in mindestens zwei Teilbatterien bzw. Teilmodule durch entsprechend geschickte Wahl des Einbauortes der mindestens einen Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) kann erreicht werden, dass die bei einem Auslösevorgang einer zellintern angeordneten Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) auftretenden sehr hohen negativen Spannungen zumindest halbiert werden können. Dadurch können die Anforderungen bezüglich der Stromabschaltfähigkeit bei batterieintern angeordneten Strom-Unterbrechungs-Einheiten deutlich reduziert werden. Gleichzeitig kann durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Wahl des Einbauortes der mindestens einen Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) erreicht werden, dass eine entsprechende Batteriezelle nach der Aktivierung einer jeweiligen Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) auftretende Spannungen zwischen zwei Terminals sperren kann, wobei der Betrag der Spannungen im Vergleich zu Lösungen gemäß des Standes der Technik erheblich reduziert, zumindest halbiert ist. Dadurch können elektrische Überschläge oder elektrische Reaktionen vermieden werden.

[0009] In einer vorteilhaften Ausgestaltung des der Erfindung zugrunde liegenden Gedankens, ist die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) als Schmelzsicherung ausgeführt. In einer kostengünstigen und zuverlässigen Ausführungsmöglichkeit ist eine Ausbildung einer Schmelzsicherung als Querschnittsverjüngung eines elektrischen Leiters vorgesehen. Des Weiteren kann der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung folgend die Anzahl von Batteriezellen, von denen bis zu hundert und mehr elektrisch miteinander verschaltet sind, durch den Einsatz von mindestens zwei Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) in eine erste Teilbatterie oder ein erstes Batteriemodul, eine zweite Teilbatterie bzw. ein zweites Batteriemodul und eine dritte Teilbatterie bzw. ein drittes Batteriemodul unterteilt werden. Bei dieser Ausführungsvariante besteht die Möglichkeit, die negative Spannung, die bei einem Auslösevorgang einer Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) auftritt, nicht nur zu halbieren, sondern noch weiter zu reduzieren.

[0010] In fertigungstechnisch besonders einfacher Hinsicht besteht die Möglichkeit, bei Einsatz einer zellinternen Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID), diese derart einzubauen, dass zueinander symmetrische erste und zweite Teilbatterien bzw. Batteriemodule gebildet werden, d. h. die einzelnen durch die symmetrische Unterteilung entstandenen Teilbatterien bzw. Batteriemodule jeweils eine identische Anzahl von miteinander verschalteten Batteriezellen aufweisen.

[0011] Vorteilhafte Ausführungsmöglichkeiten der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Wahl des Einbauortes der mindestens einen Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) liegen zum einen darin, dass die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) im Strompfad zwischen einer ersten Teilbatterie bzw. ersten Batteriemodul und einem Servicestecker angeordnet wird. Ein Servicestecker dient an einem Gehäuse eines Batteriepacks bzw. eines Batteriemoduls dazu, dass erst nach Entfernung des Servicesteckers ein Gehäusedeckel des Batteriemoduls bzw. des Batteriepacks geöffnet werden kann, sodass der Innenraum des Gehäuses zugänglich wird. Weiterhin kann die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) auch zwischen dem Servicestecker und einer sich stromab von diesem angeordneten zweiten Teilbatterie bzw. zweiten Batteriemodul angeordnet werden. Es besteht auch die Möglichkeit, die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) unmittelbar direkt in den Servicestecker zu integrieren.

[0012] Die mindestens eine eingesetzte Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) kann beispielsweise in einem Hochstromverbinder zwischen zwei Batteriezellen eines Batteriemoduls angeordnet werden, sodass ein interner Kurzschluss zwischen zwei benachbarten Batteriezellen abgesichert werden kann. In den mindestens zwei gebildeten Teilbatterien bzw. den mindestens zwei gebildeten Batteriemodulen eines Batteriepacks können die internen Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) auch derart angeordnet werden, dass ein Kurzschluss innerhalb einer jeweiligen Teilbatterie hinsichtlich der Stromabschaltfähigkeit und der abzusichernden Restspannung abgesichert werden kann.

Vorteile der Erfindung

[0013] Je nach erfindungsgemäß vorgeschlagener Anordnung von mindestens einer Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) innerhalb einer Anzahl elektrisch miteinander verschalteter Batteriezellen, kann zumindest eine Halbierung der negativen Spannung, die bei einem Auslösevorgang einer zellintern angeordneten Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) auftritt, erreicht werden. Dadurch können die Anforderungen an batterieintern verbaute Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) hinsicht-

lich der Stromabschaltfähigkeit reduziert werden, da nun nicht mehr gegen sehr hohe Spannungen abgeschaltet werden muss, die in der Größenordnung von 400 Volt und mehr liegen, sondern dass die Spannung, gegen die abgeschaltet werden muss, beispielsweise in der Größenordnung von 200 Volt liegt.

[0014] Des Weiteren kann durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung erreicht werden, dass eine Batteriezelle selbst nach der Aktivierung ihrer jeweiligen Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) zuverlässig Spannungen zwischen den beiden Zellterminals sperren kann, da die dort auftretenden hohen negativen Spannungen halbiert sind. Dadurch ist sichergestellt, dass elektrische Überschläge oder elektrochemische Reaktionen im Elektrodenensemble einer Batteriezelle von Traktionsbatterien vermieden werden. Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung in ihren verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten, kann die Sicherheit von Traktionsbatterien, wie sie an Elektro- und Hybridfahrzeugen, eingesetzt werden, erheblich verbessert werden.

[0015] Eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID), wie sie aus dem Stand der Technik bekannt ist, kann keinen inneren Kurzschluss, der auf Grund eines Unfalls entstanden sein könnte, verhindern. Eine einzelne isoliert angeordnete Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) kann einen aufgetretenen Kurzschluss nicht einmal entdecken.

[0016] Mit einer Anzahl von Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID), die im Strompfad eingebaut sind, kann ein wesentlich sicheres Batteriesystem angeboten werden. Das Positionierung mindestens einer Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) innerhalb des Batteriesystems und insbesondere dessen Unterteilung in Batteriemodule bzw. Teilbatterien als jeweils einzelne Einheiten (Darstellung gemäß der **Fig. 4** und **Fig. 5**) bietet ein wesentlich sichereres Batteriesystem. Die Gesamtspannung, welche in einer jeden Teilbatterie bzw. einem jeden Batteriemodul erzeugt wird, liegt erheblich unter der, die sich einstellte, wenn die Gesamtheit von Batteriezellen als eigene Einheit betrieben würde. Aus dem Einsatz einer Vielzahl von Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) ergibt sich, dass die Anwesenheit individueller Batteriezellensicherungen, d.h. innerhalb einer jeden Batteriezelle vorzusehender Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) nicht mehr erforderlich ist. Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung lassen sich Batteriesysteme schaffen, die ohne das zusätzliche Erfordernis individueller Batteriezellensicherungen auskommen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0017] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

[0018] Es zeigt:

[0019] **Fig. 1** das Prinzipschaltbild einer Traktionsbatterie gemäß des Standes der Technik, die elektrisch mit einer Batterie-Trenneinheit verbunden ist,

[0020] **Fig. 2** bei Traktionsbatterien von Elektro- und Hybridfahrzeugen auftretende Kurzschlusspfade bei einem externen und bei einem internen Kurzschluss,

[0021] **Fig. 3** eine Schar von Auslösekennlinien, welche als Charakteristikum für das Auslösen einer Stromunterbrechungseinrichtung innerhalb eines Überstrombereiches charakterisieren,

[0022] **Fig. 4** eine Anordnungsmöglichkeit von Stromunterbrechungseinheiten an verschiedenen Orten innerhalb eines Batteriepacks und

[0023] **Fig. 5** eine Anzahl von Batteriezellen, die elektrisch miteinander verschaltet und durch die erfindungsgemäße Anordnung zweier Stromunterbrechungseinheiten in Teilbatterien bzw. Batteriemodule unterteilt sind.

[0024] **Fig. 1** zeigt ein Prinzipschaltbild einer Traktionsbatterie gemäß des Standes der Technik, wie sie an Elektro- und Hybridfahrzeugen zum Einsatz kommt.

[0025] **Fig. 1** zeigt ein Gehäuse **10**, in dem eine Anzahl von Batteriezellen **12**, beispielsweise hundert Stück und mehr untergebracht sind. Die Anzahl von Batteriezellen **12** bildet ein Batteriepack **13**. Die einzelnen Batteriezellen **12** sind untereinander über Zellverbinder **14** elektrisch miteinander verschaltet, in der Regel in Serienschaltung; es können jedoch auch Gruppen von Batteriezellen **12** elektrisch parallel verschaltet werden.

[0026] Dem Gehäuse **10** mit der Anzahl von Batteriezellen **12** ist eine Batterie-Trenneinheit **18** (Battery Disconnect Unit = BDU) vorgeschaltet. Diese ist ihrerseits sowohl mit einem Pluspol **20** des Batteriepacks **13** als auch mit einem Minuspol **22** des Batteriepacks **13** verbunden. Die Batterie-Trenneinheit **18** umfasst eine Lade- und Trenneinrichtung **24**, die dem Pluspol **20** zugeordnet ist, ferner eine Trenneinrichtung **26** für den Minuspol **22**. Die Lade- und Trenneinrichtung **24** für den Pluspol **20** umfasst einen Trennschalter **28** zum Unterbrechen der elektrischen Verbindung zum Pluspol **20** sowie einen Ladeschalter **30**, dem ein Ladewiderstand **32** nachgeschaltet ist. Aus der Darstellung gemäß **Fig. 1** geht weiterhin hervor, dass sich innerhalb der Batterie-Trenneinheit **18** eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** befindet. Diese ist beispielsweise als Schmelzsicherung **34** ausgebildet. Daneben umfasst die Batterie-Trenneinheit **18** innerhalb der Trenneinrichtung **26**, die dem Minuspol **22** zugeordnet ist, einen Trennschalter **36**, durch wel-

chen eine elektrisch leitende Verbindung zum Minuspol **22** unterbrochen werden kann. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass dem Gehäuse **10** des Batteriepacks **13** ein Servicestecker **16** zugeordnet ist. Sobald der Servicestecker **16** vom Gehäuse **10** des Batteriepacks **13** entfernt ist, ist das Innere des Gehäuses **10**, in dem die elektrisch miteinander verschalteten Batteriezellen **12** aufgenommen sind, von außen zugänglich. Durch den Servicestecker **16** ist eine Zugangssicherung gegeben. Durch das Entfernen des Servicesteckers **16** werden die im Gehäuse **10** aufgenommenen Batteriezellen **12** sicher einpolig abgetrennt, auch wenn die beiden Trennschalter **28** bzw. **36**, die in der Batterie-Trenneinheit **18** vorgesehen sind, möglicherweise aufgrund einer Fehlfunktion nicht geöffnet sind.

[0027] Der Darstellung gemäß **Fig. 2** sind Kurzschlusspfade von Strömen bei Auftreten eines externen und bei Auftreten eines internen Kurzschlusses innerhalb einer Traktionsbatterie von Elektro- und Hybridfahrzeugen zu entnehmen.

[0028] Wie bereits im Zusammenhang mit **Fig. 1** erörtert, zeigt **Fig. 2** unter Bezugnahme auf die bereits oben bestehend skizzierten Komponenten einer Traktionsbatterie, ebenfalls ein Gehäuse **10**, in dem eine Anzahl elektrisch miteinander verschalteter Batteriezellen **12** untergebracht ist. Eine Mehrzahl von Batteriezellen **12**, beispielsweise mehr als hundert Stück, bilden ein Batteriepack **13**. Die einzelnen Batteriezellen **12** sind elektrisch seriell oder parallel durch Zellverbinder **14** verbunden. Der Servicestecker **16** ist aus Sicherheitsgründen bei Wartungsarbeiten am Batteriepack **13** abzuziehen. Das Abziehen des Servicesteckers **16** ermöglicht die Öffnung des Gehäuses **10**, sodass nur bei Entfernen des Servicesteckers **16** das Innere des Gehäuses **10** zugänglich ist. Die Batteriezellen **12** werden auf diese Weise sicher einpolig abgetrennt, auch wenn die beiden Trennschalter **28**, **36** in der Darstellung gemäß **Fig. 2**, die die elektrischen Verbindungen zum Pluspol **20** bzw. zum Minuspol **22** herstellen, aufgrund einer Fehlfunktion nicht öffnen sollten. Aus **Fig. 2** ergibt sich des Weiteren, dass in dieser Ausführungsvariante die Batterie-Trenneinheit **18**, die Lade- und Trenneinrichtung **24**, die dem Pluspol **20** zugeordnet ist und die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** in Form einer Schmelzsicherung **34** umfasst. **Fig. 2** zeigt, dass bei einem externen Kurzschluss der Traktionsbatterie ein niederohmiger Kurzschlusspfad **38** vorliegt. Ein externer Kurzschluss kann zum Beispiel dann erfolgen, wenn in einem Inverter eines Traktionsantriebes ein „heißer Zweig“ auftritt, bei dem beide Leistungsschalter einer Phase aufgrund eines Fehlers eingeschaltet werden und dadurch ein sehr niederohmiger Kurzschlusspfad gebildet wird.

[0029] Andererseits kann ein interner Kurzschlusspfad **40** in Folge eines Unfalles entstehen. In die-

sem Falle geraten Terminals mehrerer Batteriezellen **12** aufgrund einer mechanischen Deformierung mit elektrisch leitfähigen Batterieteilen, wie beispielsweise einem metallischen Batteriedeckel, welcher das Gehäuse **10** abdeckt, in Berührung. Im Falle des externen Kurzschlusspfades **38** fließt der Kurzschlussstrom über die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** des Batteriesystems. Werden Batteriezellen **12** eingesetzt, die eine batteriezelleninterne Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** aufweisen, erfolgt eine Abstimmung von Auslösekennlinien dieser Strom-Unterbrechungs-Einrichtung in folgender Form:

Die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33**, die in der Batterie-Trenneinheit **18** vorgesehen ist, löst bei Auftreten unzulässig hoher Ströme deutlich schneller aus als zellintern angeordnete Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33**. Üblicherweise hat die Auslösecharakteristik hinsichtlich des Auslösezeitpunktes einer Strom-Unterbrechungs-Einheit (CID) **33** der Batterie-Trenneinheit **18** über einen Überstrombereich **42** (vergleiche Darstellung gemäß **Fig. 3**) eine um den Faktor **10** geringere Auslösezeit, verglichen mit der Auslösezeit, die zellintern verbaute Strom-Unterbrechungs-Einheiten (CID) **33** aufweisen. Dadurch wird sichergestellt, dass bei Auftreten eines externen Kurzschlusses gemäß des Kurzschlusspfades **38** in **Fig. 2** in der Traktionsbatterie die Strom-Unterbrechungs-Einheit (CID) **33** des Batteriesystems schnell auslöst und gleichzeitig keine batteriezellenintern vorgesehene Strom-Unterbrechungs-Einheit (CID) **33** auslöst. Damit muss die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33**, die in der Batterie-Trenneinheit **18** für das gesamte Batteriesystem vorgesehen ist, den Kurzschlussstrom, der über den externen Kurzschlusspfad **38** fließt, gegen die gesamte Batteriespannung abschalten können. Dies stellt das Auslegungskriterium für die Abschaltfähigkeit der Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** dar.

[0030] Bei Auftreten eines batterieinternen Kurzschlusses, vergleiche der interne Kurzschlusspfad **40**, fließt der auftretende Kurzschlussstrom in der Regel nicht über die Strom-Unterbrechungs-Einheit **33** der Batterie-Trenneinheit **18**; es handelt sich vielmehr um einen niederohmigen Kurzschluss, der mit unzulässig hohen Strömen für die im internen Kurzschlusspfad **40** befindlichen Batteriezellen **12** verbunden ist, so dass mindestens eine der batteriezellenintern vorgesehenen Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** auslöst. Die zellintern vorgesehenen Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** sind in der Regel als Verzweigung von Stromleitern realisiert und weisen daher im Bezug aufeinander große Toleranzen auf. Aufgrund dieser hohen Toleranzen besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass eine der batteriezelleninternen Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** schneller auslöst als andere, im internen Kurzschlusspfad **40** befindliche

Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33**. Ein in diesem Falle auftretender Kurzschlussstrom ist gegen die Summenspannung aller im Kurzschlusspfad liegenden Batteriezellen **12** abzuschalten.

[0031] Bei Batteriesystemen gemäß des Standes der Technik bedeutet dies, dass im ungünstigsten Falle auch bei einem batterieinternen Kurzschluss, entsprechend des internen Kurzschlusspfades **40** alle dort angeordneten Batteriezellen **12** gegen die gesamte Batteriespannung abschalten müssen. Nachdem nun bei Auftreten eines batterieinternen Kurzschlusses die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** mit der kürzesten Auslösezeit angesprochen hat, sperrt diese Batteriezelle **12** bei weiter aufrechterhaltenem internen Kurzschlusspfad **40** die Summenspannung aller im internen Kurzschlusspfad **40** liegenden Batteriezellen **12** – also im ungünstigsten Fall die gesamte Batteriespannung – in negative Richtung. Dies stellt sehr hohe Anforderungen an die batteriezellenintern eingesetzten Strom-Unterbrechungs-Einheiten **33**, die sich nur mit sehr hohem Aufwand und dadurch bedingt mit erheblichen zusätzlichen Kosten erfüllen lassen.

Ausführungsvarianten

[0032] Der Darstellung gemäß **Fig. 3** sind Auslösekennlinien von Strom-Unterbrechungs-Einheiten gegenübergestellt, sowohl für das Batteriesystem bzw. der Batterie-Trenneinheit als auch zellintern für einzelne Batteriezellen.

[0033] Aus der Darstellung **Fig. 3** geht hervor, dass eine Auslösekennlinien-Schar **44** einen im Wesentlichen asymptotischen Verlauf aufweist. Aufgetragen über einen Überstrombereich **42**, der sich gemäß der Darstellung in **Fig. 3** zwischen 800 Ampère und 8000 Ampère erstreckt, ist entsprechend einer jeden Auslösekennlinie **48** eine Auslösezeit aufgetragen.

[0034] Jenseits einer Grenzkennlinie **46** ergeben sich unterschiedliche Bereiche. Die oberhalb der Grenzkennlinie **46** liegenden Auslösekennlinien **48** zeigen Auslösezeiten für zellinterne Strom-Unterbrechungs-Einheiten **33**, während die mit Bezugszeichen **50** identifizierten Auslösekennlinien für eine Auslösezeiten für die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** zeigen, die gemäß der Darstellung in **Fig. 2** in der Batterie-Trenneinheit **18** des Batteriesystems einer Traktionsbatterie angeordnet ist.

[0035] Durch die Doppelpfeile ist angedeutet, dass die Auslösezeit entsprechend der Auslösekennlinien **50** unterhalb der Grenzkennlinie **46** für eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33**, in einer Batterie-Trenneinheit **18**, um mindestens den Faktor **10** geringer ist, verglichen mit den Auslösezeiten für Strom-Unterbrechungs-Einheiten **33**, die batteriezellenintern angeordnet sind, gemäß der Auslösekenn-

linien **48**, die oberhalb der Grenzkennlinie **46** verlaufen.

[0036] In der Darstellung gemäß **Fig. 4** sind erfindungsgemäß vorgeschlagene Einbauorte für eine oder mehrere Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** dargestellt.

[0037] Durch eine Verlegung des Einbauortes der mindestens einen Strom-Unterbrechungs-Einrichtung **33** für ein Batteriesystem, oder durch den Einsatz weiterer Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** kann erreicht werden, dass die Stromabschaltfähigkeit und das Spannungsperrverhalten einer Strom-Unterbrechungs-Einheit signifikant verbessert werden kann. Weisen beispielsweise die in der Darstellung gemäß **Fig. 4** verbauten Batteriezellen **12** die Fähigkeit auf, einen Überstrom gegen mindestens die halbe Batteriespannung abzuschalten und können Sie zudem nach Auslösen von einem zellintern angeordneten Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** mindestens die halbe Batteriespannung in negative Richtung sperren, kann die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** des Batteriesystems aus der Batterie-Trenneinheit **18** verlagert werden. In **Fig. 4** ist dargestellt, dass die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** an einer ersten Position **60**, einer zweiten Position **62**, und an einer dritten Position **64**, in die Mitte einer Serienschaltung von Batteriezellen **12** oder einen Servicestecker **16** platziert werden.

[0038] Aus der Darstellung gemäß **Fig. 4** gehen die Positionen **60**, **62**, **64**, welche erfindungsgemäß vorgeschlagene Einbauorte für eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** sind, ausgeführt als Schmelzsicherung **34**, annehmen können. Die Anordnung der Strom-Unterbrechungs-Einheit **33** ist dabei nicht zwingend exakt symmetrisch in der Mitte der Batteriezellen **12**, so zum Beispiel bei hundert Batteriezellen **12** nicht zwingend zwischen den Batteriezellen **12** Nr. **50** und Nr. **51** zu wählen. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass durch die Anordnung der Strom-Unterbrechungs-Einheit **33** entweder in der ersten Position **60** oder in der zweiten Position **62** oder in der dritten Position **64** gewährleistet ist, dass eine gebildete erste Teilbatterie **54**, die auch als Batteriemodul bezeichnet werden kann sowie eine damit einhergehende Bildung mindestens einer weiteren, zweiten Teilbatterie **56** (Batteriemodul), die sich durch den Einbauort der Strom-Unterbrechungs-Einheit **33** ergeben, geschützt werden können.

[0039] **Fig. 4** zeigt, dass in der ersten Position **60** der Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** die erste Teilbatterie **54** (Batteriemodul) entsteht. Es besteht auch die Möglichkeit, die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung **33** von ihrem Einbauort in der Batterie-Trenneinheit **18** gemäß der Darstellung in **Fig. 2** unmittelbar direkt in den Servicestecker **16** zu integrieren.

ren. In diesem Falle ist der Einbauort durch die zweite Position **62** gekennzeichnet.

[0040] Es besteht auch die Möglichkeit, die Strom-Unterbrechungs-Einheit **33** stromab des Servicesteckers **16** in der dritten Position **64** einzubauen, d. h. einer zweiten Teilbatterie **56** zuzuordnen. In der Darstellung gemäß **Fig. 4** sind zudem verschiedene batterieinterne Kurzschlusspfade eingezeichnet. Umfasst der Kurzschlusspfad die Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** des Batteriesystems, so übernimmt dieses aufgrund der kürzeren Auslösezeit die Abschaltung des Kurzschlussstroms. Der ungünstigste Fall, für welchen batteriezellenintern angeordnete Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** auszulegen sind, ist derjenige, bei dem eine Abschaltung entlang eines Kurzschlusspfades **66**, der eine komplette Teilbatterie, in diesem Falle die zweite Teilbatterie **56** betrifft abzuschalten ist. In diesem ungünstigsten Falle müssen batteriezellenintern angeordnete Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** für die halbe Batteriespannung, bzw. für die Maximalspannung derjenigen der ersten oder zweiten Teilbatterien **54, 56** ausgelegt werden, welche die größte Anzahl von Batteriezellen **12** aufweist.

[0041] Zur Darstellung gemäß **Fig. 4** sei noch angemerkt, dass die einzelnen beispielsweise als Querschnittsverjüngung ausgebildeten Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** zum Beispiel in Zellverbindern **14** innerhalb der Teilbatterien **54, 56**, welche die Batteriezellen **12** elektrisch seriell oder parallel miteinander verbinden, integriert werden können. In der Darstellung gemäß **Fig. 4** ist auch die Batterie-Trenneinheit **18** (Batterie disconnect unit = BDU) zu entnehmen. Diese entspricht im Wesentlichen den Batterie-Trenneinheiten **18** die bereits im Zusammenhang mit den **Fig. 1** und **Fig. 2** detaillierter beschrieben worden sind. In der **Fig. 4** ist der batterieexterne Kurzschlusspfad **38** ebenso dargestellt, wie der interne Kurzschlusspfad **40**. Mit Bezugszeichen **52** ist ein zelleninterner Kurzschlusspfad **52** bezeichnet, während Bezugszeichen **66** den Kurzschlusspfad bezeichnet, der sich im ungünstigsten Falle durch eine gesamte Teilbatterie, in diesem Falle durch die zweite Teilbatterie **56** und die dort in Serie geschalteten einzelnen Batteriezellen **12** erstreckt.

[0042] Für den Fall, dass batteriezellenintern angeordnete Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** der Batteriezellen **12** nicht in der Lage sein sollten, die halbe Batteriespannung bei einem niederohmigen Kurzschluss abzuschalten, besteht die Möglichkeit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung folgend, mehrere Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen **33** zu integrieren.

[0043] Diese Ausführungsmöglichkeit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung lässt sich der Darstellung gemäß **Fig. 5** entnehmen.

[0044] Aus **Fig. 5** geht hervor, dass in dieser Ausführungsmöglichkeit die batteriezellenintern angeordnete Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** ein Drittel der Batteriespannung sicher abschalten können. In diesem Falle ist der Einsatz von zumindest zwei Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** erforderlich, sodass das Batteriepack **13** in drei einzelne Teilbatterien, nämlich die erste Teilbatterie **54**, die zweite Teilbatterie **56**, und die dritte Teilbatterie **58** unterteilt ist. Die einzelnen Teilbatterien **54, 56, 58** umfassen jeweils ein Drittel der Gesamtzahl der Batteriezellen **12** des Batteriepacks **13**.

[0045] Aus der Darstellung gemäß **Fig. 5** geht hervor, dass sich im Falle des Einsatzes von zwei Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33** die Spannung im Vergleich zur Anordnung gemäß **Fig. 2** nicht halbieren, sondern weiter reduzieren lässt und des Weiteren – wie in **Fig. 5** durch die Bezugszeichen **68** und **70** angedeutet – optimierte Kurzschlusspfade auch für ungünstigst anzunehmende Kurzschlusspfade entstehen.

[0046] Die anhand der **Fig. 3, Fig. 4** und **Fig. 5** beschriebenen, unter Sicherheitsaspekten erheblich verbesserten Anordnungen mindestens einer Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** im Batteriesystem einer Traktionsbatterie für Elektro- und Hybridfahrzeuge, geht mit dem Nachteil einher, dass die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** nicht mehr in der Batterie-Trenneinheit **18** platzierbar ist, sondern als separate Komponente oder Komponenten im Batteriesystem verteilt unterzubringen sind. Auch in der in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsvariante der Erfindung ist dem Gehäuse **10**, in dem die Anzahl von Batteriezellen **12** aufgenommen ist die Batterie-Trenneinheit **18** (Battery disconnect unit = BDU) vorgeschaltet. Innerhalb des Gehäuses **10** sind die einzelnen Batteriezellen **12** durch Zellverbinder **14** miteinander elektrisch verschaltet. In der in **Fig. 5** dargestellten Ausführungsvariante werden durch die Anordnung der Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) **33**, jeweils ausgebildet als Schmelzsicherung **34** die erste Teilbatterie **54**, die zweite Teilbatterie **56** sowie die dritte Teilbatterie **58** gebildet, sodass diesem Falle bei Auftreten eines Kurzschlusses im Kurzschlusspfad **38** lediglich ein Drittel der Batteriespannung durch die jeweilige Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) **33** abzuschalten ist. Auch in der Ausführungsvariante gemäß **Fig. 5** entspricht die Batterie-Trenneinheit (Battery Disconnect Unit = BDU) im Wesentlichen den Batterie-Trenneinheiten **18**, die bereits im Zusammenhang mit den **Fig. 1, Fig. 2** und **Fig. 4** beschrieben worden sind.

[0047] Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung ist nicht auf den Einsatz an Traktionsbatterien für Anwendungen in Fahrzeugen beschränkt, sondern kann in gleicher Weise auch bei Batterien für

stationäre Anwendungen eingesetzt werden. Die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung ist besonders dann sinnvoll einsetzbar, wenn innerhalb eines Batteriesystems eine Vielzahl von Batteriezellen **12** in Serie verschaltet werden, d.h. die Spannung des Batteriesystems daher sehr hohe Maximalwerte annehmen kann.

Patentansprüche

1. Batteriepack (**13**) mit einer Anzahl von Batteriezellen (**12**), mit einer Batterie-Trenneinheit (**18**), die eine Lade- und Trenneinrichtung (**24**) für einen Pluspol (**20**) des Batteriepacks (**13**) und eine Trenneinrichtung (**26**) für einen Minuspol (**22**) des Batteriepacks (**13**) aufweist und mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) (**33**) umfasst, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) (**33**) in Strompfaden (**38, 40**) angeordnet ist, so dass die Anzahl von Batteriezellen (**12**) in eine erste Teilbatterie (**54**) und mindestens eine weitere zweite Teilbatterie (**56, 58**) unterteilt ist.

2. Batteriepack (**13**) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) (**33**) als Schmelzsicherung (**34**), insbesondere als Querschnittsverjüngung eines elektrischen Leiters ausgeführt ist.

3. Batteriepack (**13**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl von Batteriezellen (**12**) durch mindestens zwei Strom-Unterbrechungs-Einrichtungen (CID) (**33**) in eine erste Teilbatterie (**54**), eine zweite Teilbatterie (**56**) und eine dritte Teilbatterie (**58**) unterteilt ist.

4. Batteriepack (**13**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einheit (CID) (**33**) im Strompfad (**38, 40**) derart angeordnet ist, dass mehrere, zu einander symmetrisch angeordnete Teilbatterien (**54, 56, 58**) gebildet werden.

5. Batteriepack (**13**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) (**33**) im Strompfad (**38, 40**) zwischen der ersten Teilbatterie (**54**) und einem Servicestecker (**16**) angeordnet ist.

6. Batteriepack (**13**) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) (**33**) in einen Servicestecker (**16**) integriert ist.

7. Batteriepack (**13**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in mindestens einer der Teilbatterien (**54, 56, 58**) ei-

ne interne Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) (**33**) angeordnet ist, die einen Kurzschluss innerhalb einer jeweiligen Teilbatterie (**54, 56, 58**) absichert.

8. Batteriepack (**13**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest in der ersten und zweiten Teilbatterie (**54**), (**56**) jeweils eine interne Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) (**33**) angeordnet ist, die einen Kurzschluss zwischen zwei benachbarten Batteriezellen (**12**) absichert.

9. Batteriepack (**13**) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die mindestens eine Strom-Unterbrechungs-Einrichtung (CID) (**33**) in einen Hochstrompfad zwischen der ersten und der zweiten Teilbatterie (**54, 56**) und/oder der zweiten und dritten Teilbatterie (**56, 58**) integriert ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

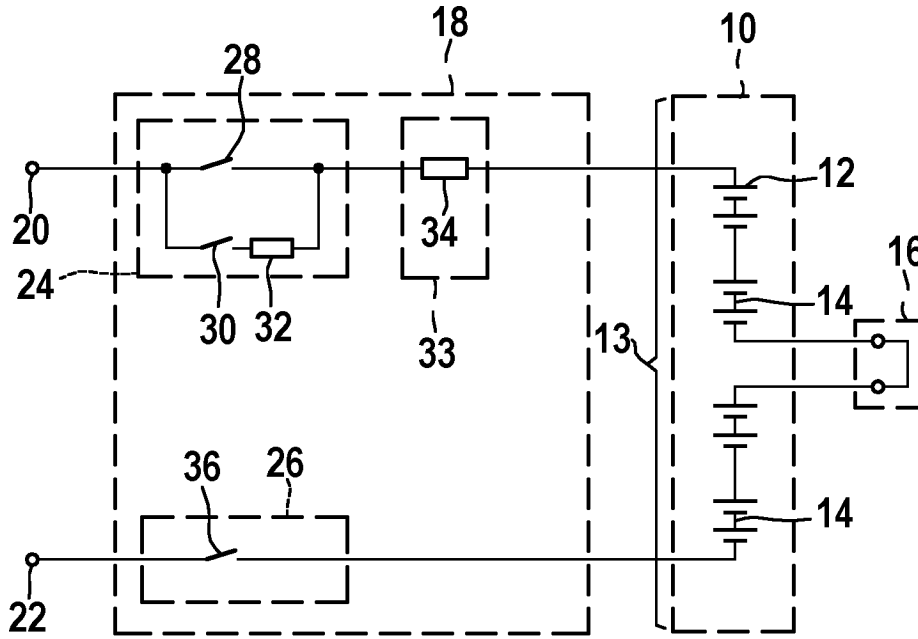


Fig. 1

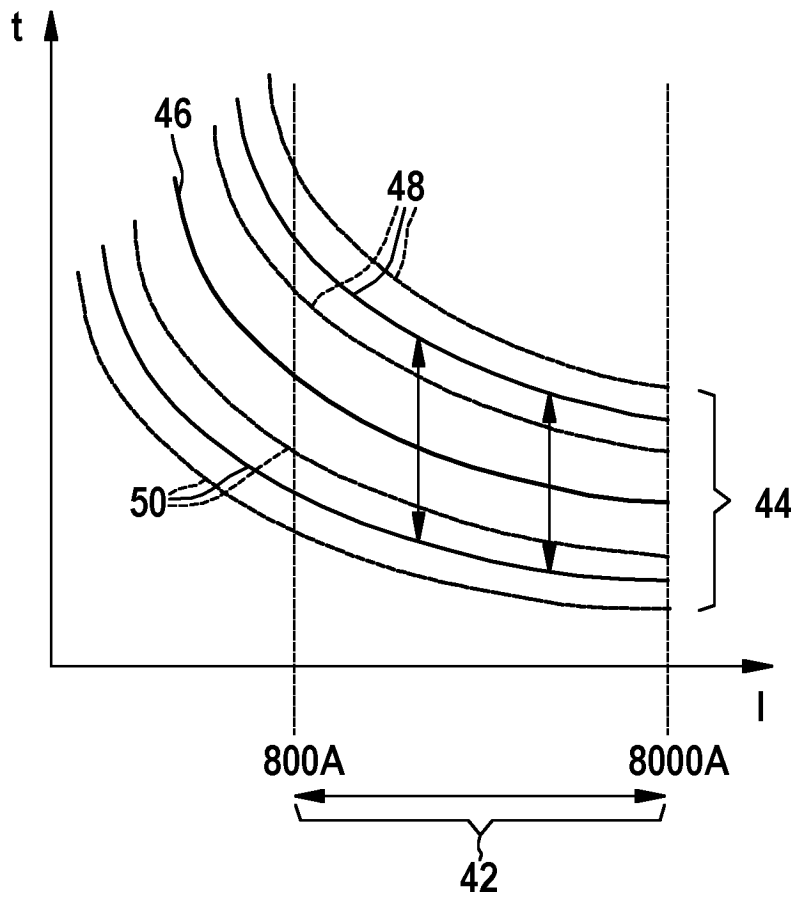


Fig. 3

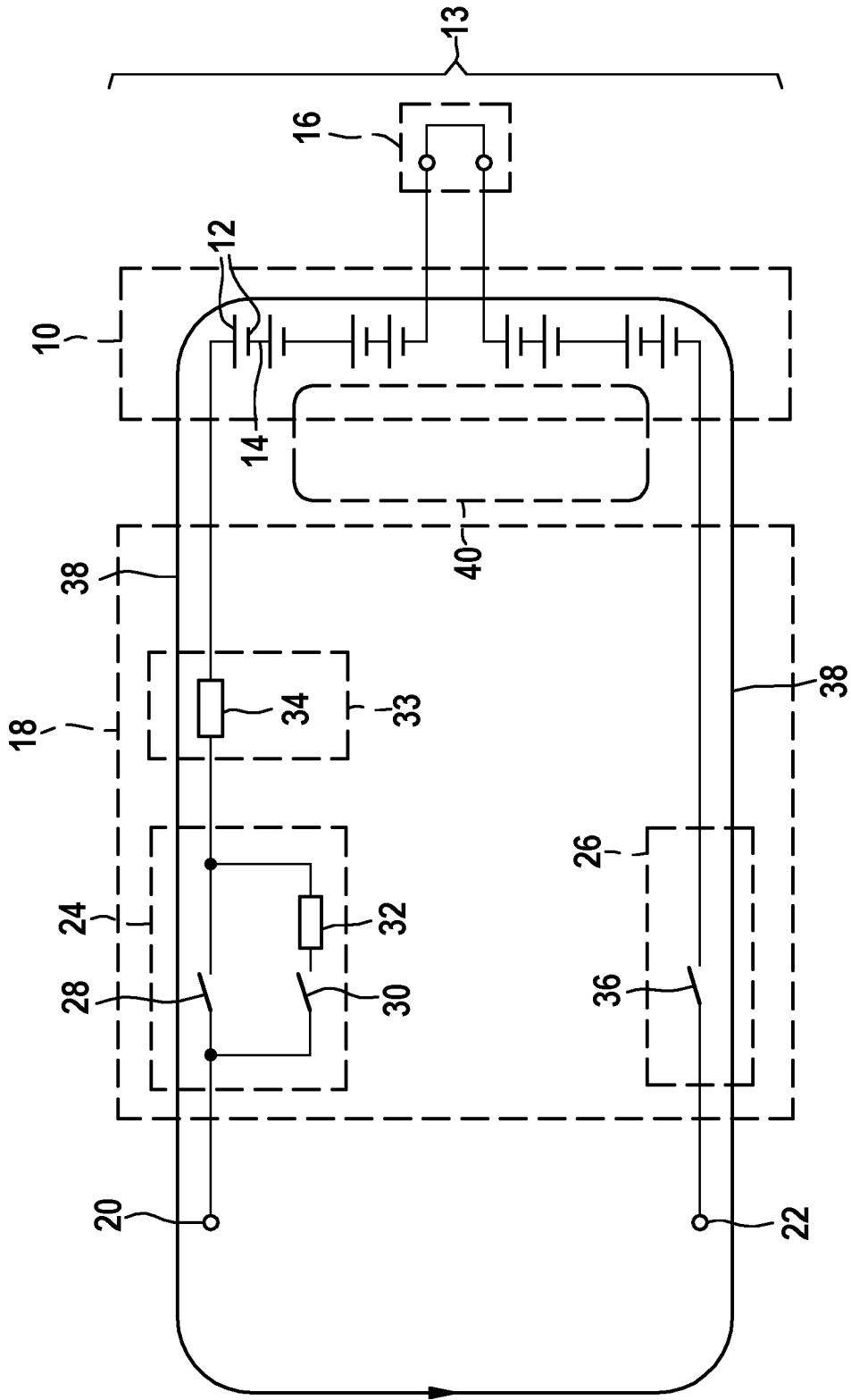


Fig. 2

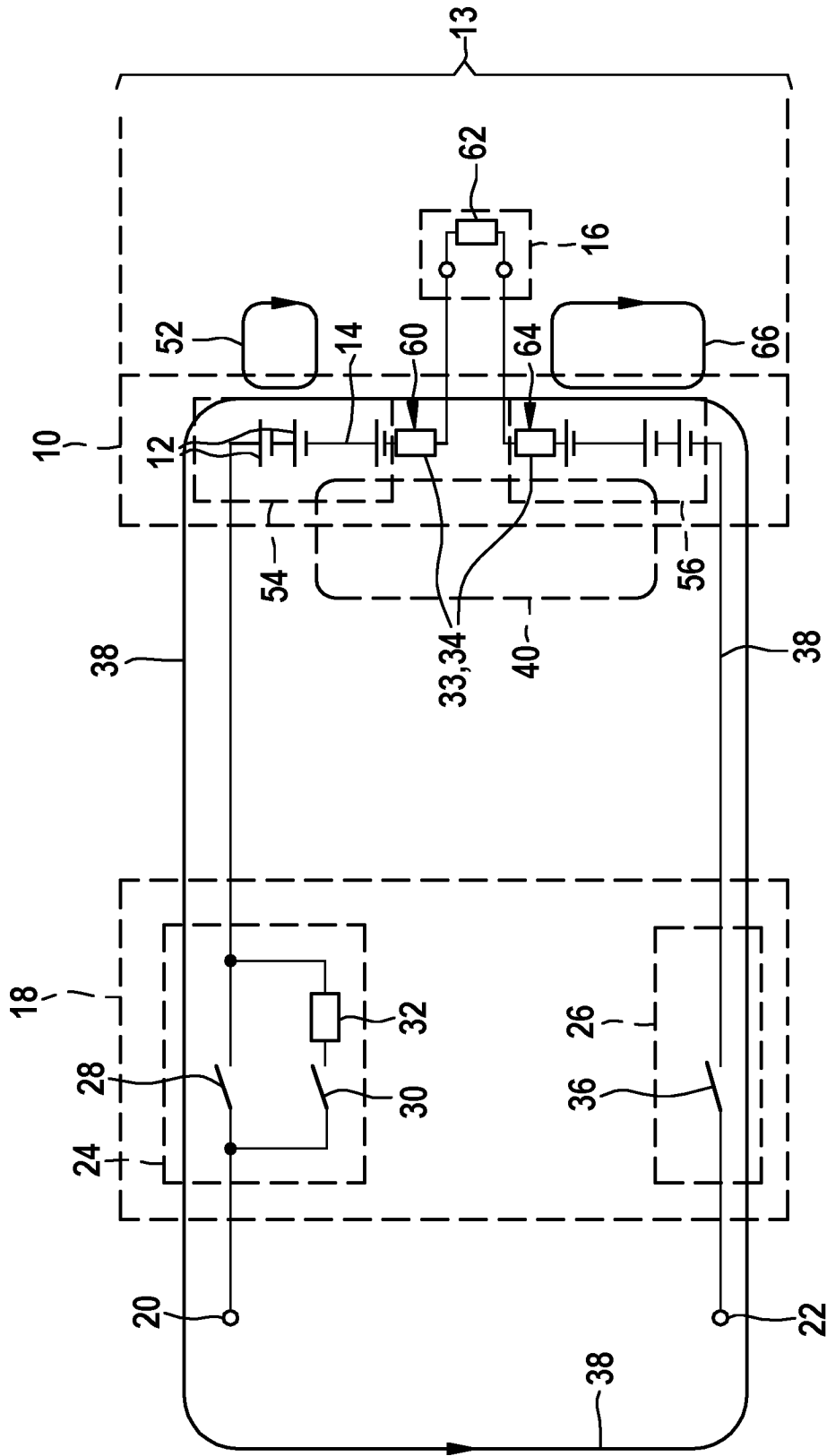


Fig. 4

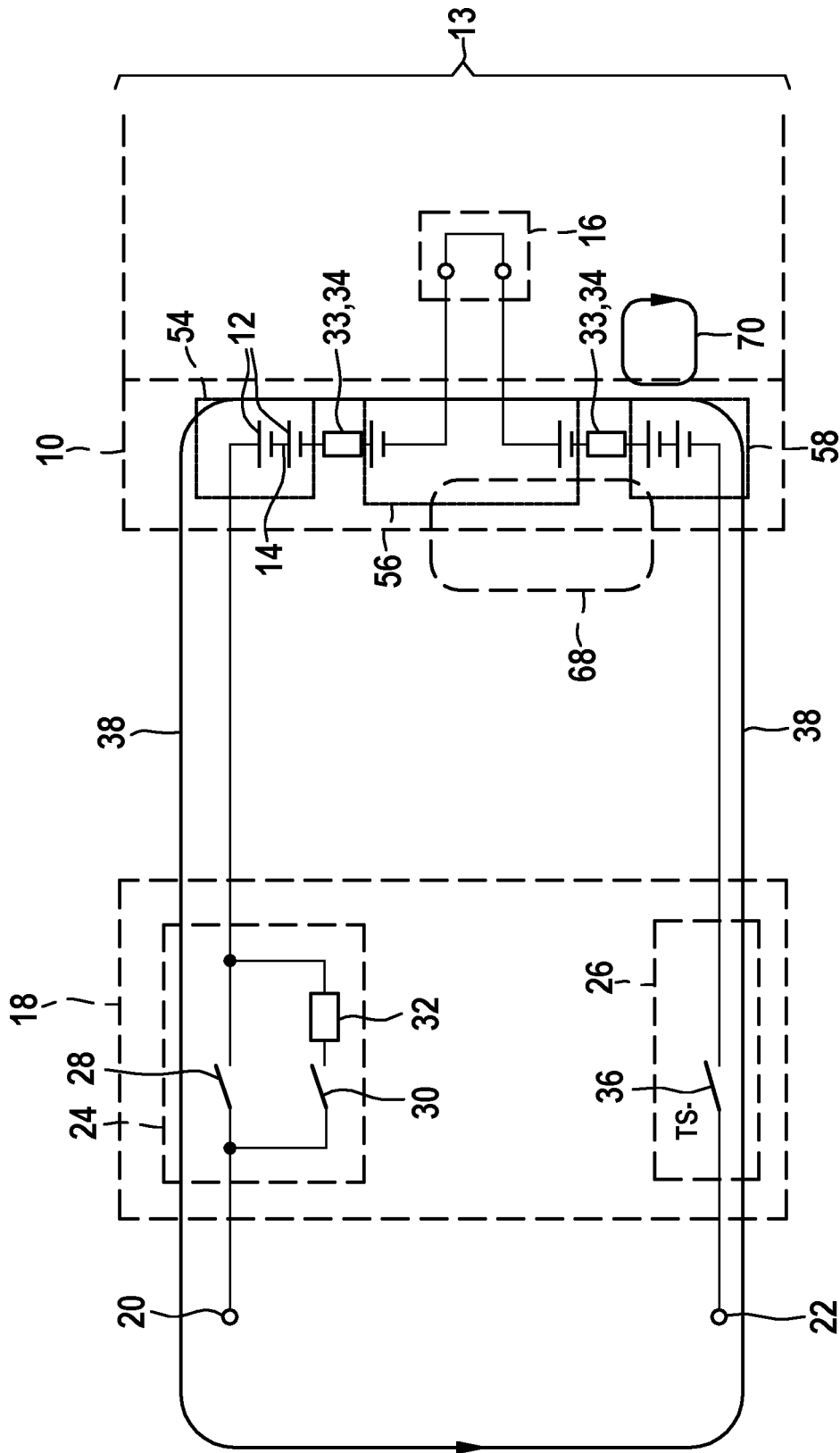


Fig. 5