



(10) **DE 10 2010 030 885 A1** 2012.01.05

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2010 030 885.4**
(22) Anmeldetag: **02.07.2010**
(43) Offenlegungstag: **05.01.2012**

(51) Int Cl.: **H01M 10/44 (2006.01)**
B60L 11/18 (2006.01)
H02J 7/00 (2006.01)

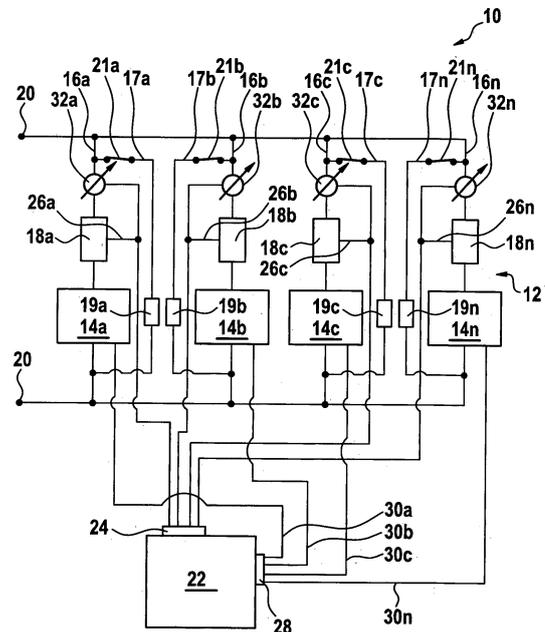
(71) Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
Schmidt, Alexander, 78166, Donaueschingen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Steuern der Energieversorgung eines Elektromotors**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Energieversorgung eines Elektromotors, insbesondere des Elektromotors eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs, wobei eine Steuereinrichtung (22) die Energieversorgung des Elektromotors durch einen Energiespeicher (12) steuert, und wobei der Energiespeicher (12) eine Mehrzahl von Modulen (14) umfasst, die durch mehrmaliges Laden und/oder Entladen belastet werden und durch die Belastung einen Alterungsprozess durchlaufen. Um die Lebensdauer des Energiespeichers (12) von der Lebensdauer beispielsweise eines Fahrzeugs zu entkoppeln, steuert die Steuereinrichtung (22) das Laden und/oder Entladen wenigstens zweier Module derart unterschiedlich, dass diese Module eine Belastungsdifferenz aufweisen, um den Alterungsprozess des weniger belasteten Moduls selektiv zu verringern.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Energieversorgung eines Elektromotors, insbesondere des Elektromotors eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs.

Stand der Technik

[0002] Zur Reduktion der Emission von Kraftfahrzeugen werden derzeit verstärkt Antriebskonzepte für Fahrzeuge mit elektrischem Antrieb, wie etwa reine Elektrofahrzeuge oder Hybrid-elektrische Fahrzeuge (HEV), entwickelt. Der Betrieb von elektrischen Fahrzeugen im Motor- und Generatorbetrieb setzt dabei einen elektrischen Energiespeicher im Fahrzeug voraus.

[0003] Gerade bei Elektrofahrzeugen findet zur Energieversorgung ein häufiges Entladen mit anschließendem erneuten Laden der Energiespeicher statt. Durch das wiederholte Entladen und Laden des Energiespeichers wird dieser belastet und durchläuft nach einem gewissen Zeitraum einen Alterungsprozess, wodurch seine Leistung und Kapazität mit der Zeit abnimmt. Am Ende der Laufzeit kann daher ein deutlicher Leistungs- und Kapazitätsabfall zu verzeichnen sein, was einen kostspieligen Austausch des Energiespeichers notwendig macht.

[0004] Aus EP 0 913 288 B1 ist deshalb ein Verfahren bekannt, um die Ladekapazität von Antriebsbatterie-Modulen eines elektrischen Hybridfahrzeugs aufrecht zu erhalten. Dabei wird der Energiespeicher bei stehendem Fahrzeug beziehungsweise ausgeschalteter Zündung gewartet, indem allein ein einziges Modul voll aufgeladen und anschließend teilentladen wird.

Offenbarung der Erfindung

[0005] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Steuern der Energieversorgung eines Elektromotors, insbesondere des Elektromotors eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs, wobei eine Steuereinrichtung die Energieversorgung des Elektromotors durch einen Energiespeicher steuert, und wobei der Energiespeicher eine Mehrzahl von Modulen umfasst, die durch mehrmaliges Laden und/oder Entladen belastet werden und durch die Belastung einen Alterungsprozess durchlaufen. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Steuereinrichtung das Laden und/oder Entladen wenigstens zweier Module derart unterschiedlich steuert, dass diese Module eine Belastungsdifferenz aufweisen, um den Alterungsprozess des weniger belasteten Moduls selektiv zu verringern.

[0006] Der Elektromotor wird erfindungsgemäß durch einen Energiespeicher mit Energie versorgt,

der aus einer Mehrzahl von Modulen aufgebaut ist. Dadurch, dass die Steuereinrichtung das Laden und/oder Entladen wenigstens zweier Module derart unterschiedlich steuert, dass diese Module eine Belastungsdifferenz aufweisen, um den Alterungsprozess des weniger belasteten Moduls selektiv zu verringern, wird es möglich, auf die Lebensdauer einzelner Module oder einer Gruppe von Modulen selektiv Einfluss zu nehmen.

[0007] Denn neben dem sogenannten kalendarischen Altern von Energiespeichern, das schon bei bloßer Lagerung und ohne Betrieb auftritt, altern Energiespeicher insbesondere durch die Belastung eines vermehrten Ladens beziehungsweise Entladens. Erfindungsgemäß durchlaufen die Module einen unterschiedlich starken Alterungsprozess, was bedeutet, dass wenigstens ein Modul schwächer altert als die weiteren Module. In anderen Worten steuert die Steuereinrichtung die Module selektiv derart an, dass der Alterungsverlauf einzelner oder mehrerer Module selektiv verringert wird, wohingegen andere Module verstärkt belastet werden können. Auf diese Weise wird eine Streuung im Alterungsverlauf der Module erzielt. Der Austausch einzelner Module oder einer Gruppe von Modulen wird so früher notwendig, als der Austausch anderer Module.

[0008] Erfindungsgemäß ist daher ein kontinuierlicher Austausch einzelner oder mehrerer Module möglich und notwendig. Die stärker belasteten Module beziehungsweise das stärker belastete Modul kann so beispielsweise im Rahmen eines jährlichen Service-Intervalls zu akzeptablen Kosten ausgetauscht werden. Ferner entfällt die Notwendigkeit, zu einem bestimmten Zeitpunkt den gesamten Energiespeicher zu ersetzen, da ein herkömmlicher Energiespeicher die typische Lebensdauer eines Fahrzeugs, etwa zehn bis fünfzehn Jahre, beziehungsweise mehrere hunderttausend Kilometer, nicht erreicht. Der vergleichsweise kostengünstige Austausch einzelner oder weniger Module ist so auch in einem fortgeschrittenen Alter des Fahrzeugs problemlos durchführbar und dabei wirtschaftlich sinnvoll. Dadurch kann die wirtschaftliche Lebensdauer eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs von der Lebensdauer des Gesamt-Energiespeichers entkoppelt und so deutlich verlängert werden.

[0009] Darüber hinaus wird durch einen selektiv gesteuerten Alterungsprozess einzelner Module ein starker Leistungsabfall des Gesamtenergiespeichers zu einem bestimmten Zeitpunkt vermieden. Vielmehr ist der Verschleiß der einzelnen Module stets zeitlich versetzt, so dass im Mittel zu jeder Zeit ein vergleichbarer Verschleiß und damit ein stetig gleichbleibendes Leistungsvermögen vorhanden ist.

[0010] Durch einen erfindungsgemäß notwendigen sukzessiven Austausch einzelner Module wird es fer-

ner möglich, den Energiespeicher laufend an den aktuellen Entwicklungsstand der Module anzupassen, indem stets ein älteres Modul gegen ein neues, aktuelles Modul ausgetauscht wird. Es können somit verschiedene Zellchemien beziehungsweise verschiedene Zellgenerationen in einem Energiespeicher kombiniert werden.

[0011] Dabei ist es nicht notwendig, genau auf den entsprechenden Energiespeicher angepasste Einzelmodule zu verwenden. Vielmehr ist eine herstellerübergreifende Normung der konstruktiven Ausprägung der Einzelmodule denkbar. Das bringt eine Reduzierung der Herstellungskosten mit sich, die die Einzelmodule an sich wie auch die Energiespeicher als Ganzes kostengünstiger gestalten. Dadurch kann die Akzeptanz der elektrisch angetriebenen Fahrzeuge auf dem Markt verbessert werden.

[0012] Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass ein aufwändiges Balancieren der einzelnen Zellen als Bestandteile der Module im Betrieb entfallen kann. Ein Balancieren der Zellen meint hier das Ausgleichen des Ladezustands und damit auch der Ruhe-Klemmenspannung einzelner Zellen zueinander. Dies erfolgt gemäß dem Stand der Technik im allgemeinen vor dem Verschalten bei der Produktion und gegebenenfalls während des Betriebs, um unterschiedliche Alterungseffekte der Zellen zu kompensieren.

[0013] Darüber hinaus kann auf diese Weise der Alterungsprozess der einzelnen Module ohne zusätzliche Arbeitsschritte bei der gewünschten Verwendung durchgeführt werden. Der Endanwender merkt dieses somit nicht, sondern die Steuereinrichtung steuert lediglich die Quelle der benötigten Energie, wenn sie im Rahmen der Verwendung des Elektromotors ohnehin benötigt wird.

[0014] Unter einer Belastungsdifferenz im Rahmen der Erfindung wird hier die Differenz der durch die Module fließenden Ströme verstanden. Dabei kann eine Belastungsdifferenz sowohl die Dauer einer (Ent-)Ladung, aber auch ihre Stärke umfassen. Dabei bezieht sich die Größe der Belastungsdifferenz auf den Mittelwert, der bei einer vollständigen (Ent-)Ladung auftritt. Denn kurzzeitig sind je nach Stromanforderung des Elektromotors auch Belastungsdifferenzen möglich, die deutlich größer oder auch deutlich kleiner sind, wie etwa bei Vollast.

[0015] Im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform sind die Module jeweils in einem Modulpfad angeordnet und parallel geschaltet. Das ist eine besonders zweckmäßige und einfache Anordnung, um die Module unterschiedlich anzusteuern. In diesem Fall sollte jedes der Module eine ausreichende Spannung bereitstellen. Geeignete Spannungswerte liegen insbesondere in einem Bereich von 400 V. Dies kann

durch den Aufbau der Module aus einzelnen Zellen realisiert werden, wobei beispielsweise 100 Zellen mit einer jeweiligen Spannung von 4 V seriell in jedem Modul geschaltet werden. In diesem Fall können die parallel geschalteten Module eine ausreichende Stromstärke beziehungsweise eine ausreichende elektrische Leistung liefern, um den Elektromotor anzutreiben. Geeignete Leistungen liegen insbesondere bei 20 bis 500 kW.

[0016] Im Rahmen einer weiteren Ausführungsform wird das unterschiedliche Laden und/oder Entladen der wenigstens zwei Module durch das Einstellen eines Widerstandswerts wenigstens eines variablen in dem Modulpfad angeordneten Widerstands gesteuert. Dies ist eine besonders einfache und wirkungsvolle Möglichkeit, die Module unterschiedlich zu belasten. Durch das Einstellen des Widerstandswerts wenigstens eines variablen Widerstands kann der Stromfluss durch einzelne Modulpfade selektiv vergrößert oder verkleinert werden, so dass das Laden und/oder Entladen einzelner Module exakt steuerbar ist. Besonders bevorzugt wird der Widerstandswert derart eingestellt, dass eine Belastungsdifferenz einen Wert von 20% nicht überschreitet. Insbesondere liegt die Belastungsdifferenz in einem Bereich von $\geq 10\%$ bis $\leq 20\%$.

[0017] Ein weiterer Vorteil der Verwendung von variablen Widerständen besteht darin, dass diese Widerstände gleichermaßen dazu verwendet werden können, eventuell unterschiedliche Spannungsniveaus der einzelnen Module durch einen unterschiedlichen Widerstandswert auszugleichen. Das erfindungsgemäße Verfahren ist so sehr flexibel einsetzbar.

[0018] Darüber hinaus kommt den Widerständen eine Sicherheitsfunktion zu. Sollte in einem der Module ein Kurzschluss entstehen, kann durch eine entsprechende Regelung des Widerstands eine Unterbrechung des Stromflusses in dem jeweiligen Modulpfad erreicht werden. Dadurch kann wirksam verhindert werden, dass die weiteren Module ihre Leistung in den Kurzschluss-Modulpfad schieben und damit einen sicherheitskritischen Zustand herbeiführen.

[0019] Auf jeden Fall kann die durch die Widerstände erzeugte Wärme dazu verwendet werden, den Kaltstart des Energiespeichers zu verbessern, indem der Energiespeicher beziehungsweise die jeweiligen Module durch die in dem Widerstand erzeugte Hitze erwärmt werden.

[0020] Im Rahmen einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung wird das unterschiedliche Laden und/oder Entladen der wenigstens zwei Module durch jeweils einen in dem Modulpfad angeordneten Strommesser und/oder durch eine Spannungsmessung in den Modulen durch die

Steuereinrichtung überprüft. Dadurch kann auf eventuelle Störeinflüsse, die das unterschiedliche Laden und/oder Entladen beeinflussen, sofort reagiert werden. Es kann so vorzugsweise ein Regelkreis ausgebildet werden, der eine selektive Belastung wie gewünscht durchführt. Es ist somit besonders bevorzugt, wenn auf Basis von Daten einer Strom- und/oder einer Spannungsmessung der Widerstandswert nachgeregelt wird.

[0021] Im Rahmen einer weiteren Ausführungsform berücksichtigt die Steuereinrichtung den unterschiedlichen Alterungszustand der einzelnen Module bei der Ausbildung der Belastungsdifferenz. Dadurch kann bei der Auswahl der Belastung der zu belastenden Module oder des zu belastenden Moduls der tatsächliche Alterungszustand einbezogen werden. Fehler, die bei einem unverhältnismäßig starken und unvorhergesehenen Alter einzelner Module auftreten und so den gezielten Alterungsvorgang stören, können so vermieden werden. Auf diese Weise steuert die Steuereinrichtung die Belastung der einzelnen Module nicht ausschließlich strikt nach einem vorbestimmten Muster, sondern kann vielmehr auf den tatsächlichen Alterungszustand der einzelnen Module reagieren. Dies kann beispielsweise wichtig sein, wenn ein Modul schneller oder langsamer altert, als ursprünglich angenommen und gewollt, was etwa durch einen Fehler in dem elektrischen System oder auch durch Herstellungsfehler oder Beschädigungen der einzelnen Module oder des Gesamt-Energiespeichers hervorgerufen werden kann.

[0022] Dabei ist es vorteilhaft, wenn die Steuereinrichtung Daten bezüglich der Spannung, der Temperatur und/oder des Stroms der Module auswertet, und dabei insbesondere die Kapazität und/oder den Innenwiderstand der Module berechnet, um den Alterungszustand der Module zu berücksichtigen. Mit diesen Daten können besonders verlässliche Rückschlüsse auf den Alterungszustand der einzelnen Module gezogen werden.

[0023] Im Rahmen einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung werden Module verwendet, die die gleiche Nennspannung aufweisen. Die Nennspannung bedeutet hier die mittlere Spannung eines Moduls während einer Konstant-Strom-Entladung, insbesondere innerhalb einer Dauer von 1–3 Stunden, und ist eine charakteristische Größe für ein Modul beziehungsweise für seine Zellchemie. Auf diese Weise dienen die vorzugsweise vorgesehenen Widerstände grundsätzlich lediglich zum Durchführen des selektiven Belastens beziehungsweise Alterns. Insbesondere sind die einzelnen Module dabei konstruktiv identisch. Dadurch wird ein besonders einfacher Aufbau des Energiespeichers und damit des elektrischen Systems möglich.

[0024] Die Erfindung betrifft ferner ein elektrisches System, insbesondere ein elektrisches System zum Steuern der Energieversorgung eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs, umfassend einen Energiespeicher, insbesondere zum Antreiben eines Elektromotors eines Fahrzeugs, wobei der Energiespeicher eine Mehrzahl von lösbar befestigten und parallel geschalteten in jeweils einem Modulpfad angeordneten Modulen umfasst, wobei jeweils in dem Modulpfad ein Widerstand mit variabel einstellbarem Widerstandswert angeordnet ist, und umfassend eine Steuereinrichtung, die geeignet ist, den Widerstandswert gezielt einzustellen.

[0025] Mit einem derartigen elektrischen System kann das erfindungsgemäße Verfahren in besonders geeigneter Weise durchgeführt werden, was zu den mit Bezug zu dem erfindungsgemäßen Verfahren genannten Vorteilen führt.

[0026] Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Gegenstände werden durch die Zeichnungen veranschaulicht und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Dabei ist zu beachten, dass die Zeichnungen nur beschreibenden Charakter haben und nicht dazu gedacht sind, die Erfindung in irgendeiner Form einzuschränken. Es zeigen

[0027] [Fig. 1](#) ein erfindungsgemäßes elektrisches System zum Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens;

[0028] [Fig. 2](#) eine teilweise aufgeschnittene Ansicht eines Moduls für einen erfindungsgemäß verwendbaren Energiespeicher.

[0029] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern der Energieversorgung eines Elektromotors. Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein elektrisches System **10**, mit dem die Energieversorgung eines Elektromotors, insbesondere des Elektromotors eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs, gesteuert wird.

[0030] In [Fig. 1](#) ist ein erfindungsgemäßes elektrisches System **10** zum Versorgen eines Elektromotors mit Energie gezeigt. Das elektrische System **10** ist für jegliche Art von Elektromotor nutzbar. Im Folgenden wird es jedoch in nicht beschränkender Weise für den Elektromotor eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs beschrieben. Folglich ist das erfindungsgemäße System **10** vorzugsweise in einem Fahrzeug angeordnet, das zumindest zeitweise zumindest einen Teil des Antriebsmoments über wenigstens einen Elektromotor bezieht, und dient dazu, das Fahrzeug anzutreiben. Dabei kann dieses Fahrzeug beispielsweise sowohl ein reines Elektrofahrzeug sein, als auch ein Hybrid-elektrisches Fahrzeug (HEV).

[0031] Das elektrische System **10** umfasst einen elektrischen Energiespeicher **12**. Der elektrische Energiespeicher **12** ist insbesondere eine Traktionsbatterie beziehungsweise ein Akkumulator, der durch ein Entladen den Elektromotor mit Energie versorgt. Gleichzeitig kann der Energiespeicher, etwa durch beim Bremsen gewonnene Energie, wieder aufgeladen werden. Der Energiespeicher **12** dient daher zum Antreiben eines Elektromotors und insbesondere zum Antreiben eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs und umfasst eine Mehrzahl von Modulen **14**. Gemäß [Fig. 1](#) umfasst der Energiespeicher vier Module **14a–n**. Diese Anzahl ist jedoch nicht beschränkend, vielmehr sind auch mehr oder weniger Module **14** in dem elektrischen System **10** möglich. Die Module **14** sind lösbar beispielsweise an einem Grundträger und/oder aneinander befestigt und somit problemlos austauschbar. Die Module **14** befinden sich vorzugsweise jeweils in einem Modulpfad **16**, wobei die einzelnen Modulpfade **16a–n** vorzugsweise parallel geschaltet sind, wie dies in [Fig. 1](#) gezeigt ist.

[0032] Die Module **14a–n** weisen vorzugsweise die gleiche Nennspannung auf. Diese Nennspannung oder Klemmenspannung der Module **14** ist ausreichend für die Versorgung des Elektromotors. Vorzugsweise liegt die Nennspannung der Module **14** in einem Bereich von $\geq 12\text{ V}$ bis $\leq 1500\text{ V}$, insbesondere bei 400 V . Durch das Parallelschalten einer Mehrzahl von Modulen **14a–n** kann eine ausreichend große Stromstärke beziehungsweise eine ausreichende elektrische Leistung bereit gestellt werden. Geeignete Leistungswerte, die erreicht werden sollten, liegen in einem zu einem Verbrennungsmotor vergleichbaren Bereich, beispielsweise in einem Bereich von $20\text{--}500\text{ kW}$, wobei ferner eine Reichweite von wenigstens 100 km vorteilhaft ist.

[0033] Darüber hinaus ist in den Modulpfaden **16a–n** vorzugsweise jeweils ein variabler Widerstand **18a–n** vorgesehen, bei dem Widerstandswerte variabel einstellbar sind, um die Module **14a–n** selektiv zu belasten, beziehungsweise ein verstärktes Altern hervorzurufen, wie dies später erläutert wird.

[0034] Um den Energiespeicher **12** mit dem Elektromotor zu verbinden, ist ein Leistungsanschluss **20** vorgesehen. Über den Leistungsanschluss **20** ist der Energiespeicher **12** insbesondere mit dem Bordnetz eines Fahrzeugs verbindbar. Unter dem Bordnetz eines Fahrzeugs wird hier das Netz verstanden über welches der Elektromotor mit Energie versorgt wird. Gegebenenfalls kann insbesondere in Abhängigkeit der Bauart des Elektromotors eine Leistungselektronik vorgesehen sein, die den durch den Energiespeicher **12** erzeugten Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt.

[0035] Das elektrische System **10** umfasst ferner eine Steuereinrichtung **22**, die die Energieversorgung

des Elektromotors durch den Energiespeicher **12** steuert. Die Steuereinrichtung **22** wird daher auch als Battery Management System bezeichnet und regelt in Antwort auf eine Stromanforderung die Versorgung eines Verbrauchers, wie etwa des Bordsystems eines Fahrzeugs, mit Strom beziehungsweise mit elektrischer Leistung. Um die Energieversorgung des Elektromotors zu steuern, weist die Steuereinrichtung **22** einen Steueranschluss **24** auf, über den die Steuereinrichtung **22** mit den variablen Widerständen **18** verbunden ist. Die Verbindung zwischen Steueranschluss **24** und variablem Widerstand **18** wird zweckmäßigerweise durch einen Steuerpfad **26** hergestellt.

[0036] Um die Lebensdauer der einzelnen Module **14a–n** selektiv zu steuern und damit die Lebensdauer des Energiespeichers von der des Fahrzeugs zu entkoppeln, kann die Steuereinrichtung **22** das Laden und/oder Entladen wenigstens zweier Module **14a–n** derart unterschiedlich steuern, dass diese Module **14a–n** eine Belastungsdifferenz aufweisen, um den Alterungsprozess des weniger belasteten Moduls selektiv zu verringern. Dies ist beispielsweise möglich, indem die Steuereinrichtung **22** die variablen Widerstände **18a–n** ansteuert, wobei sie die Widerstandswerte der Widerstände **18a–n** selektiv einstellt.

[0037] Wird beispielsweise der Widerstandswert des Widerstands **18a** sehr niedrig eingestellt, wohingegen die Widerstandswerte der Widerstände **18b–n** sehr hoch eingestellt sind, kann durch den Modulpfad **16a** ein vergleichsweise hoher Laststrom fließen, wohingegen der Stromfluss des Laststroms durch die Modulpfade **16b–n** beschränkt ist. Dadurch wird das Modul **14a** vergleichsweise stark entladen und auf diese Weise stärker belastet, wohingegen die Module **14b–n** geschont werden. Die Widerstandswerte sind vorzugsweise einstellbar zwischen 0 Ohm und einem Wert, der den Stromfluss unterbricht, und hier als unendlich bezeichnet wird. Insbesondere sind die Widerstandswerte derart einzustellen, dass sich eine Belastungsdifferenz von im Mittel weniger als 20% ergibt.

[0038] Alternativ ist es insbesondere bei einem entladenen Modul **14a** möglich, den Widerstandswert des Widerstands **18a** vergleichsweise hoch, insbesondere auf unendlich zu stellen, so dass ein Stromfluss des Laststroms hier unterbrochen wird. Auf diese Weise wird es möglich, das Modul **14a** praktisch nicht aufzuladen oder zu entladen, wodurch ein weiterer (Ent-)Ladevorgang im Gebrauch nicht möglich ist. Durch ein derartiges wiederholtes selektives Auslassen zumindest eines Teils eines (Ent-)Ladevorgangs wenigstens eines Moduls **14a** kann dieses im Vergleich zu anderen Modulen **14b–n** geschont werden, wohingegen die weiteren Module **14b–n** hier stärker belastet werden beziehungsweise stärker altern. Dies ist selbstverständlich neben dem Einstellen eines variablen Widerstands **18a** durch ein Unterbre-

chen des entsprechenden Modulpfads **16a** durch einen Schalter möglich.

[0039] Dabei ist es selbstverständlich möglich, nur einzelne Module **14a** selektiv stark oder schwach zu belasten, oder auch eine vorbestimmte Gruppe von Modulen **14a–n**. Darüber hinaus ist die Stärke der Belastung beziehungsweise der Grad der unterschiedlichen Belastung frei wählbar. Somit ist es möglich, den Alterungsprozess einzelner Module **14a** oder einer Gruppe von Modulen **14b–n** frei zu wählen. Insgesamt müssen jedoch wenigstens zwei Module eine Belastungsdifferenz aufweisen.

[0040] Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es dabei möglich, dass das selektive Belasten der Module **14a–n** durch die Steuereinrichtung nach einem vorbestimmten Muster abläuft, um einen vorbestimmten Alterungsverlauf der einzelnen Module **14a–n** und damit eine Lebensdauer mit einer vorbestimmten und gewünschten Streuung zu erreichen.

[0041] Um jedoch den gewünschten Alterungsverlauf der Module **14** sicher einhalten zu können, weist die Steuereinrichtung **22** einen Datenanschluss **28** auf. Über den Datenanschluss **28** beziehungsweise über Datenpfade **30a–n** ist die Steuereinrichtung **22** mit den Modulen **14a–n** verbunden. Die Steuereinrichtung **22** kann so Informationen über Spannung und Temperatur der einzelnen Module **14a–n** erhalten und daraus beispielsweise Größen wie den Innenwiderstand und/oder die Kapazität ableiten, wodurch mit Bezug auf den Alterungszustand der Module **14** geeignete Daten erhalten werden. Die Steuereinrichtung **22** umfasst daher zweckmäßigerweise eine Auswerteinheit, die aus Stromdaten, Spannungsdaten, Temperaturinformationen und/oder Innenwiderstand und Kapazität der noch ungealterten Module den Alterungszustand der Module berechnet. Dies kann beispielsweise nach einem vorgegebenen Muster erfolgen, das in der Steuereinrichtung **22**, insbesondere in Abhängigkeit des Bautyps des Moduls, hinterlegt ist. So kann die Steuereinrichtung **22** den tatsächlichen Alterungszustand der einzelnen Module **14a–n** bei der Ansteuerung der Widerstände **18a–n** berücksichtigen und beispielsweise auf ein verhältnismäßig schnelles und/oder ungewünscht schnelles Altern reagieren. Altert ein Modul **14a** zu schnell, kann die Steuereinrichtung **22** dieses Modul **14a** in der Folge stärker belasten, so dass diese einen verstärkten Alterungsprozess durchlaufen, oder auch schonen, um den Alterungsverlauf zu verlangsamen. Die gewünschte Streuung der Lebensdauer der einzelnen Module **14a–n** kann so wie gewünscht und unabhängig von Störeinflüssen eingehalten werden.

[0042] Darüber hinaus kann durch eine Rückkopplung von Steuereinrichtung **22** und Modul **14a–n** dem Benutzer des Energiespeichers, also insbesondere

dem Fahrer des elektrisch angetriebenen Fahrzeugs, angezeigt werden, wenn ein oder mehrere Module **14a–n** einen vorbestimmten Alterungszustand erreicht haben. Dabei kann eine Meldung bei jedem wählbaren Alterungszustand abgegeben werden, so dass der Benutzer auf den bald notwendig werden den Austausch von einem oder mehreren Modulen **14** aufmerksam gemacht wird. Ferner kann dem Benutzer angezeigt werden, wenn ein oder mehrere Module **14a–n** keine ausreichende Leistung und/oder Kapazität mehr zur Verfügung stellen können. Dies kann beispielsweise aufgrund von Alterungseffekten oder bei sonstigen Störfällen auftreten.

[0043] Es ist ferner von Vorteil, wenn in den jeweiligen Modulpfaden **16a–n** Strommessgeräte **32a–n** angeordnet sind. Diese Strommessgeräte **32a–n** können den in dem jeweiligen Modulpfad **16a–n** fließenden Strom messen und so ebenfalls Hinweise zum Alterungszustand der Batterie geben. Darüber hinaus kann aufgrund der Strommessung die Einstellung des Widerstandswertes überprüft werden. Sollten sich so beispielsweise in dem Modulpfad **16** weitere Widerstände gebildet haben oder der Widerstand nicht richtig arbeiten, ist so der Aufbau eines Regelkreises möglich, durch den die Steuereinrichtung **22** die Belastung der Module **14** trotz etwaiger Störeinflüsse konstant hält. Dazu sind die Strommessgeräte **32a–n** zweckmäßigerweise über die Datenpfade **30a–n** oder über separate Datenpfade mit der Steuereinrichtung **22** verbunden.

[0044] Das elektrische System **10** kann darüber hinaus mit den Widerständen **18** vergleichbare variable Widerstände **19** aufweisen, die in einem jeweiligen mit dem Modulpfad **16** verbundenen Parallelpfad **17** angeordnet sind. Diese variablen Widerstände **19** können dazu verwendet werden, die einzelnen Module **14a–n** beziehungsweise deren Zellen zu balancieren, also den Ladezustand beziehungsweise die Klemmenspannung der einzelnen Module **14a–n** zueinander in gewünschter Weise anzugleichen. Während des Balancier Vorgangs ist der zum Modul **14a** in Serie geschaltete Widerstand **18a** vorzugsweise auf seinen maximalen Wert, insbesondere auf unendlich, eingestellt, so dass benachbarte Module **14b–n** von diesem Vorgang ausgeschlossen sind. Zweckmäßigerweise ist in dem Parallelpfad **17** ein Schalter **21** zum Unterbrechen des Stromflusses angeordnet. In einer alternativen Ausgestaltung können die Widerstände **19** auch als kapazitiv oder induktiv wirkende Bauelemente ausgeführt sein, so dass zumindest ein Teil der Balancierungsenergie wieder in das Bordnetz oder in die Module **14** zurückgespeist werden kann.

[0045] In [Fig. 2](#) ist ein beispielhaftes Modul **14** gezeigt, das für ein erfindungsgemäßes elektrisches System **10** beziehungsweise zur Verwendung in einem erfindungsgemäßen Verfahren verwendbar ist.

Das Modul **14** umfasst ein Gehäuse **34**, in dem eine Mehrzahl an funktionalen Einheiten beziehungsweise Zellen **36** angeordnet sind. Aufgrund ihrer im Vergleich zu anderen Batteriesystemen hohen Energiedichte werden für einen erfindungsgmäßigen Einsatz Lithium-Ionen-Zellen favorisiert, wobei jedes Modul **14** vorzugsweise nur eine Zellsorte umfasst.

[0046] Das Modul **14** kann dabei einen Sicherheitsschalter **38** (safety plug) zum sofortigen Spannungsfreischalten aufweisen. Dadurch ist es zum einen möglich, bei einem Fehler in dem elektrischen System **10** und/oder zu Wartungsarbeiten die Spannung des Energiespeichers **12** sofort auf null zu bringen, wodurch ein Gefährdungspotential mit Bezug auf Beschädigungen des elektrischen Systems **10** wie auch Verletzungen von Personen vermindert werden können. Darüber hinaus kann durch einen derartigen Sicherheitsschalter **38** der Austausch einzelner Module **14** vereinfacht werden.

[0047] Um einen Austausch einzelner Module **14** zu erleichtern, weist das Modul **14** insbesondere an seinem Gehäuse **34** eine schnell lösbare Verbindung zum Gesamtspeicher beziehungsweise Energiespeicher **12** auf. Diese Verbindung kann beispielsweise als Steckverbindung oder Schraubverbindung **40** ausgebildet sein, um das Modul **14** beispielsweise an einem Grundträger und/oder an einem anderen Modul **14** zu befestigen.

[0048] Für einen Temperatenausgleich umfasst das Modul **14** ferner einen Eingang **42** sowie einen Ausgang **44** für ein Klimatisierungsfluid. Um das Fluid in dem Modul **14** zu leiten, sind ferner innerhalb des Gehäuses **34** und verbunden mit dem Eingang **42** und dem Ausgang **44** entsprechende Kanäle **46** angeordnet. Insbesondere, um das Einführen des Klimatisierungsfluids zu steuern ist ferner ein Messanschluss **48** für eine Temperaturmessung vorgesehen. In einer alternativen Ausführungsform könnte das Klimatisierungsfluid auch um das Modul **14** herum geleitet werden, wobei das Klimatisierungsfluid dann durch mehrere Kanäle direkt zu der Moduloberfläche geführt werden könnte.

[0049] Insbesondere für eine Verbindung mit der Steuereinrichtung **22** weist das Modul **14** Messanschlüsse **50**, **52** für eine Spannungsmessung auf. Diese werden beispielsweise als sens+ und sens- Anschlüsse bezeichnet. Mit diesen Anschlüssen kann die Spannung gemessen werden und dadurch der einzuregelnde Widerstandswert des Widerstands **18** berechnet werden. Der Widerstand **18** kann dabei innerhalb des Gehäuses **34** angeordnet sein oder auch außerhalb des Gehäuses **34**. Wesentlich ist, dass bei der Verwendung von Widerständen **18** jedem Modulpfad **16** ein Widerstand **18** zugeordnet ist.

[0050] Schließlich weist das Modul zur Leistungsabgabe elektrische Anschlüsse **54**, **56** auf, die mit dem Leistungsanschluss **20** verbunden sind. Auch an diesen Anschlüssen ist eine Spannungsmessung möglich.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 0913288 B1 [[0004](#)]

Patentansprüche

1. Verfahren zum Steuern der Energieversorgung eines Elektromotors, insbesondere des Elektromotors eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs, wobei eine Steuereinrichtung (22) die Energieversorgung des Elektromotors durch einen Energiespeicher (12) steuert, und wobei der Energiespeicher (12) eine Mehrzahl von Modulen (14) umfasst, die durch mehrmaliges Laden und/oder Entladen belastet werden und durch die Belastung einen Alterungsprozess durchlaufen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuereinrichtung (22) das Laden und/oder Entladen wenigstens zweier Module derart unterschiedlich steuert, dass diese Module eine Belastungsdifferenz aufweisen, um den Alterungsprozess des weniger belasteten Moduls selektiv zu verringern.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Module (14) jeweils in einem Modulpfad (16) angeordnet und parallel geschaltet sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das unterschiedliche Laden und/oder Entladen der wenigstens zwei Module (14) durch das Einstellen eines Widerstandswerts wenigstens eines variablen in dem Modulpfad (16) angeordneten Widerstands (18) gesteuert wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Widerstandswert derart eingestellt wird, dass die Belastungsdifferenz einen Wert von 20% nicht überschreitet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das unterschiedliche Laden und/oder Entladen der wenigstens zwei Module (14) durch jeweils einen in dem Modulpfad (16) angeordneten Strommesser (32) und/oder durch eine Spannungsmessung in den Modulen (16) durch die Steuereinrichtung (22) überprüft wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass auf Basis von Daten einer Strommessung und/oder einer Spannungsmessung der Widerstandswert nachgeregelt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (22) den unterschiedlichen Alterungszustand der einzelnen Module (14) bei der Ausbildung der Belastungsdifferenz berücksichtigt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (22) Daten bezüglich der Spannung, der Temperatur und/oder des Stroms der Module (14) auswertet, und dabei insbesondere die Kapazität und/oder den Innenwiderstand der Module berechnet, um den Alterungszustand der Module (14) zu berücksichtigen.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass Module (14) verwendet werden, die die gleiche Nennspannung aufweisen.

10. Elektrisches System, insbesondere elektrisches System zum Steuern der Energieversorgung eines elektrisch antreibbaren Fahrzeugs, umfassend einen Energiespeicher (12), insbesondere zum Antreiben eines Elektromotors eines Fahrzeugs, wobei der Energiespeicher (12) eine Mehrzahl von lösbar befestigten und parallel geschalteten in jeweils einem Modulpfad (16) angeordneten Modulen (14) umfasst, wobei jeweils in dem Modulpfad (16) ein Widerstand (18) mit variabel einstellbarem Widerstandswert angeordnet ist, und umfassend eine Steuereinrichtung (22), die geeignet ist, den Widerstandswert gezielt einzustellen.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig. 1

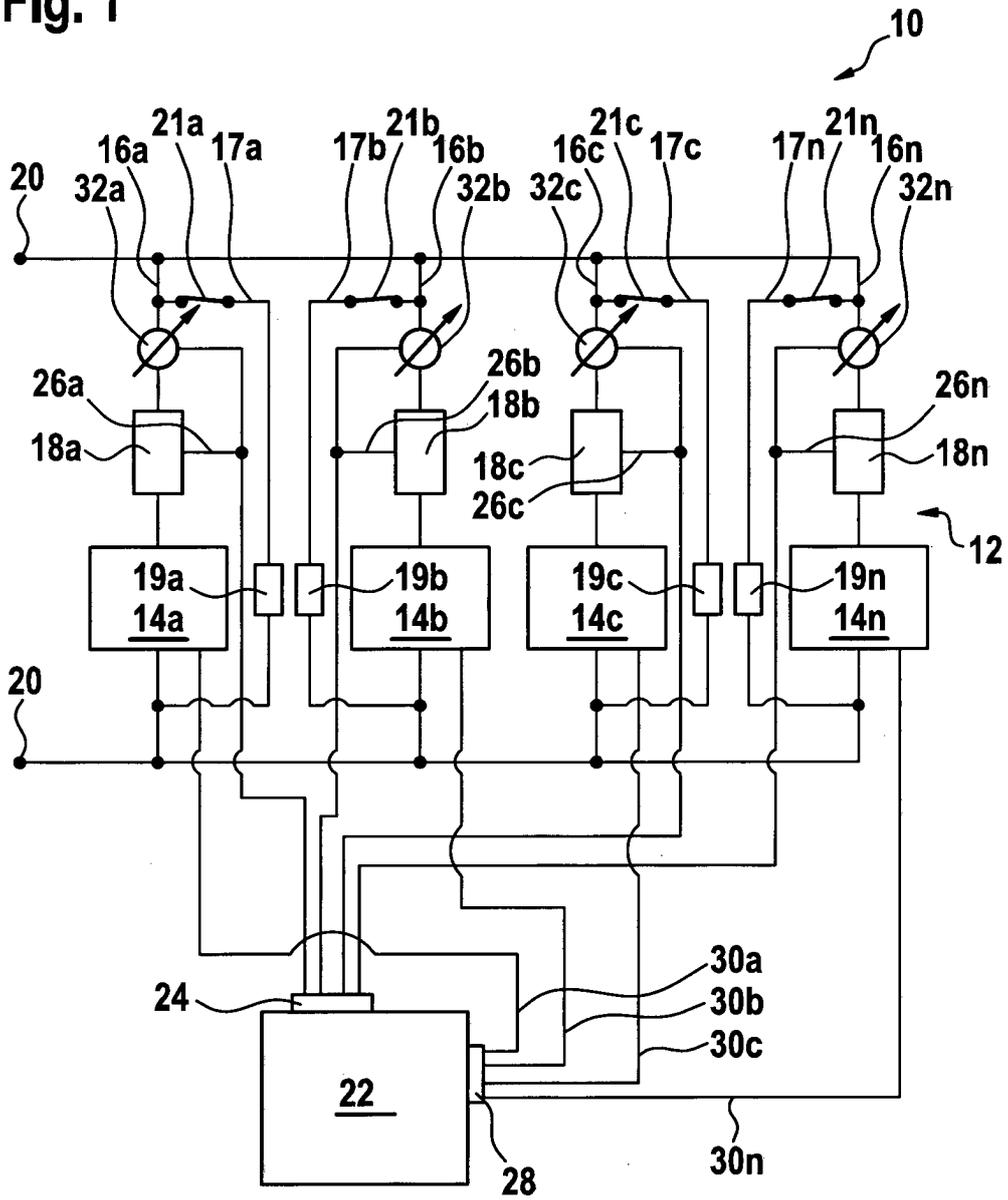


Fig. 2

