



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 025 211 A1** 2010.01.28

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 025 211.8**

(22) Anmeldetag: **16.06.2009**

(43) Offenlegungstag: **28.01.2010**

(51) Int Cl.⁸: **H01M 10/42** (2006.01)

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

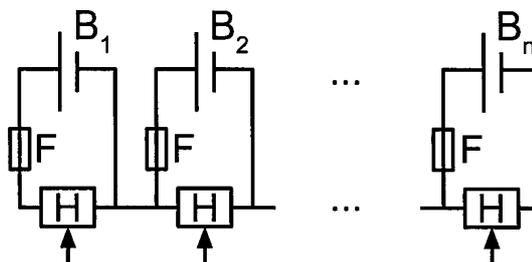
(71) Anmelder:
Daimler AG, 70327 Stuttgart, DE

(72) Erfinder:
**Dürr, Wolfgang, Dipl.-Ing. (FH), 89198
Westerstetten, DE; Dieball, Detlef, Dipl.-Ing. (TH),
01109 Dresden, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Batteriezellenanordnung mit vermindertem Ausfallrisiko**

(57) Zusammenfassung: Das Ausfallrisiko einer Traktionsbatterie mit mehreren seriellen Zellen soll reduziert werden. Daher wird vorgeschlagen, jede der Zellen (B_1, B_2, \dots, B_n) mit einer eigenen Bypasseinrichtung (H), mit der sie bei Ausfall überbrückt wird, auszustatten. Jeder der Zellen (B_1, B_2, \dots, B_n) ist außerdem ein Sicherungselement (F) zugeordnet, um eine Zelle bei deren Ausfall von den übrigen Zellen abtrennen zu können. Eine ausgefallene Zelle wird durch das jeweilige Sicherungselement (F) nur dann abgetrennt, wenn der Energieinhalt der Zelle ein vorgegebenes Maß überschreitet.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Batteriezellenanordnung mit mehreren seriellen Zellen, wobei jede der Zellen eine eigene Bypasseinrichtung, mit der sie bei Ausfall überbrückt wird, aufweist und jeder Zelle ein Sicherungselement zugeordnet ist, um eine Zelle bei deren Ausfall von den übrigen Zellen abtrennen zu können. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben einer Batteriezellenanordnung.

[0002] In diversen Batterie- und Hybridfahrzeugen werden leistungsstarke, seriell aufgebaute Traktionsbatterien eingesetzt. Jede dieser Traktionsbatterien besteht aus einer Vielzahl in Serie verschalteter Zellen bzw. Module. Das Ausfallrisiko einer Traktionsbatterie ist möglichst gering zu halten.

[0003] Bei einer seriell verschalteten Traktionsbatterie steigt das Ausfallrisiko R mit der Anzahl n der Zellen, wenn das Ausfallrisiko einer einzelnen Zelle R_i ist, wie folgt:

$$R = 1 - (1 - R_i)^n$$

[0004] Gelingt es, im Fehlerfall die betroffene Zelle bzw. die betroffenen Zellen aus dem Strang zu nehmen, ohne den Strang zu unterbrechen oder zu beeinträchtigen, können die verbleibenden „gesunden“ Zellen bzw. Module die Last der fehlerhaften mittragen. Die Leistung bzw. Energie wird dann nur um den Bruchteil der fehlerhaften Zelle geschmälert. Das Gleiche gilt für die Reichweite des Fahrzeugs mit elektrischem Antrieb bzw. mit elektrischer Antriebsunterstützung.

[0005] Aus der Druckschrift US 6087035 A ist ein Diodenbypass für ausgefallene Batteriezellen bekannt. Die dortige Batteriezellenanordnung besteht aus mehreren in Serie geschalteten Zellen, von denen jede eine parallel geschaltete Diode besitzt. Die Kathode jeder Diode ist elektrisch an den positiven Anschluss der jeweiligen Zelle geschaltet. Unterhalb einer gewissen Spannung schaltet die Diode kurz.

[0006] Darüber hinaus offenbart die Druckschrift US 2002/0070707 A1 ein Batteriepack, das ebenfalls mehrere in Serie verbundene Zellen aufweist. Außerdem sind die Zellen mit Bypasselementen versehen, um sie bei Ausfall zu überbrücken. Die Spannung an den Zellen wird überwacht, und bei zu niedriger Spannung werden die Zellen von dem Verbund abgetrennt. Dies erfolgt aktiv durch Erhitzen eines Schmelzelements.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, das Ausfallrisiko einer Traktionsbatterie gering zu halten und dafür eine verhältnismäßig einfache Steuerung mit geringem Energieverbrauch be-

reitzustellen.

[0008] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch eine Batteriezellenanordnung nach Anspruch 1 und ein Verfahren nach Anspruch 5. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0009] Eine Batteriezellenanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung besitzt mehrere Zellen, wobei jede der Zellen eine eigene Bypasseinrichtung, mit der sie bei Ausfall überbrückt wird, aufweist und wobei jeder Zelle ein Sicherungselement zugeordnet ist, um eine Zelle bei deren Ausfall von den übrigen Zellen abtrennen zu können. Eine ausgefallene Zelle wird durch das Sicherungselement nur dann abgetrennt, wenn der Energieinhalt der Zelle ein vorgegebenes Maß überschreitet.

[0010] Auch das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer Batteriezellenanordnung mit mehreren seriellen Zellen arbeitet nach dem Prinzip, dass eine ausgefallene Zelle nur dann abgetrennt wird, wenn der Energieinhalt der Zelle ein vorgegebenes Maß überschreitet.

[0011] Vorzugsweise ist eine Zelle durch die jeweilige Bypasseinrichtung reversibel überbrückbar. Darüber hinaus kann jede Bypasseinrichtung ein spannungsabhängiges Element aufweisen, welches das Kurzschließen der zugeordneten Zelle bei Ausfall auslöst. Weiterhin kann die Bypasseinrichtung in Serie zwei entgegengesetzt gepolte Zenerdioden und parallel zu dieser Serienschaltung einen Transistor aufweisen.

[0012] In vorteilhafter Weise wird durch die Erfindung das Ausfallrisiko einer Traktionsbatterie vermindert und die Reichweite eines Fahrzeugs mit elektrischem Antrieb erhöht.

[0013] Insbesondere kann die Nutzungsdauer gegen Lebensdauerende dadurch verlängert werden, dass nur die schlechteste detektierte Zelle herausgeschaltet wird. Die vorgeschlagene Schaltung kann auch in mehrsträngigen Batterien angewandt werden.

[0014] Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

[0015] [Fig. 1](#) ein prinzipielles Schaltungsdiagramm einer erfindungsgemäßen Traktionsbatterie; und

[0016] [Fig. 2](#) ein Schaltungsdiagramm eines Bypass- bzw. Hilfselements.

[0017] Die nachfolgend näher geschilderten Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungs-

formen der vorliegenden Erfindung dar.

[0018] Vorrangiges Ziel ist es, eine Batteriezellenanordnung mit mehreren seriellen Zellen bzw. Modulen bereitzustellen, wobei das Ausfallrisiko vermindert ist. Dabei wird nachfolgend auch ein entsprechendes Betriebsverfahren für die Batteriezellenanordnung angegeben. Konkret soll zum einen eine oder mehrere fehlerhafte Zellen in dem Fall gesteuert abgekoppelt werden, in dem die fehlerhafte(n) Zelle(n) die Leistung des seriellen Zellenstrangs stört/stören. Zum anderen soll die Leistungsfähigkeit des Gesamtstrangs nahtlos aufrechterhalten werden.

[0019] Gemäß [Fig. 1](#) besteht ein Gesamtstrang einer Traktionsbatterie aus mehreren Batterien (Zellen/Modulen) B_1, B_2, \dots, B_n . Jeder dieser Einzelbatterien bzw. Zellen ist eine Sicherung F vorgeschaltet. Parallel zu jeder Zelle-Sicherung-Serienschaltung ist eine Bypasseinrichtung (hier auch Hilfselement H genannt) geschaltet. Die einzelnen Parallelschaltungen jeder Zelle bzw. Batterie B_1, B_2, \dots, B_n sind miteinander seriell zu dem Gesamtstrang verbunden.

[0020] Im Falle eines (detektierten) Fehlers in einer der Zellen B_1, B_2, \dots, B_n schließt das jeweilige Hilfselement H dauerhaft oder reversibel die betroffene Zelle bzw. die betroffenen Zellen kurz. Dabei sind mindestens drei Fälle zu unterscheiden:

1. Ist der Energieinhalt der Zelle(n) noch groß, wird die Sicherung F die Zelle(n) vom Strang trennen.
2. Ist der Energieinhalt der Zelle(n) klein, entlädt sich/entladen sich die betroffene(n) Zelle(n) über das Hilfselement H und ist/sind somit gefahrloser zu warten.
3. Hat sich der Innenwiderstand der betroffenen Zelle(n) unzulässig erhöht (bzw. entladen, defekt), kann ein spannungsabhängiges Element in dem Hilfselement H das Kurzschließen der betroffenen Zelle(n) auslösen. Das Umpolen der Spannung an der/den betroffenen Zelle(n) wird dadurch verhindert und fatale Folgefehler werden unterbunden.

[0021] In [Fig. 2](#) ist ein Ausführungsbeispiel eines Hilfselements H im Detail dargestellt. Demnach besitzt das Hilfselement H zwischen Eingang und Ausgang eine Serienschaltung von zwei entgegengesetzt gepolten Zenerdioden Z_1 und Z_2 . Parallel zu dieser Serienschaltung ist die Drain-Source-Strecke eines MOSFET-Transistors T_1 geschaltet. Das Gate des MOSFET-Transistors T_1 ist als Steuereingang nach außen geführt. Die Steuereingänge der Hilfselemente H sind in [Fig. 1](#) mit Pfeilen angedeutet.

[0022] Übersteigt die außen anliegende Spannung die Zenerspannung und die Durchlassspannung der Diode, leitet die Zenerdiode, und die Spannung wird auf die Zenerspannung begrenzt. Der Stromanstieg ist in diesem Bereich exponential zur Spannung.

Werden Zenerdioden verwendet, bei denen die Elektroden direkt auf den Halbleiter-Kristall geführt sind, wird der Halbleiter-Kristall oberhalb einer kritischen Verlustleistung zerstört und es entsteht eine dauerhafte elektrische Verbindung (Durchlegierung). Dies entspricht dem obigen Fall 3. Für die obigen Fälle 1 und 2 kann beispielsweise über den Transistor T_1 die jeweilige Zelle gesteuert kurzgeschlossen werden. Es sollte jedoch sichergestellt werden, dass die Kurzschlusszeit bis zum Auslösen der Sicherung F so kurz gehalten wird, dass von der Zelle keine Gefahr ausgeht. Die Sicherung F ist ein Trennelement und kann z. B. eine Schmelzsicherung, ein Halbleiterelement, ein elektromechanisches Trennelement oder eine Pyrosicherung sein.

[0023] Durch die in dem obigen Ausführungsbeispiel dargestellte Batteriezellenanordnung bzw. deren Beschaltung führt der Ausfall einer oder mehrerer einzelner Zellen bzw. Module nicht zu einem Totalausfall der Traktionsbatterie. Außerdem verliert die Batterie nur ein n-tel ihrer Leistungsfähigkeit bei n Zellen. Insgesamt vermindert sich auch das Ausfallrisiko der Gesamtbatterie.

[0024] Des Weiteren kann bei Zellenausfall ein Service-Dienstleister ohne großen Komfortverlust und risikolos mit dem Fahrzeug angesteuert werden. Eine optionale zusätzliche Analyseschaltung könnte entscheiden, ob der Service kurzfristig, langfristig oder gar nicht notwendig ist. Eine entsprechende Implementierung kann im BMS (Batteriemanagementsystem) durch geeignete Algorithmen erfolgen. Insgesamt kann so eine Reduzierung von Fahrzeugausfällen erreicht werden, so dass eine Kostenreduzierung im Servicebereich sowie Ressourcenschonung erzielt werden kann.

[0025] Wie oben bereits angedeutet wurde, kann durch das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Batteriezellenanordnung die Nutzungsdauer dieser Anordnung verlängert werden, da gegen Lebensdauererhöhung vorzugsweise immer nur die schlechteste Zelle herausgeschaltet wird. Dies ist durch übliche Zellspannungsüberwachung detektierbar. Dadurch kann letztlich auch die Sicherheit im Fahrbetrieb erhöht werden, da Systemabschaltungen und gesamte Fahrzeugausfälle eher verhindert werden können.

Bezugszeichenliste

B_1, B_2, \dots, B_n	Batterien
F	Sicherung
H	Hilfselement
Z_1, Z_2	Zenerdioden
T_1	MOSFET-Transistor

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

- US 6087035 A [0005]
- US 2002/0070707 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Batteriezellenanordnung mit

- mehreren seriellen Zellen (B_1, B_2, \dots, B_n), wobei
 - jede der Zellen eine eigene Bypasseinrichtung (H), mit der sie bei Ausfall überbrückt wird, aufweist und
 - jeder Zelle ein Sicherungselement (F) zugeordnet ist, um eine Zelle bei deren Ausfall von den übrigen Zellen abtrennen zu können,
- dadurch gekennzeichnet**, dass
- eine ausgefallene Zelle (B_1, B_2, \dots, B_n) durch das Sicherungselement (F) nur dann abgetrennt wird, wenn der Energieinhalt der Zelle ein vorgegebenes Maß überschreitet.

2. Batteriezellenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zelle (B_1, B_2, \dots, B_n) durch die jeweilige Bypasseinrichtung (H) reversibel überbrückbar ist.

3. Batteriezellenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass jede Bypasseinrichtung (H) ein spannungsabhängiges Element aufweist, welches das Kurzschließen der zugeordneten Zelle bei Ausfall auslöst.

4. Batteriezellenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass jede Bypasseinrichtung (H) in Serie zwei entgegengesetzt gepolte Zenerdioden (Z_1, Z_2) und parallel zu dieser Serienschaltung einen Transistor (T_1) aufweist.

5. Verfahren zum Betreiben einer Batteriezellenanordnung mit mehreren seriellen Zellen (B_1, B_2, \dots, B_n) durch

- Überbrücken einer der Zellen bei deren Ausfall und
- Abtrennen der Zelle bei deren Ausfall von den übrigen Zellen,

dadurch gekennzeichnet, dass

- die ausgefallene Zelle (B_1, B_2, \dots, B_n) nur dann abgetrennt wird, wenn der Energieinhalt der Zelle ein vorgegebenes Maß überschreitet.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig.1

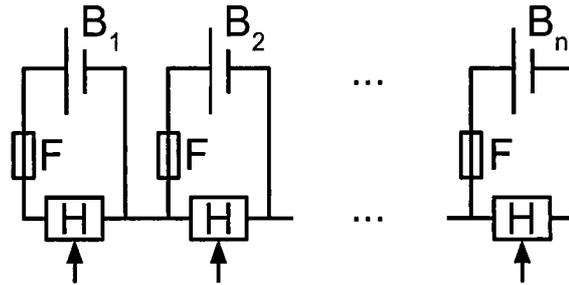


Fig.2

