

DE 102009022027 A1

Anmeldeland: DE
Anmeldenummer: 102009022027
Anmeldedatum: 18.05.2009
Veröffentlichungsdatum: 25.11.2010
Hauptklasse: H02J 7/00(2006.01,A)
Nebeklasse: H02J 15/00(2006.01,A)
MCD-Hauptklasse: H02J 7/00(2006.01,A)
MCD-Nebeklasse: H02J 15/00(2006.01,A)
CPC: H02J 7/0016
ECLA: H02J 7/00 C1B
Erfinder: Esch, Hans-Jürgen, 13053 Berlin, DE
Anmelder: ELAN Technologie GmbH, 13053 Berlin, DE

[EN]Method for energy transfer between cells of battery system for charge equalization and/or battery charging or partial voltage generation, involves determining charges through measurement of current intensity and current direction

[DE]Verfahren und Vorrichtung zum Energietransfer für Akkusysteme

[EN]The method involves carrying-out transfer of charges between cells of a battery system over a transfer unit, where the transfer unit has a capacitor (1) and a switching matrix. The transfer unit is selectively coupled with a microcontroller (5) or a digital controller over an interface (6), where the microcontroller controls the switching matrix. The charges are determined through measurement of current intensity and current direction for influencing equalization and/or transfer process of the charges or for determining condition of the cells. An independent claim is also included for a device for energy transfer between cells of a battery system.

[DE]Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Energietransfer innerhalb eines Akkusystems, das als Verbund mehrerer in Serie geschalteter Akkuzellen bzw. paralleler Zellverbände realisiert ist, zum Zweck des Angleichens des Ladezustandes während des Lade- und/oder Entladevorgangs und/oder zum Energietransfer zum Zweck der Ladung und Entladung zwischen den Zellen des Verbundes und einer Ladeschaltung und/oder Teilspannungsquelle entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs I. Die Erfindung kann vorteilhaft bei Akkusystemen, die aus mehreren in Serie geschalteten Akkuzellen bzw. parallelen Zellverbänden bestehen, angewendet werden, um die maximale Kapazität und eine möglichst hohe Zahl von Lade- und Entladezyklen zu erreichen.

Seite 1 --- ()

Seite 2 --- ()

Stand der Technik

[0001] Stand der Technik ist es, bei in Serie geschalteten Akkuzellen bzw. parallelen Zellverbänden Ausgleichsschaltungen einzusetzen, etwa um fertigungsbedingte oder durch unterschiedliche Zellalterung entstehende Zellunterschiede auszugleichen. Diese Ausgleichsschaltungen regulieren den Ladestrom, in dem stärker oder bereits vollständig geladener Zellen in geeigneter Weise einen reduzierten Ladestrom erhalten oder ganz von der weiteren Ladung ausgenommen werden, damit letztlich alle Zellen in den gleichen Ladezustand versetzt werden. Dazu sind üblicherweise präzise Messanordnungen nötig, die alle Teilspannungen der Serienschaltung, die jeweils der Spannung einer Zelle entsprechen, ermitteln und die beim Erreichen einer bestimmten Spannung die korrespondierende Zelle bzw. parallelen Zellverbund teilweise oder ganz vom weiteren Ladevorgang ausschließen. Üblicherweise geschieht dies dadurch, dass der Ladestrom über einen Bypass an den Zellen ganz oder teilweise vorbeigeleitet wird. Übliche Ausgleichsschaltungen bestehen somit mindestens aus Messvorrichtungen und Ladestromsteuerungen. Die eigentliche Ladeschaltung ist von diesen Ausgleichsschaltungen üblicherweise getrennt.

Kritik am Stand der Technik

[0002] Ein Nachteil dieser üblichen Anordnung ist der relativ große Aufwand an präziser Analogelektronik, die zwar auf unterschiedliche Weise realisiert werden kann, jedoch zwingend erforderlich ist, und oder der bei teilweise digital arbeitenden Systemen erforderliche relativ hochauflösende Analog-Digitalwandler zur Messung der Zellenspannungen, die für einen wirkungsvollen Ausgleich der Ladezustände sehr präzise ermittelt werden müssen, was dadurch erschwert wird, dass die Teilspannungen in der Serienschaltung kein gemeinsames Potential besitzen. Ein weiterer Nachteil ist die in den Bypassen entstehende Verlustleistung, weswegen diese Ausgleichsschaltungen gewöhnlich lediglich während des Ladevorgangs, nicht jedoch während des Entladevorgangs aktiviert werden, obwohl ein Ausgleich auch während der Entladung vorteilhaft wäre. Ein weiterer Nachteil ist die weitgehende oder vollständige Trennung der Ausgleichsschaltung von der eigentlichen Ladeschaltung.

Vorteile der Erfindung

[0003] Verfahren und Vorrichtung dieser Erfindung steuern den Ladungsausgleich auf eine neuartige Weise, die ganz ohne Ermittlung der Zellenspannungen auskommt. Dadurch kann der schaltungstechnische Aufwand reduziert und auf präzise Analogelektronik ganz oder weitgehend verzichtet werden. Ausgleichsfehler, die durch eine endliche Präzision der Spannungsmessung entstehen können, werden somit grundsätzlich eliminiert. Zudem besitzt die erfindungsgemäße Anordnung die Fähigkeit, die Zellen nicht nur in ihrem Ladezustand anzugleichen; sie kann quasi nebenbei auch die Funktion einer Ladeschaltung übernehmen oder mit üblichen Ladegeräten zusammenarbeiten und Teilspannungen zur Verfügung stellen. Um diese Ausgleichs- bzw. Energietransferfunktionen zu realisieren, werden erfindungsgemäß Ladungen zwischen den Zellen eines Akkusystems und ggf. weiterer Anordnungen ausgetauscht. Dieser Ladungsaustausch erfolgt weitgehend verlustleistungsfrei über mindestens einen Kondensator und eine zugehörige gesteuerte Schaltmatrix. Diese Anordnung kann sowohl einen Ausgleich der Zellen untereinander bewirken als auch eine extern eingebrachte Ladung an bestimmte Zellen abgeben und damit deren Ladung erhöhen. Dieser Ladungsaustausch kann auch während des Entladevorganges vorteilhaft stattfinden, um die Zellen stets optimal anzupassen, aber auch um etwa eine im versorgten Gerät benötigte Teilspannung zu generieren.

Beschreibung

[0004] Erfindungsgemäß wird der Ladungsausgleich und, sofern erwünscht, der Ladevorgang oder die Erzeugung einer Teilspannung bzw. mehrerer Teilspannungen für das vom Akkusystem versorgte Gerät durch eine Transfereinheit gemäß **Fig.** bewerkstelligt. Für den eigentlichen Ladungstransfer zwischen den auszugleichenden und oder zu ladenden Zellen bzw. zu Teilspannungsausgängen ist ein geeigneter, ausreichend

groß dimensionierter Kondensator 1 vorgesehen. Dieser Kondensator 1 kann im einfachsten Fall fest mit den beiden Anschlüssen A und B der Transfereinheit verbunden werden; er kann jedoch auch mittels des Transferschalters 3 mit den beiden Anschlüssen A und B verbunden und damit steuerbar für die dosierte Aufnahme oder Abgabe von Ladungen aktiviert werden. Die optionale Strommesseinrichtung 2 kann dazu dienen, die aufgenommene Ladung zu quantifizieren. Um die Transfereinheit von den restlichen Komponenten des Systems getrennt zu versorgen, was etwa dann erforderlich wird, wenn die Transfereinheit zusätzliche Elektronik erhält, kann ausgehend von der an den Anschlussklemmen A und B anliegenden Spannung mittels des Versorgungsmoduls 4 eine Versorgungsspannung gewonnen werden. Eine einfache Realisierung des Moduls besteht aus mindestens einem Kondensator und einer vorgeschalteten Diode, es kann aber auch einen Spannungsregler besitzen. Die Transfereinheit kann für weiter unten beschriebene Zwecke um einen Mikrokontroller 5 ergänzt werden, der über das notwendigerweise potentialgetrennte Interface 6 in der Lage ist, Daten mit den restlichen Komponenten des Systems auszutauschen oder für externe Zwecke auch direkt über eine Schnittstelle zusätzlichen Gerä

Seite 3 --- ()

ten, die an das System angeschlossen sind, Daten bereitzustellen oder von externen Geräten Daten zu lesen.

[0005] Da ein Ladungsausgleich erst stattfindet, wenn die Transfereinheit zwischen mindestens zwei Positionen, z. B. zwei Akkuzellen oder Zellverbänden, hin- und hergeschaltet wird, bedarf es einer ergänzenden Schaltmatrix 200, wie sie in **Fig.** exemplarisch dargestellt ist. Am Beispiel von hier lediglich drei Akkuzellen, mit 7a bis 7c bezeichnet, soll das Funktionsprinzip erläutert werden. Die Schaltmatrix 200, bestehend aus den beiden Wahlschaltern 8a und 8b, die, symbolisiert durch die Verbindung 8c, stets gemeinsam eine der drei möglichen Positionen einnehmen, verbinden die Transfereinheit 100 mit den beiden Polen jeweils einer Zelle, beispielsweise bei den eingezeichneten Schalterstellungen mit der Zelle 7a, in der Weise, dass der Anschluss A der Transfereinheit dem negativen und der Anschluss B der Transfereinheit dem positiven Pol der Zelle zugeordnet wird. Der Kondensator 1 der Transfereinheit wird sich jetzt an das Potential der ausgewählten Zelle 7a angleichen. Für den Fall, dass ein Transferschalter 3 vorgesehen ist, findet der Angleichungsprozess erst statt, sobald der Schalter geschlossen ist. Im nächsten Schritt wechseln die Wahlschalter 8a und 8b innerhalb der Schaltmatrix 200 ihre Schaltposition, beispielsweise um die Zelle 7b mit der Transfereinheit zu verbinden. Vorausgesetzt der Transferschalter, falls vorgesehen, ist wieder oder noch geschlossen, findet nun der erste Ausgleichvorgang statt. Besitzt die Zelle 7b gegenüber der zuerst verbundenen Zelle 7a eine geringere Ladung und somit eine geringere Zellenspannung, so gibt der Kondensator 1 der Transfereinheit 100 jetzt Ladung ab, die natürlich vorher der Akkuzelle 7a entnommen wurde. Im Falle einer höheren Ladung der Zelle 7b nimmt jetzt der Kondensator 1 zusätzliche Ladung auf, zieht also ein gewisses Quantum an Ladung von der Zelle 7b ab, die zu einem mehr oder weniger starken Ladeimpuls wird, sobald die Schaltmatrix auf eine weniger stark geladene Zelle selektiert hat. Wird dieser Ladungstransfer mittels der Transfereinheit und der Schaltmatrix während des Ladens und oder Entladens des Akkusystems zyklisch in einer festen Reihenfolge oder, ebenso möglich, zufällig gesteuert, auf alle Zellen bzw. parallelen Zellverbände angewendet, so findet alleine durch diesen beschriebenen Vorgang nach einer gewissen Zeit ein präziser Ausgleich statt, der dafür sorgt, dass letztlich jede Zelle auf das gleiche Niveau geladen oder eben gleichmäßig entladen wird. Die Anordnung lässt sich natürlich auf eine wesentlich größere Anzahl von in Serie geschalteten Akkuzellen bzw. paralleler Zellverbände durch einfache Erweiterung der Schaltmatrix ausweiten, was in der Praxis auch üblich sein wird.

[0006] Die **Fig.** enthält zusätzlich ein für den entsprechenden Zellentyp und die vorliegende Anzahl der in Serie geschalteten Zellen geeignetes Ladegerät 300, das in einer üblichen Weise arbeitet, also die für Zellentyp und Zellenanordnung benötigte Ladespannung bzw. den nötigen Ladestrom über eine Verbindung mit den Anschlussklemmen C und D des Akkusystems in Abhängigkeit vom Ladezustand der gesamten Zellenanordnung bereitstellt bzw. steuert.

[0007] Die Anordnung gemäß **Fig.** besitzt eine Schaltmatrix 400, die gegenüber derjenigen aus **Fig.** hier um zwei weitere Stufen ergänzt wurde. Dadurch ist es möglich, den Ladungstransfer nicht nur, wie bisher beschrieben, zwischen den Zellen 7a bis 7c durchzuführen, sondern zusätzlich Leistung aus einer Ladeschaltung 500 aufzunehmen und dann je nach Schalterstellungen an die Zellen 7a bis 7c abzugeben. Im Gegensatz zu dem konventionellen Ladegerät 300 in **Fig.** arbeitet diese Ladeschaltung nicht mit der Gesamtspannung des Akkusystems, sondern lediglich mit der Spannung einer Zelle, was gerade dann von großem Vorteil ist, wenn zum Laden des Akkusystems nur geringe Spannungen, jedoch höhere Ströme zur Verfügung stehen, wie dies etwa bei elektrisch angetriebenen Fahrzeugen während eines aktiven Bremsvorganges der Fall sein kann. Nun kann diese erste der zusätzlichen Schaltstufen auch entfallen, sofern die Ladeschaltung 500 potentialfrei arbeitet und anstelle der entfallenen Schaltstufe die Ladeschaltung, etwa über ein Steuersignal, aktiviert werden kann. Die zweite der zusätzlichen Schaltstufen kann einen Transfer von Ladungen von bestimmten Zellen an eine Teilspannungsversorgung 600 veranlassen, etwa um dem von dem Akkusystem versorgten Gerät eine weitere Spannung für interne Zwecke anzubieten, die kleiner ist als die an den Anschlüssen C und D anliegende Spannung des gesamten Akkusystems. Diese Teilspannungsversorgung besteht im einfachsten Fall lediglich aus einem ausreichend groß dimensionierten Kondensator, ggf. entkoppelt durch eine Diode, kann jedoch vorteilhaft um weitere Komponenten, etwa einen Spannungsregler erweitert werden. Ein Vorteil dieser Teilspannungsquelle besteht auch darin, dass sie in Bezug auf ein beliebiges oder wechselndes Potential des versorgten Gerätes zur Verfügung steht, was etwa die Ansteuerung von Metalloxid-Feldeffekttransistoren erleichtert und vereinfachen kann.

[0008] Die Schaltmatrix 200 bzw. die erweiterte Schaltmatrix 400 werden in der Praxis kaum als mechanische Schalter oder Relais realisiert. Heute übliche elektronische Schalter bzw. zu derartigen Schaltzwecken nutzbare Halbleiter lassen sich hier vorteilhaft einsetzen und führen, da üblicherweise lediglich zwischen zwei Punkten schaltend, zu der geänderten Schaltmatrix 700 gemäß **Fig.**, in der diese elektronischen Schalter zur Vereinfachung jedoch noch allgemein als Schalter dargestellt sind. Wenn jeweils eines der Schalterpaare, beispielsweise das aus Schalter 9c und 9d bestehend, geschlossen wird, so

Seite 4 --- ()

führt das wie in der **Fig.** dazu, dass die Transfereinheit 100 mit einer bestimmten Zelle, in dem Fall mit der Zelle 7a bzw. einem parallelen Zellverband verbunden wird. Wird dann dieses Schalterpaar geöffnet und ein anderes Schalterpaar geschlossen, findet in gleicher Weise wie für die **Fig.** besprochen, ein Ladungsausgleich oder Transfer von der Ladeschaltung zu einer Zelle bzw. von einer Zelle zur Teilspannungsversorgung statt.

[0009] **Fig.** zeigt nun exemplarisch und in zulässiger Weise vereinfacht, wie eine elektronische Schalteranordnung schaltungstechnisch realisiert werden kann. Im Beispiel besteht ein Schalter jetzt aus zwei im Schaltbetrieb arbeitenden Metalloxid-Feldeffekttransistoren vom Anreicherungsstyp 10a und 10b. Bei Vorliegen einer entsprechenden Spannung zwischen den parallelgeschalteten Source- und Gateanschlüssen, die im Beispiel eine potentialgetrennte Ansteuerschaltung 11 bereitstellt, wird der Schalter zwischen den beiden Anschlüssen E und F elektrisch leitend bzw. sperrt, sobald keine Ansteuerspannung mehr anliegt. Die Ansteuerschaltung, auf die hier nicht näher eingegangen wird, kann in bekannter und üblicher Weise realisiert werden, basierend beispielsweise auf Impulsübertragern, Piezokopplern oder optoelektronischen Kopplern nebst geeigneter Zusatzbeschaltung. Entscheidend ist letztlich, dass diese Schalteranordnung nunmehr durch eine digital arbeitende Schaltung, vorzugsweise durch einen Mikrokontroller bedient werden kann.

[0010] Der bisher beschriebene Ladungsausgleich lässt sich weiter verbessern, wenn die Zellen nicht nur zyklisch oder zufällig bedient werden, sondern wenn der Ausgleichvorgang aktiv und durch einen geeigneten Algorithmus gesteuert wird. Dazu wird die Schaltmatrix gemäß **Fig.**, die vorzugsweise aus einzelnen Schaltelementen gemäß **Fig.** besteht, durch eine digitale Elektronik, vorzugsweise durch einen Mikrokontroller 12 ergänzt, der als Hauptaufgabe die Schaltmatrix entsprechend steuert. Im einfachsten Fall erhält die Transfereinheit 100 jetzt über ihre Schnittstelle

6 von diesem steuernden Mikrokontroller 12 die Information, welches Schalterpaar gerade geschlossen wurde. Der interne Mikrokontroller 5 der Transfereinheit 100 kann dadurch eine bestimmte Zelle erkennen bzw. wieder erkennen und zu dieser Zelle bestimmte sinnvolle Informationen speichern und verarbeiten, beispielsweise den über die Strommesseinrichtung 3 ermittelten Ausgleichsstrom und dessen Polarität. Somit ist jetzt die Transfereinheit 100 in der Lage festzustellen, welche Zelle welchen Ladezustand aufweist und ferner durch Abgleich mit der von der Ladeschaltung 500 aufgenommenen Leistung und oder durch Kenntnis der Ausgangsspannung der Ladeschaltung eine Aussage über den tatsächlichen Ladezustand zu machen. Wird ein in den Kondensator 1 hinein fließender Strom von der Strommesseinrichtung festgestellt, so besitzt die Zelle eine größere Ladung als die, mit der die Anordnung zuletzt verbunden war, und hat einen gewissen Teil dieser Ladung nun abgegeben. Fließt der Strom aus dem Kondensator in Richtung Zelle, so erhält die gerade verbundene Zelle einen Ladeimpuls, nimmt also Ladung auf. Diese Kenntnis des Ladezustandes aller Zellen innerhalb des Akkusystems kann nun etwa dazu verwendet werden, die starre Reihenfolge aufzubrechen, in der die Zellen zyklisch bedient werden. Dazu steuert der Mikrokontroller 5 der Transfereinheit 100 über das Interface 6 jetzt die Reihenfolge selbst, in der die Zellen mit der Transfereinheit zum Zweck des Ladungstransfers verbunden werden, indem er dem Mikrokontroller entsprechende Anweisungen gibt, oder er löst eine geeignete Steuersequenz aus. Um den Ladungsausgleich zu verbessern und zu beschleunigen, kann es sinnvoll sein, beispielsweise über eine gewisse Anzahl von Zyklen Ladung von den bereits am stärksten geladenen Zellen aufzunehmen und an die am geringsten geladenen Zellen abzugeben, was durch das beschriebene Prozedere nunmehr möglich ist.

[0011] Eine weitere Verbesserung zur Beschleunigung des Ausgleichsvorgangs wird durch ein aktives Beeinflussen der Ladung oder Entladung des Kondensators 1 in der Transfereinheit 100 erreicht. Dies kann etwa dadurch erfolgen, dass die vom Mikrokontroller 5 ermittelten Zellen mit geringerer Ladung einen verstärkten oder verlängerten Ladeimpuls erhalten. Ein verstärkter Ladeimpuls, als eine mögliche Voraussetzung für einen verstärkten Ladeimpuls, kann gemäß **Fig.** durch einen vom Mikrokontroller 12 bedienten Steuereingang 13 der Ladeschaltung 500 über eine temporäre Erhöhung der Ausgangsspannung während des Ladens des Kondensators 1, also während dieser mit der Ladeschaltung verbunden ist, erreicht werden. Der verstärkte Ladeimpuls kommt dann im nächsten Schritt zustande, nämlich dann, wenn die Transfereinheit 100 mit dem Kondensator 1 mit der Zelle verbunden wird, die der zusätzlichen Ladung bedarf. Eine andere Möglichkeit, die Ladung zu steuern, also diese bei Bedarf für einzelne Zellen zu erhöhen oder auch zu verringern, besteht darin, die Zeitdauer der Ladung und oder Entladung des Kondensators 1 über den Transferschalter 3, der üblicherweise, wie die Schaltermatrix auch, als elektronischer Schalter realisiert wird, zu beeinflussen. Dies kann dadurch erfolgen, dass der Transferschalter 3 über den Mikrokontroller 5 mit einem variablen Puls-zu-Pause-Verhältnis gesteuert wird, das im Mittel beispielsweise bei einem Verhältnis Puls zu Pause von 50% liegt. Wird der Mikrokontroller 12 über einen Analog-Digitalwandler 14 zusätzlich in die Lage versetzt, die Spannung der Ladeschaltung zu messen, so kann im letzten Schritt über das Steuern der Spannung des Ladegerätes 300 oder der Ladeschaltung 500 auch der gesamte Ladeprozess gesteuert und beim Erreichen eines gewünschten Ladestandes beendet werden. Der Mikrokontroller 12 kann ferner

Seite 5 --- ()

durch die Auswertung der von der Transfereinheit gewonnenen Informationen und die Kenntnis der Spannung der Ladeschaltung Aussagen über den Ladezustand, den Zustand einzelner oder aller Zellen treffen und diese und weitere, möglicherweise interessante Informationen, über eine vorzugsweise, jedoch nicht zwingend digitale Schnittstelle 15, externen Geräten zur Verfügung stellen oder aber bestimmte Voreinstellungen über diese Schnittstelle empfangen, beispielsweise Vorgaben der maximalen Ladespannung oder maximaler Ladeströme. Der Mikrokontroller 12 kann diese Daten jedoch auch intern dauerhaft oder für eine bestimmte Zeit speichern, etwa um künftige Lade- und oder Entladevorgänge zu steuern oder zu optimieren.

[1] Verfahren und Vorrichtung zum Energietransfer für Akkuzellen zum Zweck des Ladungsausgleichs bzw. der Akkuladung oder Teilspannungserzeugung oder -versorgung, gekennzeichnet durch den Ladungstransfer mittels einer Transfereinheit, die mindestens aus dem Kondensator als zentralem Element besteht und die über eine vorzugsweise mit elektronischen Schaltern realisierte Schaltmatrix zwischen einzelnen Akkuzellen bzw. parallelen Zellverbänden mehrerer in Serie geschalteter Zellen hin- und hergeschaltet werden kann, um somit für einen Ladungsausgleich während des Lade- und oder Entladevorganges zu sorgen. Weiterhin dadurch gekennzeichnet, dass die Transfereinheit wahlweise zusätzlich durch die Schaltmatrix nicht nur zwischen den Zellen Ladungen transferieren kann, sondern durch weitere Schaltpositionen auch Ladungen von einer Ladeschaltung aufnehmen und ganz oder teilweise an bestimmte Zellen abgeben oder Ladungen von bestimmten Zellen an eine Teilspannungsversorgung, die in Bezug zu einem beliebigen Potential des versorgten Gerätes stehen kann, transferieren kann. Weiter gekennzeichnet durch eine wahlweise ergänzte Koppelung der Transfereinheit über ein Interface mit einem die Schaltmatrix steuernden Mikrokontroller oder einer sonstigen digitalen Steuerung und eine Ermittlung der Ladungen, die die Transfereinheit bewegt, etwa durch eine Messung von Stromstärke und Stromrichtung, vorzugsweise zum Zwecke der gezielten Beeinflussung des Ausgleichs- bzw. Transferprozesses und oder der Ermittlung des Zustandes einzelner oder aller Zellen.

[2] Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die notwendige Schaltmatrix durch eine elektronische Schalteranordnung realisiert wird, die mittels eines Mikrokontrollers oder mehrerer Mikrokontroller oder einer anderen, vorzugsweise digital arbeitenden Steuerung kontrolliert wird.

[3] Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Transfereinheit nach Bedarf um zusätzliche Elemente, die eine eigene Versorgung, eine Strommessvorrichtung, ein steuerbarer Transferschalter, ein Mikrokontroller und ein potentialgetrenntes uni- oder bidirektionales, vorzugsweise jedoch nicht zwingend digitales Interface sein können, ergänzt wird.

[4] Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Stufe der Schaltmatrix, die eine Verbindung zu der Ladeschaltung darstellt, auch entfallen kann, sofern die Ladeschaltung potentialfrei realisiert wird und mit einem Aktivierungseingang, der den Ausgang der Ladeschaltung einschaltet, versehen wird.

[5] Verfahren des Ladungstransfers und Ausgleichs durch zyklisches, zufälliges oder nach festen Programmen ablaufendes Bedienen aller Zellen und oder weiterer Ladungsquellen, vorzugsweise Ladeschaltungen und oder weiterer Verbraucher, vorzugsweise Teilspannungsquellen, mittels der Transfereinheit und der Schaltmatrix.

[6] Verfahren des Ladungsausgleichs durch gezieltes Bedienen bestimmter Zellen bzw. Zellkombinationen zur Verbesserung und Beschleunigung des Lade- und oder Ausgleichsprozesses in Abhängigkeit von den Ergebnissen vorausgegangener Ladungstransfers, die vorzugsweise durch eine Messung von Stärke und Richtung der Lade- bzw. Entladeströme des Kondensators der Transfereinheit und der Kenntnis, welche Zelle gerade von der Transfereinheit bedient wird, für alle bzw. bestimmte Zellen ermittelt werden.

[7] Verfahren des Ladungsausgleichs durch gezieltes Bedienen bestimmter Zellen bzw. Zellkombinationen in Abhängigkeit von Informationen, die das System über die Eigenschaften der Zellen erhält, etwa durch Herstellerangaben, extern durchgeführte Messungen oder vorausgegangene Lade- und oder Entladevorgänge.

[8] Verfahren des Ladungsausgleichs durch gezieltes Beeinflussen der Ladung des Kondensators der Transfereinheit, etwa durch eine Ladungssteuerung über die Variation der Ausgangsspannung der Ladeschaltung, während die Transfereinheit mit der Ladeschaltung verbunden ist, oder über eine Steuerung der Zeit oder des Puls-zu-Pause-Verhältnisses, während der Kondensator der Transfereinheit mit deren Anschlussklemmen verbunden ist, etwa über einen elektronischen Schalter.

[9] Verfahren zur Beendigung des Ladevorganges durch gezieltes Begrenzen oder Abregeln der Ladespannungen und oder Ladeströme einer Ladeschaltung in Abhängigkeit von den Ergebnissen der durchgeführten Ladungstransfers, die vorzugsweise durch Messungen von Stärke und Richtung der Lade- bzw. Entladeströme des Kondensators der Transfereinheit

Seite 6 --- ()

für die auszugleichenden und oder zu ladenden Zellen gewonnen wurden, verbunden mit der dabei jeweils vorliegenden Ausgangsspannung der Ladeschaltung, in der Weise, dass abnehmende Ausgleichs- und Transferströme bei gleichzeitig fast oder vollständig erreichter maximaler Ladespannung der Ladeschaltung den Begrenzungseinsatz herbeiführen.

[10] Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch I, ergänzt um weitere Systemkomponenten wie steuernde Mikrokontroller und analoge oder digitale Schnittstellen, um Informationen über Lade- und oder Entladezustand und Zustand einzelner oder aller Zellen temporär oder dauerhaft speichern zu können und Informationen, die während des Betriebes gewonnen wurden, externen Geräten zur Verfügung zu stellen und oder Informationen, die den Betrieb steuern oder beeinflussen können, von externen Geräten erhalten zu können.

Seite 7 --- ()

Seite 8 --- ()

Seite 9 --- ()

Seite 10 --- ()

Seite 11 --- ()

Seite 12 --- ()