



(10) **DE 10 2011 075 376 A1** 2012.11.08

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 075 376.1**

(22) Anmeldetag: **06.05.2011**

(43) Offenlegungstag: **08.11.2012**

(51) Int Cl.: **H02J 1/00** (2011.01)

G01R 31/36 (2011.01)

B60L 11/18 (2011.01)

H01M 10/48 (2011.01)

(71) Anmelder:

**SB LiMotive Company Ltd., Suwon, Kyonggi, KR;
SB LiMotive Germany GmbH, 70469, Stuttgart, DE**

(74) Vertreter:

Bee, Joachim, Dipl.-Ing., 71640, Ludwigsburg, DE

(72) Erfinder:

**Schmidt, Ralph, 71384, Weinstadt, DE; Butzmann,
Stefan, 71717, Beilstein, DE; Fink, Holger, 70567,
Stuttgart, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

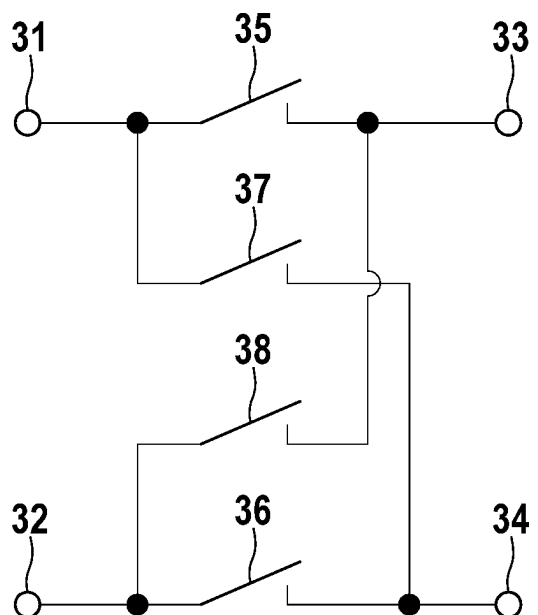
DE	693 12 051	T2
US	2010 / 0 261 048	A1
US	6 058 032	A
WO	00/ 22 685	A1
WO	01/ 05 022	A1

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

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Steuerung einer Batterie sowie eine Batterie zur Ausführung des Verfahrens**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Steuerung einer Batterie angegeben, die einen Batteriemodulstrang (60) bestehend aus einer Mehrzahl von miteinander gekoppelten Batteriemodulen (50) umfasst. Ein Batteriemodul (50) weist dabei eine Koppereinheit (30) auf, die so ausgebildet ist, dass entweder eine positive Batteriemodulspannung ($+U_{\text{mod}}$) und eine Spannung von 0 V wahlweise ausgabbar ist, oder eine positive Batteriemodulspannung ($+U_{\text{mod}}$), eine negative Batteriemodulspannung ($-U_{\text{mod}}$) und eine Spannung von 0 V ausgabbar ist. In dem Verfahren wird zunächst eine Batterieausgangsspannung angefordert (S1) und eine Anzahl von benötigten Batteriemodulen (50) bestimmt (S2). Es folgt eine Auswahl (S3) von Batteriemodulen (50), bis die benötigte Anzahl von Batteriemodulen (50) erreicht ist (S3), und diese Auswahl erfolgt in Abhängigkeit mindestens einer der folgenden Batteriekenngößen: dem Ladezustand (S3.1), der Temperatur (S3.2), der Alterung (S3.3) und der Lebensdauer (S3.4).



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung einer Batterie mit mindestens einem Batteriemodulstrang, bei dem ein Batteriemodul im Batteriemodulstrang eine Koppereinheit umfasst. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Steuerung einer Batterie, bei der Gruppen von Batteriemodulen redundant dieselbe Ausgangsspannung liefern können und die Auswahl von Batteriemodulen an der Stromführung in Abhängigkeit von Batteriekenngößen erfolgt.

Stand der Technik

[0002] Es zeichnet sich ab, dass in Zukunft sowohl bei stationären Anwendungen, als auch bei Fahrzeugen wie Hybrid- und Elektrofahrzeugen vermehrt Batteriesysteme zum Einsatz kommen werden. Um die für eine jeweilige Anwendung gegebenen Anforderungen an Spannung und zur Verfügung stellbarer Leistung erfüllen zu können, wird eine hohe Zahl von Batteriezellen in Serie geschaltet. Da der von einer solchen Batterie bereitgestellte Strom durch alle Batteriezellen fließen muss und eine Batteriezelle nur einen begrenzten Strom leiten kann, werden oft zusätzlich Batteriezellen parallel geschaltet, um den maximalen Strom zu erhöhen. Dies kann entweder durch Vorsehen von mehreren Zellwickeln innerhalb eines Batteriezellengehäuses oder durch externes Verschalten von Batteriezellen geschehen. Dabei ist jedoch problematisch, dass es aufgrund nicht exakt identischer Zellkapazitäten und -spannungen zu Ausgleichsströmen zwischen den parallel geschalteten Batteriezellen kommen kann.

[0003] Das Prinzipschaltbild eines üblichen elektrischen Antriebssystems, wie es beispielsweise in Elektro- und Hybrid-Fahrzeugen oder auch in stationären Anwendungen wie bei der Rotorblattverstellung von Windkraftanlagen zum Einsatz kommt, ist in [Fig. 1](#) dargestellt. Eine Batterie **10** ist an einen Gleichspannungszwischenkreis angeschlossen, welcher durch einen Kondensator **11** gepuffert wird. An den Gleichspannungszwischenkreis angeschlossen ist ein Pulswechselrichter **12**, der über jeweils zwei schaltbare Halbleiterventile und zwei Dioden an drei Ausgängen gegeneinander phasenversetzte sinusförmige Ströme für den Betrieb eines elektrischen Antriebsmotors **13** bereitstellt. Die Kapazität des Kondensators **11** muss groß genug sein, um die Spannung im Gleichspannungszwischenkreis für eine Zeitdauer, in der eines der schaltbaren Halbleiterventile durchgeschaltet wird, zu stabilisieren. In einer praktischen Anwendung wie einem Elektrofahrzeug ergibt sich eine hohe Kapazität im Bereich von mF. Wegen der üblicherweise recht hohen Spannung des Gleichspannungszwischenkreises kann eine so große Kapazität nur unter hohen Kosten und mit hohem Raumbedarf realisiert werden.

[0004] [Fig. 2](#) zeigt die Batterie **10** der [Fig. 1](#) in einem detaillierteren Blockschaltbild. Eine Vielzahl von Batteriezellen sind in Serie sowie optional zusätzlich parallel geschaltet, um eine für eine jeweilige Anwendung gewünschte hohe Ausgangsspannung und Batteriekapazität zu erreichen. Zwischen den Pluspol der Batteriezellen und ein positives Batterieterminal **14** ist eine Lade- und Trenneinrichtung **16** geschaltet. Optional kann zusätzlich zwischen den Minuspol der Batteriezellen und ein negatives Batterieterminal **15** eine Trenneinrichtung **17** geschaltet werden. Die Trenn- und Ladeeinrichtung **16** und die Trenneinrichtung **17** umfassen jeweils ein Schütz **18** bzw. **19**, welche dafür vorgesehen sind, die Batteriezellen von den Batterieterminals abzutrennen, um die Batterieterminals spannungsfrei zu schalten. Aufgrund der hohen Gleichspannung der seriengeschalteten Batteriezellen ist andernfalls erhebliches Gefährdungspotential für Wartungspersonal oder dergleichen gegeben. In der Lade- und Trenneinrichtung **16** ist zusätzlich ein Ladeschütz **20** mit einem zu dem Ladeschütz **20** in Serie geschalteten Ladewiderstand **21** vorgesehen. Der Ladewiderstand **21** begrenzt einen Aufladestrom für den Kondensator **11**, wenn die Batterie an den Gleichspannungszwischenkreis angeschlossen wird. Hierzu wird zunächst das Schütz **18** offen gelassen und nur das Ladeschütz **20** geschlossen. Erreicht die Spannung am positiven Batterieterminal **14** die Spannung der Batteriezellen, kann das Schütz **19** geschlossen und gegebenenfalls das Ladeschütz **20** geöffnet werden. Die Schütze **18**, **19** und das Ladeschütz **20** erhöhen die Kosten für eine Batterie **10** nicht unerheblich, da hohe Anforderungen an ihre Zuverlässigkeit und an die von ihnen zu führenden Ströme gestellt werden.

[0005] Nachteilig an den beschriebenen Batterien des Standes der Technik ist, dass im System enthaltene Batteriezellen oder -module von dem gleichen Strom durchflossen werden und somit nicht einzeln ansteuerbar sind. Es besteht daher keine Möglichkeit, auf verschiedene Zustände von einzelnen Batteriezellen Einfluss zu nehmen.

Offenbarung der Erfindung

[0006] Erfindungsgemäß wird daher ein Verfahren zur Steuerung einer Batterie, umfassend mindestens einen Batteriemodulstrang bestehend aus einer Mehrzahl von miteinander gekoppelten Batteriemodulen, angegeben, wobei ein Batteriemodul eine Koppereinheit aufweist, die so ausgebildet ist, dass eine positive Batteriemodulspannung und eine Spannung von 0 V von dem Batteriemodul ausgebar ist. Das Verfahren umfasst dabei zunächst den Schritt des Anforderns einer bereitzustellenden Batterieausgangsspannung oder Batteriestrangausgangsspannung und des Bestimmens einer Anzahl von Batteriemodulen, die zur Bereitstellung der angeforderten Ausgangsspannung benötigt wird. Es folgt eine Auswahl von Batteriemodulen, bis die benötigte Anzahl von Batteriemodulen erreicht ist, in Abhängigkeit mindestens einer der folgenden Batteriekenngößen: dem Ladezustand, der Temperatur, der Alterung und der Lebensdauer. Abschließend wird die angeforderte Batterieausgangsspannung oder Batteriestrangausgangsspannung bereitgestellt.

[0007] Die Koppereinheit umfasst bevorzugt einen ersten Eingang, einen zweiten Eingang, einen ersten Ausgang und einen zweiten Ausgang. Sie ist ausgebildet, in einem ersten Schaltzustand auf ein erstes Steuersignal hin den ersten Eingang mit dem ersten Ausgang und den zweiten Eingang mit dem zweiten Ausgang zu verbinden und in einem zweiten Schaltzustand auf ein zweites Steuersignal hin den ersten Ausgang mit dem zweiten Ausgang zu verbinden. Durch die Koppereinheiten ist die Ausgangsspannung stufig einstellbar. Dabei sind die Koppereinheiten in der Lage, entweder die Spannung 0 V oder die positive Modulspannung U_{mod} auszugeben.

[0008] Vorteilhafterweise bieten die Batteriesysteme, die eine Spannung von U_{mod} und 0 V ausgeben können, bevorzugt mit genannten Koppereinheiten, die Möglichkeit, eine gewünschte Ausgangsspannung über mehrere redundante Batteriemodulkombinationen bzw. Schaltkombinationen der in den Systemen beteiligten Koppereinheiten einzustellen. Mit anderen Worten, es existieren mehrere redundante Kombinationen von Batteriemodulaustrittsspannungen, mit denen die angeforderte Batterieausgangsspannung zu erreichen ist. Dabei kann von diesem Freiheitsgrad Gebrauch gemacht werden, um verschiedene Zustände der einzelnen Batteriemodule zu beeinflussen. Somit ist es möglich, Zustände der Batteriemodule wie Ladezustand, Temperatur, Alterung und Lebensdauer gezielt zu beeinflussen. Dies kann sowohl für die gesamte Batterie mit mehreren Batteriesträngen als auch für jeden einzelnen Batteriestrang erfolgen.

[0009] Um also eine geforderte Batterie- oder auch Batteriestrangausgangsspannung, welche kleiner als die maximal zur Verfügung stehende batterie- oder Batteriestrangausgangsspannung ist, bereitzustellen, sind mehrere verschiedene, aber für das Verhalten an den Klemmen nach außen gleichwertige Schaltkombinationen der in den Systemen beteiligten Koppereinheiten, bevorzugt umfassend Halbleiterschalter, möglich. Es werden nicht mehr alle im System enthaltenen Batteriemodule von dem gleichen Strom durchflossen, so wie es bei der in [Fig. 1](#) dargestellten, den heutigen Stand der Technik darstellenden Lösung der Fall ist. Durch diese verschiedenen, gleichwertigen Schaltkombinationen der Koppereinheiten ergeben sich in den Steuerverfahren verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung verschiedener Zustände der Batterie.

[0010] Bevorzugt werden im Schritt der Auswahl von Batteriemodulen die benötigten Batteriemodule zeitlich sequentiell ausgewählt. Somit kann ein Batteriemodul nach dem anderen entsprechend der gewählten Kriterien ausgewählt werden.

[0011] Der Schritt der Auswahl von Batteriemodulen in Abhängigkeit von dem Ladezustand umfasst dabei bevorzugt folgende Schritte: Bestimmen der zur Erlangung der angeforderten Batterieausgangsspannung benötigten Anzahl an Modulen und, wenn der Strom aus der Batterie oder dem Batteriestrang einen Wert von größer Null aufweist, Auswahl von Batteriemodulen mit hohem Ladezustand mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule mit niedrigem Ladezustand. Wenn der Strom aus der Batterie oder dem Batteriestrang einen Wert von kleiner Null aufweist, erfolgt die Auswahl von Batteriemodulen mit niedrigem Ladezustand mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule mit einem hohen Ladezustand.

[0012] Noch bevorzugter erfolgt bei einem Strom größer Null die Auswahl nach absteigendem Ladezustand. Beispielsweise wird zunächst das Batteriemodul mit dem höchsten Ladezustand ausgewählt, dann das Batteriemodul mit dem zweithöchsten Ladezustand usw. Bei einem Strom kleiner Null erfolgt die Auswahl noch bevorzugter nach ansteigendem Ladezustand. Beispielsweise wird dann zunächst das Batteriemodul mit dem niedrigsten Ladezustand ausgewählt, dann das Batteriemodul mit dem zweitniedrigsten Ladezustand usw. Es können aber auch Ladezustandsbereiche vorbestimmt und diesen Ladezustandsbereichen bestimmte Auswahlwahrscheinlichkeiten zugewiesen werden. Insbesondere kann einem hohen Ladezustandsbereich eine höhere Wahrscheinlichkeit zur Auswahl als einem niedrigen Ladezustandsbereich zugewiesen werden, und

vice versa. Dann werden die Batterien mit einem hohen Ladezustand häufiger an der Stromführung beteiligt als die mit einem niedrigen Ladezustand und eine Reihenfolge der Batteriemodule nach dem Ladezustand muss nicht bestimmt werden.

[0013] Im Schritt der Auswahl von Batteriemodulen werden in Abhängigkeit von der Temperatur Batteriemodule, die eine kleine Temperatur aufweisen, mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule mit einer großen Temperatur ausgewählt. Dies kann so erfolgen, dass zunächst eine Reihenfolge der Batteriemodule in Abhängigkeit von der Temperatur bestimmt wird und diese dann in aufsteigender Reihenfolge ausgewählt werden. Diese Auswahl beeinflusst vorteilhafterweise die Temperaturentwicklung in der Batterie positiv. Es können aber auch Temperaturbereiche vorbestimmt werden und diesen Temperaturbereichen bestimmte Auswahlwahrscheinlichkeiten zugewiesen werden. Insbesondere kann einem niedrigen Temperaturbereich eine höhere Wahrscheinlichkeit zur Auswahl als einem hohen Temperaturbereich zugewiesen werden. Dann werden die Batterien mit einer hohen Temperatur seltener an der Stromführung beteiligt und eine Reihenfolge muss nicht immer bestimmt werden.

[0014] Im Schritt der Auswahl von Batteriemodulen nach dem Gesundheitszustand oder State-of-Health werden bevorzugt Batteriemodule mit hohem State-of-Health mit höherer Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule mit niedrigerem State-of-Health ausgewählt. Batteriemodule können insbesondere in einer Reihenfolge ausgewählt werden, die der Anordnung der Batteriemodule nach absteigendem State-of-Health entspricht. Es können aber auch State-of-Health-Bereiche vorbestimmt und diesen State-of-Health-Bereichen bestimmte Auswahlwahrscheinlichkeiten zugewiesen werden. Insbesondere kann einem hohen State-of-Health-Bereich eine höhere Wahrscheinlichkeit zur Auswahl als einem niedrigen State-of-Health-Bereich zugewiesen werden. Dann werden die Batterien mit einem hohen State-of-Health häufiger an der Stromführung beteiligt als die mit einem niedrigen State-of-Health-Bereich und eine Reihenfolge der Batteriemodule nach dem State-of-Health muss nicht bestimmt werden. Gleichzeitig wird die Alterung der Batteriemodule positiv beeinflusst.

[0015] Der Schritt des Bestimmens der Anzahl von Batteriemodulen umfasst bevorzugt den Schritt des Bestimmens von Kombinationen von Schaltzuständen der Koppereinheiten der Batteriemodule, mit denen die angeforderte Batterieausgangsspannung erreichbar ist. Der Schritt der Auswahl von Batteriemodulen umfasst dann den Schritt der Auswahl einer Kombination aus den zuvor bestimmten Kombinationen von Schaltzuständen der Koppereinheiten von Batteriemodulen, welcher in Abhängigkeit mindestens einer der besagten Batteriekenngößen erfolgt. Das Bereitstellen der Ausgangsspannung erfolgt dann nach dem Senden der entsprechenden Steuersignale an die Koppereinheiten.

[0016] Im Schritt der Auswahl der Batteriemodule kann die Anzahl der ausgewählten Batteriemodule so gewählt werden, dass sie minimal ist. Auch hiermit kann die Alterung der Batterie positiv beeinflusst werden.

[0017] In einem zweiten Ausführungsbeispiel ist die Koppereinheit ferner ausgebildet, in einem dritten Schaltzustand auf ein drittes Steuersignal hin den ersten Eingang mit dem zweiten Ausgang und den zweiten Eingang mit dem ersten Ausgang zu verbinden. Dadurch kann zusätzlich zur positiven Modulausgangsspannung $+U_{\text{mod}}$ und der Spannung 0 V auch die negative Modulausgangsspannung $-U_{\text{mod}}$ nach außen geschaltet werden. Dann umfasst der Schritt der Auswahl der Batteriemodule ferner, wenn in dem mindestens einen Batteriestrang ein Strom größer Null fließt und eine positive Strangausgangsspannung benötigt wird, die Auswahl der Batteriemodule mit hohem Ladezustand mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule mit niedrigem Ladezustand. Wenn in dem mindestens einen Batteriestrang ein Strom kleiner Null fließt und eine positive Strangausgangsspannung benötigt wird, erfolgt die Auswahl der Batteriemodule mit niedrigem Ladezustand mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule mit hohem Ladezustand. Wird in dem mindestens einen Batteriestrang eine negative Strangausgangsspannung benötigt und es fließt ein Strom kleiner Null, erfolgt die Auswahl der Batteriemodule mit hohem Ladezustand mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule mit niedrigem Ladezustand. Wird jedoch in dem mindestens einen Batteriestrang eine negative Strangausgangsspannung benötigt und es fließt ein Strom größer Null, erfolgt die Auswahl der Batteriemodule mit niedrigem Ladezustand mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule mit hohem Ladezustand.

[0018] Die Batterie kann eine Mehrzahl von Batteriemodulsträngen umfassen, wobei die Differenz der Batteriemodulstränge zwischen zwei Strängen die angeforderte Batterieausgangsspannung definiert. Die Auswahl der Differenz zwischen den Batteriemodulsträngen kann dann in Abhängigkeit von mindestens einer der besagten Batteriekenngößen wie oben beschrieben erfolgen. Auch die Differenzen zwischen den Batteriemodulsträngen bilden eine redundante Gruppe. Die Redundanz kann ausgewählt werden, um die Batteriekenngößen der Batteriemodule gezielt zu beeinflussen.

[0019] Erfindungsgemäß wird ferner eine Batterie umfassend mindestens einen Batteriemodulstrang bestehend aus einer Mehrzahl von miteinander gekoppelten Batteriemodulen angegeben. Ein Batteriemodul weist dabei eine Koppereinheit auf, und die Koppereinheit umfasst einen ersten Eingang, einen zweiten Eingang, einen ersten Ausgang und einen zweiten Ausgang. Die Koppereinheit ist ausgebildet, in einem ersten Schaltzustand auf ein erstes Steuersignal hin den ersten Eingang mit dem ersten Ausgang und den zweiten Eingang mit dem zweiten Ausgang zu verbinden und in einem zweiten Schaltzustand auf ein zweites Steuersignal hin den ersten Ausgang mit dem zweiten Ausgang zu verbinden. Ferner ist die Batterie dazu ausgebildet, das erfindungsgemäße Verfahren auszuführen. Die Koppereinheit kann ferner ausgebildet sein, in einem dritten Schaltzustand auf ein drittes Steuersignal hin den ersten Eingang mit dem zweiten Ausgang und den zweiten Eingang mit dem ersten Ausgang zu verbinden.

[0020] Es wird zudem ein Kraftfahrzeug mit einem elektrischen Antriebsmotor zum Antreiben des Kraftfahrzeuges und einer mit dem elektrischen Antriebsmotor verbundenen erfindungsgemäßen Batterie angegeben.

[0021] Die Batterie ist bevorzugt eine Lithium-Ionen-Batteriezelle.

Zeichnungen

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Zeichnungen und der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei gleiche Bezugszeichen gleiche oder funktional gleichartige Komponenten bezeichnen. Es zeigen:

[0023] [Fig. 1](#) ein elektrisches Antriebssystem gemäß dem Stand der Technik,

[0024] [Fig. 2](#) ein Blockschaltbild einer Batterie gemäß dem Stand der Technik,

[0025] [Fig. 3](#) eine Koppereinheit gemäß der Erfindung in einem ersten Ausführungsbeispiel,

[0026] [Fig. 4](#) eine erste Ausführungsform der Koppereinheit,

[0027] [Fig. 5](#) eine zweite Ausführungsform der Koppereinheit,

[0028] [Fig. 6](#) eine dritte Ausführungsform der Koppereinheit,

[0029] [Fig. 7](#) eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Batteriemoduls, und

[0030] [Fig. 8](#) ein Antriebssystem mit einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Batterie.

Ausführungsformen der Erfindung

[0031] [Fig. 3](#) zeigt eine Koppereinheit **30** gemäß der Erfindung. Die Koppereinheit **30** besitzt zwei Eingänge **31** und **32** sowie zwei Ausgänge **33** und **34**. Sie ist ausgebildet, entweder den ersten Eingang **31** mit dem ersten Ausgang **33** sowie den zweiten Eingang **32** mit dem zweiten Ausgang **34** zu verbinden oder aber den ersten Eingang **31** mit dem zweiten Ausgang **34** und den zweiten Eingang **32** mit dem ersten Ausgang **33** zu verbinden. Bei bestimmten Ausführungsformen der Koppereinheit kann diese außerdem ausgebildet sein, beide Ausgänge **33**, **34** miteinander zu verbinden, um eine Ausgangsspannung von 0 V zu erzeugen. Dadurch kann beispielsweise auch eine näherungsweise sinusförmige Ausgangsspannung der Batterie eingestellt werden.

[0032] [Fig. 4](#) zeigt eine mögliche schaltungstechnische Umsetzung der Ausführungsform der Koppereinheit **30** in einem ersten Ausführungsbeispiel, bei der ein erster, ein zweiter und ein dritter Schalter **35**, **36** und **37** vorgesehen sind. Der erste Schalter **35** ist zwischen den ersten Eingang **31** und den ersten Ausgang **33** geschaltet, der zweite Schalter **36** ist zwischen den zweiten Eingang **32** und den zweiten Ausgang **34** und der dritte Schalter **37** zwischen den ersten Ausgang **33** und den zweiten Ausgang **34** geschaltet. Diese Ausführungsform bietet den Vorteil, dass die Schalter **35**, **36** und **37** einfach als Halbleiterschalter wie z. B. MOSFETs oder IGBTs verwirklicht werden können. Halbleiterschalter haben den Vorteil eines günstigen Preises und einer hohen Schaltgeschwindigkeit, so dass die Koppereinheit **30** innerhalb einer geringen Zeit auf ein Steuersignal bzw. eine Änderung des Steuersignals reagieren kann und hohe Umschaltraten erreichbar sind.

[0033] Die Koppereinheit **30** ist ausgebildet, entweder den ersten Eingang **31** mit dem ersten Ausgang **33** über den ersten Schalter **35** sowie den zweiten Eingang **32** mit dem zweiten Ausgang **34** über den zweiten Schalter

36 zu verbinden (und den ersten Ausgang **33** vom zweiten Ausgang **34** durch Öffnen des dritten Schalters **37** abzukoppeln) oder aber den ersten Ausgang **33** mit dem zweiten Ausgang **34** durch Schließen des dritten Schalters **37** zu verbinden (und dabei die Eingänge **31** und **32** durch Öffnen der ersten und zweiten Schalter **35** und **36** abzukoppeln). Die Koppereinheit **30** kann außerdem ausgebildet sein, beide Eingänge **31**, **32** von den Ausgängen **33**, **34** abzutrennen und auch den ersten Ausgang **33** vom zweiten Ausgang **34** abzukoppeln. Nicht vorgesehen ist jedoch, sowohl den ersten Eingang **31** mit dem zweiten Eingang **32** zu verbinden.

[0034] Zur Schaltung werden entsprechende Steuersignale verwendet. Auf ein erstes Steuersignal hin wird ein erster Schaltzustand erreicht, bei dem der erste Eingang **31** mit dem ersten Ausgang **33** über den Schalter **35** sowie der zweite Eingang **32** mit dem zweiten Ausgang **34** über den Schalter **36** verbunden ist. Auf ein zweites Steuersignal hin wird der erste Ausgang **33** mit dem zweiten Ausgang **34** verbunden. Im Folgenden werden die Schaltzustände der Koppereinheiten immer durch entsprechende Steuersignale erreicht. Die Steuersignale können dabei von einem Batteriemanagementsystem gesendet werden.

[0035] **Fig. 5** zeigt eine zweite Ausführungsform der Koppereinheit **30**, bei der ein erster, ein zweiter, ein dritter und ein vierter Schalter **35**, **36**, **37** und **38** vorgesehen sind. Der erste Schalter **35** ist zwischen den ersten Eingang **31** und den ersten Ausgang **33** geschaltet, der zweite Schalter **36** ist zwischen den zweiten Eingang **32** und den zweiten Ausgang **34**, der dritte Schalter **37** zwischen den ersten Eingang **31** und den zweiten Ausgang **34** und der vierte Schalter **38** zwischen den zweiten Eingang **32** und den ersten Ausgang **33** geschaltet. Diese Ausführungsform bietet den ebenfalls den Vorteil, dass die Schalter **35**, **36**, **37** und **38** einfach als Halbleiterschalter verwirklicht werden können.

[0036] Die Koppereinheit **30** ist ausgebildet, entweder den ersten Eingang **31** mit dem ersten Ausgang **33** über den Schalter **35** sowie den zweiten Eingang **32** mit dem zweiten Ausgang **34** über den Schalter **36** zu verbinden oder aber den ersten Eingang **31** mit dem zweiten Ausgang **34** über den Schalter **37** und den zweiten Eingang **32** mit dem ersten Ausgang **33** über den Schalter **38** zu verbinden. Ferner können beide Ausgänge **33**, **34** miteinander über die Schalter **38** und **36** verbunden werden, um eine Ausgangsspannung von 0 V zu erzeugen.

[0037] **Fig. 6** zeigt eine dritte Ausführungsform der Koppereinheit **30**, welche über einen ersten Wechselschalter **39** und einen zweiten Wechselschalter **40** verfügt. Es sind auch Ausführungsformen denkbar, bei denen nur einer der beiden Wechselschalter **39**, **40** vorgesehen ist und der andere durch die Schalter **35** und **38** bzw. **37** und **36** ersetzt wird. Die Wechselschalter **39**, **40** besitzen die prinzipielle Eigenschaft, nur einen ihrer jeweiligen Eingänge auf ihren Ausgang durchschalten zu können, während der jeweils verbleibende Eingang abgekoppelt wird. Dies bietet den Vorteil, dass auch bei Fehlfunktion der eingesetzten Schalter oder Steuereinheit niemals der erste Eingang **31** der Koppereinheit **30** mit dem zweiten Eingang **32** der Koppereinheit **30** verbunden wird und so die angeschlossenen Batteriezellen kurzgeschlossen werden können. Die Wechselschalter **39** und **40** können besonders einfach als elektromechanische Schalter realisiert werden.

[0038] Die **Fig. 7** zeigt eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Batteriemoduls **50**. Eine Mehrzahl von Batteriezellen **51** ist zwischen die Eingänge einer Koppereinheit **30** in Serie geschaltet. Die Erfindung ist jedoch nicht auf eine solche Serienschaltung von Batteriezellen beschränkt, es kann auch nur eine einzelne Batteriezelle vorgesehen sein oder aber eine Parallelschaltung oder gemischt-seriell-parallele Schaltung von Batteriezellen. Der erste Ausgang der Koppereinheit **30** ist mit einem ersten Terminal **52** und der zweite Ausgang der Koppereinheit **30** mit einem zweiten Terminal **53** verbunden. Wie bereits erklärt, bietet das Batteriemodul **50** nach dem zweiten Ausführungsbeispiel den Vorteil, dass die Batteriezellen **51** durch die Koppereinheit **30** in einer wählbaren Polarität mit den Terminals **52**, **53** verbunden werden können, so dass eine Ausgangsspannung unterschiedlicher Vorzeichen erzeugt werden kann. Auch kann es möglich sein, beispielsweise durch Schließen der Schalter **36** und **38** und gleichzeitiges Öffnen der Schalter **35** und **37** (oder aber durch Öffnen der Schalter **36** und **38** sowie Schließen der Schalter **35** und **37**), die Terminals **52** und **53** miteinander leitend zu verbinden und eine Ausgangsspannung von 0 V zu erzeugen.

[0039] **Fig. 8** zeigt ein Antriebssystem mit einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Batterie. Im gezeigten Beispiel besitzt die Batterie drei Batteriemodulstränge **60-1**, **60-2** und **60-3**, welche jeweils direkt an einen Eingang eines Antriebsmotors **13** angeschlossen sind. Da die meisten verfügbaren Elektromotoren auf einen Betrieb mit drei Phasen ausgelegt sind, besitzt die Batterie der Erfindung bevorzugt genau drei Batteriemodulstränge. Die Batterie der Erfindung besitzt den weiteren Vorzug, dass die Funktionalität eines Pulswechselrichters bereits in die Batterie integriert ist. Indem eine Steuereinheit der Batterie eine variable Anzahl von Batteriemodulen **50** eines Batteriemodulstranges **60** mit wechselnder Polarität aktiviert und die verbleibenden Batteriemodule **50** des Batteriemodulstranges **60** deaktiviert (das heißt eine Ausgangsspannung

von 0 V vorgibt), können geeignete (vorzugsweise näherungsweise sinusförmige) Spannungssignale für den Antrieb des Antriebsmotors **13** bereitgestellt werden.

[0040] Es wird im Folgenden das Verfahren zur Steuerung der Batterie zum Bereitstellen einer angeforderten Batterie- oder Batterieausgangsspannung beschrieben.

[0041] All diesen oben beschriebenen Batterien mit Koppereinheiten **30** ist folgende Eigenschaft gemeinsam: um eine geforderte Ausgangsspannung, welche kleiner als die maximal zur Verfügung stehende Ausgangsspannung ist, bereitzustellen, sind mehrere verschiedene, aber für das Verhalten an den Klemmen nach außen gleichwertige Schaltkombinationen der in den Systemen beteiligten Halbleiterschalter möglich. Dabei werden nicht mehr alle im System enthaltenen Batteriemodule **50** von dem gleichen Strom durchflossen. Durch diese verschiedenen, gleichwertigen Schaltkombinationen ergeben sich in den Steuerverfahren verschiedene Möglichkeiten zur Optimierung verschiedener Zustände der Batterie.

[0042] In [Fig. 8](#) ist beispielhaft ein Antriebssystem mit einem Batteriesystem mit integriertem Umrichter mit drei Strängen **60-1**, **60-2**, **60-3** und mehreren Modulen **50** je Strang gezeigt. In einem ersten Ausführungsbeispiel des Verfahrens wird davon ausgegangen, dass Batteriemodule **50** so ausgebildet sind, dass sie die Spannung 0 V und $+U_{\text{mod}}$ ausgeben können. Die Ausgangsspannung an einem Strang **60-1**, **60-2** und **60-3** kann dann in Schritten der Modulspannung U_{mod} eingestellt werden. Die maximale Modulausgangsspannung ist ein Vielfaches der Einzelmodulspannung U_{mod} . Somit kann bei vier Batteriemodulen pro Strang **60-1**, **60-2**, **60-3** die Batterie- oder Strangspannung U_{Str} zwischen Werten von 0 V und $4 \times U_{\text{mod}}$ stufig variieren. Dabei kann eine Stufe der Ausgangsspannung mit folgender Anzahl an verschiedenen, gleichwertigen bzw. redundanten Schaltzuständen realisiert werden:

$U_{\text{Str}} = 0$:	1 (alle Koppelmodule aus).
$U_{\text{Str}} = U_{\text{mod}}$:	4 (ein Koppelmodul ein, 3 Koppelmodule aus).
$U_{\text{Str}} = 2U_{\text{mod}}$:	6 (2 Koppelmodule ein, 2 Koppelmodule aus).
$U_{\text{Str}} = 3U_{\text{mod}}$:	4 (3 Koppelmodule ein, 1 Koppelmodul aus).
$U_{\text{Str}} = 4U_{\text{mod}}$:	1 (alle Koppelmodule ein).

[0043] Mit anderen Worten hat man für die Bereitstellung der Ausgangsspannung eines Batterie- oder Stranges $U_{\text{Str}} = U_{\text{mod}}$ vier mögliche Schaltzustände zur Verfügung: Jeweils ist nur ein Batteriemodul **50** der vier Strangbatteriemodule **50** mittels der Koppereinheit **30** so geschaltet, dass es die Ausgangsspannung U_{mod} ausgibt, während die jeweils drei anderen Strangbatteriemodule **50** mittels ihrer Koppereinheiten **30** so geschaltet sind, dass sie die Spannung 0 V nach außen führen, also ihre beiden Ausgänge **33**, **34** verbunden sind.

[0044] Somit stehen außer bei den Ausgangsspannungen 0 V und $4U_{\text{mod}}$ jeweils mehrere gleichwertige Schaltzustände zur Verfügung, um den Strom I_{Str} , der aus dem Strang hinaus oder in ihn hinein fließt, durch bestimmte Batteriemodule **50** fließen zu lassen.

[0045] Die Potenzialdifferenz zwischen den Anschlüssen des Wechselrichters ergibt sich aus den Ausgangsspannungen der einzelnen Stränge **60-1**, **60-2**, **60-3**. Auch hierbei lassen sich gleiche Potenzialdifferenzen durch unterschiedliche Ausgangsspannungen an den Strängen **60-1**, **60-2**, **60-3** redundant erzielen. Wenn der Schaltzustand des gesamten Umrichters durch ein Zahlentripel beschrieben wird, wobei die erste Zahl den Schaltzustand des ersten Stranges **60-1**, die zweite Zahl den des zweiten Stranges **60-2** und die dritte Zahl den des dritten Stranges **60-3** beschreibt und die Zahlen angeben, das Wievielfache der Modulspannung U_{mod} an den Klemmen des jeweiligen Strangs **60-1**, **60-2**, **60-3** anliegt, dann sind folgende Zustände in der Potenzialdifferenz identisch: 100, 211, 322 und 433. Über die Auswahl eines der gleichwertigen Schaltzustände des Umrichters kann wiederum der Stromfluss in diesem Zweig auf bestimmte Module verteilt werden.

[0046] Je nachdem, welche der Zustände der Batteriemodule **50** beeinflusst werden sollen, ergibt sich eine Auswahlvorschrift, nach der die einzelnen Batteriemodule an der Stromführung beteiligt werden. Im Folgenden soll zunächst eine Beeinflussung des Ladezustandes beschrieben werden. Die Auswahl der Batteriemodule **50** hängt von der Richtung des Stromflusses im Strang **60-1**, **60-2**, **60-3** und vom Ladezustand SOC ab. Der Ladezustand SOC eines Moduls **50** kann entweder direkt aus seiner Spannung abgeleitet werden oder es können bekannte Verfahren zur Bestimmung des SOC herangezogen werden. Die Stromrichtung ist der Regelung des Umrichters dabei bekannt. Ist die Stromrichtung so, dass für den Strom im Strang $I_{\text{Str}} > 0$ gilt, werden die Module **50** an der Stromführung beteiligt, die momentan den höchsten Ladezustand haben. Ist

die Stromrichtung so, dass für den Strom im Strang $I_{\text{Str}} < 0$ gilt, werden die Module **50** an der Stromführung beteiligt, die den momentan kleinsten Ladezustand haben.

[0047] Beispielsweise werden die Batteriemodule **50** sequentiell ausgewählt. Es wird dann zunächst das Batteriemodul **50** mit dem niedrigsten Ladezustand SOC ausgewählt, dann das Batteriemodul **50** mit dem zweitniedrigsten Ladezustand SOC usw. Es können aber auch Ladezustandsbereiche vorbestimmt und diesen Ladezustandsbereichen bestimmte Auswahlwahrscheinlichkeiten zugewiesen werden. Insbesondere kann einem hohen Ladezustandsbereich eine höhere Wahrscheinlichkeit zur Auswahl als einem niedrigen Ladezustandsbereich zugewiesen werden, und vice versa, je nach gewünschter Stromrichtung. Dann werden die Batterien mit einem hohen Ladezustand häufiger an der Stromführung beteiligt als die mit einem niedrigen Ladezustand und eine Reihenfolge der Batteriemodule nach dem Ladezustand muss nicht bestimmt werden. In jedem Fall wird durch diese Steuerung verhindert, dass sich der Ladezustand der verschiedenen Batteriemodule **50** stark unterscheidet.

[0048] Eine solche Steuerung nach Reihenfolge je nach Wert einer bestimmten Batteriekenngröße oder nach Auswahlwahrscheinlichkeiten für Bereiche von Batteriekenngrößenwerten ist dabei den folgenden verschiedenen Batteriekenngrößen gemein und wird im Folgenden nicht für jede Kenngröße explizit neu beschrieben werden.

[0049] Auch kann die Temperatur der Batteriemodule **50** und somit der Gesamtbatterie beeinflusst werden. Die Temperatur der Batteriezellen wird aus Sicherheitsgründen gemessen und ist daher bekannt. Die Stromrichtung ist für die Temperaturentwicklung nicht von Bedeutung. Bevorzugt werden gemäß der Erfindung die Module **50** am häufigsten an der Stromführung beteiligt, die die kleinste Temperatur haben. Es werden die Module am seltensten an der Stromführung beteiligt, die die höchste Temperatur haben.

[0050] Zur Beeinflussung der Alterung können, wenn aus bekannten Verfahren ein State-of-Health SOH für die Batteriemodule **50** bestimmt wird, in Abhängigkeit von diesem die Module **50** an der Stromführung beteiligt werden. Bevorzugt werden die Module **50** mit dem höchsten SOH am häufigsten an der Stromführung beteiligt. Die Module **50** mit dem niedrigsten SOH werden am seltensten an der Stromführung beteiligt. Ist kein SOH für die Module **50** bekannt, so kann die Verteilung der Stromführungsdauern gleichmäßig über die Module erfolgen, so dass eine gleichmäßige Alterung erfolgt.

[0051] Auch die Lebensdauer der Batteriemodule kann durch das erfindungsgemäße Verfahren beeinflusst werden. Dabei wird die Lebensdauer von Batteriezellen durch die Lade- und Entladezyklen bestimmt. Um möglichst wenige Zyklen für ein Modul zu bekommen, werden stets solche Schaltzustände ausgewählt, bei denen der gewünschte Zustand mit einer minimalen Anzahl an der Stromführung beteiligten Module erreicht wird.

[0052] Die Zustände der Batteriemodule können jeweils einzeln beeinflusst werden. Es können aber auch mehrere oder alle Zustände gleichzeitig beeinflusst werden. Dabei werden die Regeln für die jeweiligen Batteriekenngrößen gemeinsam ausgewertet. Ergeben sich aus den verschiedenen Regeln sich widersprechende Forderungen für die Auswahl der Module **50**, so kann dies über eine Priorisierung der einzelnen Kenngrößen gelöst werden. Eine andere Möglichkeit der Konfliktlösung ist, jedem Zustand einen gewissen Zeitraum zur Verfügung zu stellen, in dem die Module **50** nach der zugehörigen Regel ausgewählt werden und dann iterativ die einzelnen Kenngrößen beeinflussen.

[0053] In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung werden nun Batteriemodule **50** der [Fig. 5](#) eingesetzt, die also drei Spannungswerte ausgeben können: $+U_{\text{mod}}$, 0 V und $-U_{\text{mod}}$. Somit kann die Ausgangsspannung an den Strängen **60-1**, **60-2** und **60-3** in Schritten der Modulspannung U_{mod} von $U_{\text{Str}} = -4 \times U_{\text{mod}}$ bis $4 \times U_{\text{mod}}$ eingestellt werden. Dabei kann eine Stufe der Ausgangsspannung mit folgender Anzahl an verschiedenen Schaltzuständen realisiert werden.

$U_{\text{Str}} = -4 U_{\text{mod}}$	\Rightarrow	1 (alle Batteriemodule geben $-U_{\text{mod}}$ aus)
$U_{\text{Str}} = -3 U_{\text{mod}}$	\Rightarrow	4 (drei Module $-U_{\text{mod}}$, ein Modul 0V)
$U_{\text{Str}} = -2 U_{\text{mod}}$	\Rightarrow	10
$U_{\text{Str}} = -U_{\text{mod}}$	\Rightarrow	16
$U_{\text{Str}} = 0\text{V}$	\Rightarrow	19
$U_{\text{Str}} = U_{\text{mod}}$	\Rightarrow	16

- $U_{Str} = 2U_{mod} \Rightarrow 10$
 $U_{Str} = 3U_{mod} \Rightarrow 4$ (drei Module $+U_{mod}$, ein Modul $0V$)
 $U_{Str} = 4U_{mod} \Rightarrow 1$ (alle Batteriemodule geben $+U_{mod}$ aus)

[0054] So ergeben sich zum Beispiel für die angeforderte Batteriestrangausgangsspannung von $2 \times U_{mod}$ mit den Einzelmodulspannungen von $+U_{mod}$ (+), $-U_{mod}$ (-) und $0V$ (0) zehn mögliche Kombinationen:

Modul	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	+	+	0	+	0	0	+	+	+	-
2	+	0	+	0	+	0	+	+	-	+
3	0	+	+	0	0	+	+	-	+	+
4	0	0	0	+	+	+	-	+	+	+

[0055] Somit stehen außer bei den Ausgangsspannungen $-4U_{mod}$ und $4U_{mod}$ jeweils mehrere gleichwertige, redundante Schaltzustände zur Verfügung, um den Strom I , der aus dem Strang **60-1**, **60-2** **60-3** hinaus oder in ihn hinein fließt, durch bestimmte Module **50** fließen zu lassen.

[0056] Die Potenzialdifferenz zwischen den Anschlüssen des Wechselrichters kann auch hier durch unterschiedliche Ausgangsspannungen an den Strängen **60-1**, **60-2**, **60-3** erzielt werden. Wenn der Schaltzustand des gesamten Umrichters durch ein Zahlentripel beschrieben wird, wobei die erste Zahl den Schaltzustand des ersten Stranges **60-1**, die zweite Zahl den des zweiten Stranges **60-2** und die dritte Zahl den des dritten Stranges **60-3** beschreibt und die Zahlen angeben, das Wievielfache der Modulspannung U_{mod} an den Klemmen des jeweiligen Stranges **60-1**, **60-2**, **60-3** anliegt, dann sind folgende Zustände in der Potenzialdifferenz identisch: 344 und 233 und 122 und 011 sowie -100 und -2-1-1 und -3-2-2 und -4-3-3. Über die Auswahl eines der gleichwertigen Schaltzustände des Umrichters kann wiederum der Stromfluss in diesem Zweig auf bestimmte Module verteilt werden.

[0057] Für die Beeinflussung der Zustände der Batterie gelten dieselben Regeln wie im ersten Ausführungsbeispiel beschrieben. Lediglich für die Beeinflussung des Ladezustandes wird die Regel abgeändert.

[0058] Die Auswahl der Module **50** hängt von der Richtung des Stromflusses im Strang **60-1**, **60-2**, **60-3** ab, vom Ladezustand SOC und der Modulausgangsspannung $-U_{mod}$ und $+U_{mod}$ ab. Die Stromrichtung und die geforderte Modulausgangsspannung sind der Regelung des Umrichters bekannt.

[0059] Gilt nun:

- $I_{str} > 0$ und $U_{Str} > 0$, werden die Module **50** an der Stromführung beteiligt, die momentan den höchsten Ladezustand haben, also mit abfallendem Ladezustand;
- $I_{str} < 0$ und $U_{Str} > 0$, werden die Module **50** an der Stromführung beteiligt, die momentan den kleinsten Ladezustand haben, also mit ansteigendem Ladezustand;
- $I_{str} < 0$ und $U_{Str} < 0$, werden die Module **50** an der Stromführung beteiligt, die momentan den höchsten Ladezustand haben, also mit abfallendem Ladezustand;
- $I_{str} > 0$ und $U_{Str} < 0$, werden die Module **50** an der Stromführung beteiligt, die momentan den kleinsten Ladezustand haben, also mit ansteigendem Ladezustand.

[0060] Es wird dabei lediglich bevorzugt und nicht beschränkend mit dem jeweils kleinsten oder größten Ladezustand begonnen. Wie im ersten Ausführungsbeispiel angeführt, können auch Ladezustandsbereiche definiert werden und diesen Bereichen eine gewisse Auswahlwahrscheinlichkeit zugewiesen werden. Dann muss nicht jedes Mal die Reihenfolge der Batteriemodule **50** nach Ladezustand bestimmt werden.

[0061] Alle anderen Batteriekenngrößen können wie im ersten Ausführungsbeispiel ausgewählt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung einer Batterie umfassend mindestens einen Batteriemodulstrang (**60**) bestehend aus einer Mehrzahl von miteinander gekoppelten Batteriemodulen (**50**), wobei ein Batteriemodul (**50**) eine Koppereinheit (**30**) aufweist, die so ausgebildet ist, dass eine positive Batteriemodulspannung (U_{mod}) und eine

Spannung von 0 V vom Batteriemodul (50) wahlweise ausgebar sind, wobei das Verfahren folgende Schritte umfasst:

- Anfordern einer bereitzustellenden Batterie- oder Batteriestrangausgangsspannung (S1);
- Bestimmen einer Anzahl von Batteriemodulen (50), die zur Bereitstellung der angeforderte Ausgangsspannung benötigt werden (S2);
- Auswahl von Batteriemodulen (50) bis die benötigte Anzahl von Batteriemodulen (50) erreicht ist in Abhängigkeit mindestens einer der folgenden Batteriekenngrößen (S3):
- dem Ladezustand (S3.1),
- der Temperatur (S3.2),
- der Alterung (S3.3),
- der Lebensdauer (S3.4);
- Bereitstellen der angeforderten Batterie- oder Batteriestrangausgangsspannung (S4).

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei im Schritt (S3) der Auswahl von Batteriemodulen (50) die benötigten Batteriemodule (50) zeitlich sequentiell ausgewählt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Schritt (S3) der Auswahl von Batteriemodulen (50) folgenden Schritt umfasst:

- wenn der Strom aus der Batterie oder dem Batteriestrang einen Wert von größer Null aufweist, Auswahl von Batteriemodulen (50) mit hohem Ladezustand (SOC) mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule (50) mit niedrigem Ladezustand (SOC);
- wenn der Strom aus der Batterie oder dem Batteriestrang einen Wert von kleiner Null aufweist, Auswahl von Batteriemodulen (50) mit niedrigem Ladezustand (SOC) mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule (50) mit hohem Ladezustand (SOC).

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Schritt (S3) der Auswahl von Batteriemodulen (50) Batteriemodule (50) mit einer kleinen Temperatur mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule (50) mit einer großen Temperatur ausgewählt werden.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei Schritt (S3) der Auswahl von Batteriemodulen (50) Batteriemodule (50) mit hohem State-of-Health (SOH) mit höherer Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule (50) mit niedrigerem State-of-Health (SOH) ausgewählt werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine Koppereinheit (30) einen ersten Eingang (31), einen zweiten Eingang (32), einen ersten Ausgang (33) und einen zweiten Ausgang (34) umfasst, wobei die Koppereinheit (30) ausgebildet ist, in einem ersten Schaltzustand auf ein erstes Steuersignal hin den ersten Eingang (31) mit dem ersten Ausgang (33) und den zweiten Eingang (32) mit dem zweiten Ausgang (34) zu verbinden und in einem zweiten Schaltzustand auf ein zweites Steuersignal hin den ersten Ausgang (33) mit dem zweiten Ausgang (34) zu verbinden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei der Schritt (S2) des Bestimmens der Anzahl von Batteriemodulen (50) den Schritt des Bestimmens von Kombinationen von Schaltzuständen der Koppereinheiten (30) der Batteriemodule (50) umfasst, mit denen die angeforderte Batterieausgangsspannung erreichbar ist, und der Schritt (S3) der Auswahl von Batteriemodulen (50) den Schritt der Auswahl einer Kombination aus den zuvor bestimmten Kombinationen von Schaltzuständen der Koppereinheiten (30) von Batteriemodulen (50) in Abhängigkeit mindestens einer der besagten Batteriekenngrößen erfolgt.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei im Schritt (S3) der Auswahl der Batteriemodule (50) die Anzahl der ausgewählten Batteriemodule (50) minimal ist.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Batteriemodul (50) eine Koppereinheit (30) aufweist, die so ausgebildet ist, dass eine positive Batteriemodulspannung ($+U_{\text{mod}}$), eine negative Batteriemodulspannung ($-U_{\text{mod}}$) und eine Spannung von 0 V vom Batteriemodul (50) ausgebar ist, und der Schritt (S3) der Auswahl der Batteriemodule (50) ferner umfasst:

- wenn der Strom aus der Batterie oder dem mindestens einen Batteriemodulstrang (60) einen Wert von größer Null zur Erlangung einer positiven Batterie- oder Strangausgangsspannung (U_{str}) aufweist, Auswahl der Batteriemodule (50) mit hohem Ladezustand (SOC) mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule (50) mit niedrigem Ladezustand,
- wenn der Strom aus der Batterie oder dem mindestens einen Batteriemodulstrang (60) einen Wert von kleiner Null zur Erlangung einer positiven batterie- oder Strangausgangsspannung (U_{str}) aufweist, Auswahl der Bat-

teriemodule (50) mit niedrigem Ladezustand (SOC) mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule (50) mit hohem Ladezustand (SOC),

- wenn der Strom aus der Batterie oder dem mindestens einen Batteriemodulstrang (60) einen Wert kleiner Null zur Erlangung einer negativen Batterie- oder Strangausgangsspannung (U_{str}) aufweist, Auswahl der Batteriemodule (50) mit hohem Ladezustand (SOC) mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule (50) mit niedrigem Ladezustand, und
- wenn der Strom aus der Batterie oder dem mindestens einen Batteriemodulstrang (60) einen Wert größer Null zur Erlangung einer negativen Batterie- oder Strangausgangsspannung (U_{str}) aufweist, Auswahl der Batteriemodule (50) mit niedrigem Ladezustand (SOC) mit einer höheren Wahrscheinlichkeit als Batteriemodule (50) mit hohem Ladezustand.

10. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Batterie eine Mehrzahl von Batteriemodulsträngen (60) umfasst und die Differenz der Batteriemodulstränge (60) zwischen zwei Strängen die angeforderte Batterieausgangsspannung definiert und die Auswahl der Differenz zwischen den Batteriemodulsträngen (60) in Abhängigkeit von mindestens einer der besagten Batteriekenngößen erfolgt.

11. Batterie umfassend mindestens einen Batteriemodulstrang (60) bestehend aus einer Mehrzahl von miteinander gekoppelten Batteriemodulen (50), wobei jedes Batteriemodul (50) eine Koppereinheit (30) aufweist, und jede Koppereinheit (30) so ausgebildet ist, dass eine positive Batteriemodulspannung ($+U_{mod}$), eine negative Batteriemodulspannung ($-U_{mod}$) und eine Spannung von 0 V, oder eine positive Batteriemodulspannung ($+U_{mod}$) und eine Spannung von 0 V vom Batteriemodul (50) ausgebar ist, wobei die Batterie dazu ausgebildet ist, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10 auszuführen.

12. Ein Kraftfahrzeug mit einem elektrischen Antriebsmotor (13) zum Antreiben des Kraftfahrzeuges und einer mit dem elektrischen Antriebsmotor (13) verbundenen Batterie gemäß Anspruch 11.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

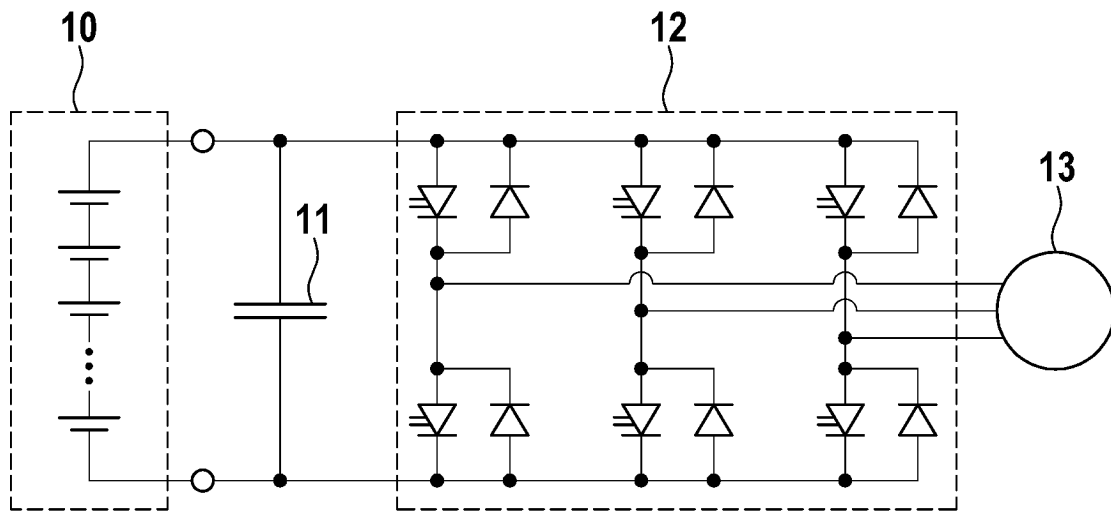


Fig. 2

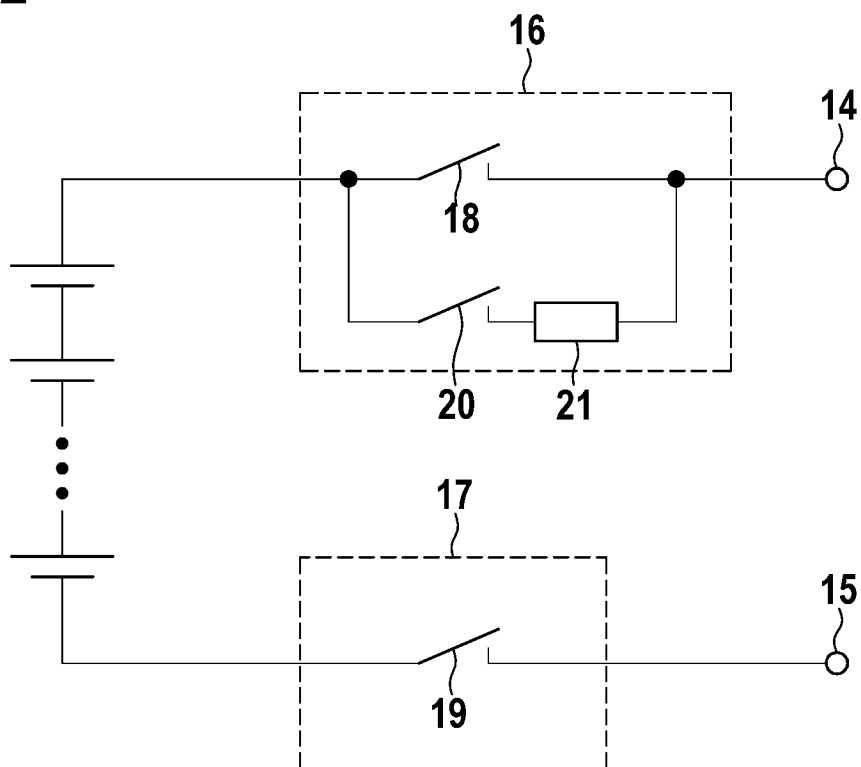


Fig. 3

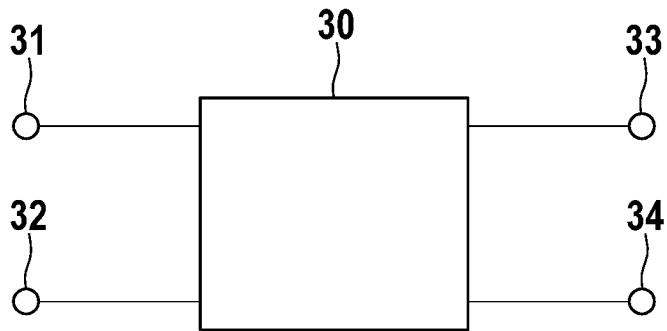


Fig. 4

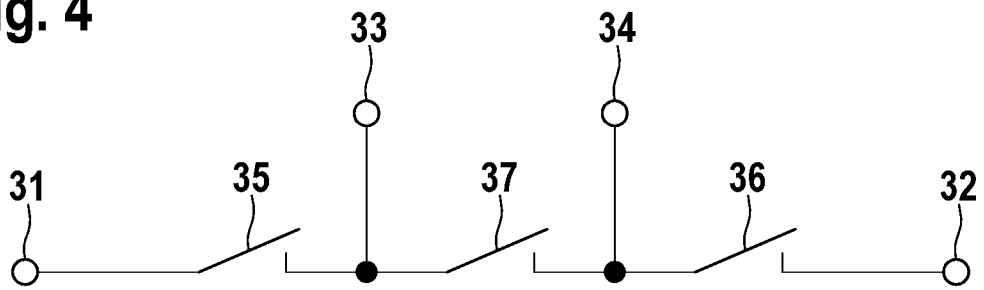


Fig. 5

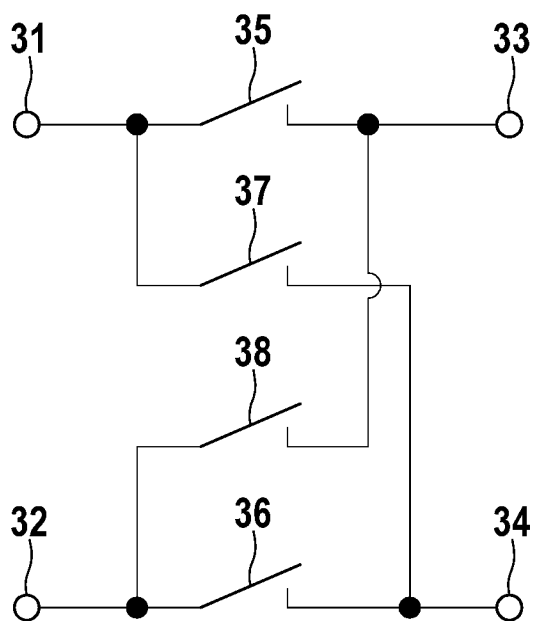


Fig. 6

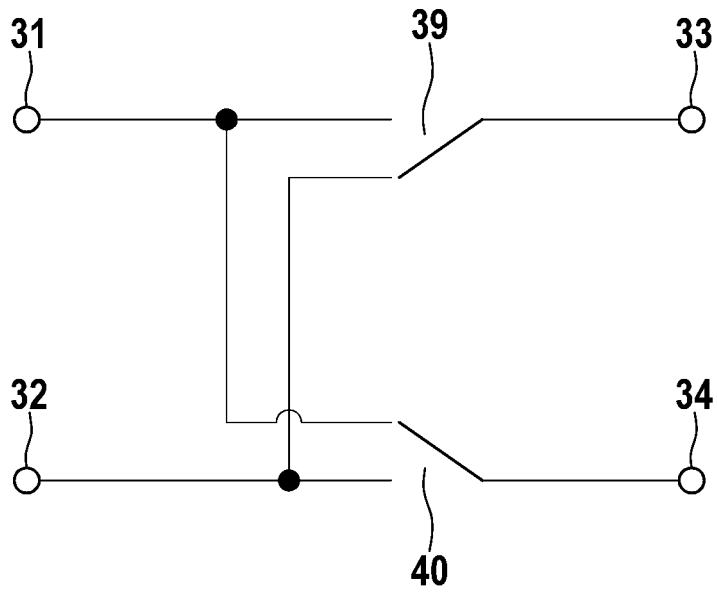


Fig. 7

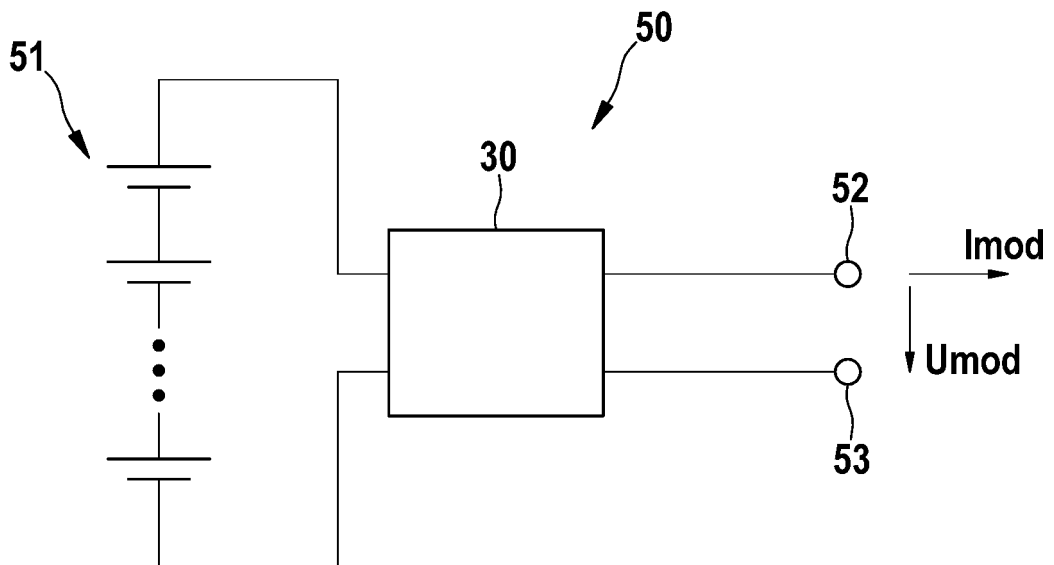


Fig. 8

