

(12)

(21)

(51)

(56)

(71)

(72)

(74)

(54)

(57)



Zusammenfassung

Es wird eine Vorrichtung zum Trennen der elektrischen Verbindung zu einer Batteriezelle (1) im Ausgasungsfall, wobei der ausgasungsventilseitige Zellenpol (3) an einer Anschlussstelle (4) über einen, eine Schmelzsicherung ausbildenden Anschlussleiter (2) mit einer elektrischen Kontaktstelle (5) verbunden ist, beschrieben. Um eine derartige Vorrichtung zu schaffen, die bei geringem Bauteilbedarf und kompakter Bauweise einen zuverlässigen elektrischen und thermischen Belastungsschutz von Nachbarzellen einer ausgasenden Batteriezelle ermöglicht und die Ausbreitung eines Thermal Runaway verhindert, wird vorgeschlagen, dass zwischen der Anschlussstelle (4) und der Kontaktstelle (5) ein im Ausgasungsfall die Anschlussstelle (4) von der Kontaktstelle (5) elektrisch isolierender und den Zellenpol (3) rückhaltender Abstandshalter (6) vorgesehen ist.

(Fig. 1)

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Trennen der elektrischen Verbindung zu einer Batteriezelle im Ausgasungsfall, wobei der ausgasungsventilseitige Zellenpol an einer Anschlussstelle über einen, eine Schmelzsicherung ausbildenden Anschlussleiter mit einer elektrischen Kontaktstelle verbunden ist.

Batteriezellendefekte, die beispielsweise auf einzelne beschädigte Zellen zurückzuführen sind, gehen regelmäßig mit einem unkontrollierten Austritt von Heißgas einher, was wiederum eine sich selbst verstärkende, Wärme produzierende Kettenreaktion in Gang setzen kann, die als „Thermal Runaway“ bekannt ist. Um in einem solchen Fall die betroffene Batteriezelle einerseits elektrisch aus einem Zellverbund zu lösen und andererseits umliegende Batteriezellen vor dem austretenden Heißgas zu schützen, wurden bereits Kontaktierungsvorrichtungen mit zwei bezüglich einer Durchtrittsöffnung gegenüberliegenden Aufnahmekörpern für Batteriezellenendabschnitte vorgeschlagen, wobei ein die Durchtrittsöffnung durchsetzender Anschlussleiter vorgesehen ist, über den der ausgasungsventilseitige Zellenpol einer Batteriezelle mit einer elektrischen Kontaktstelle verbunden ist. Dabei wird der Leitungsquerschnitt des Anschlussleiters so gewählt, dass dieser durch einen im Fehlerfall auftretenden Überstrom bzw. durch das austretende Heißgas durchgeschmolzen und somit die elektrische Verbindung getrennt wird. Um überdies benachbarte Batteriezellen vor einer thermischen Schädigung zu schützen, kann eine keramische Flammenschutzplatte in den Aufnahmekörper für die zu schützende Batteriezelle eingesetzt sein, sodass die in jenen Aufnahmekörper eingesetzte Batteriezelle vom Heißgas thermisch isoliert ist bzw. im schlimmsten

Fall auch gegenüber etwaigen sich entwickelnden Flammen geschützt ist. Nachteilig an derartigen Flammenschutzplatten ist jedoch, dass diese aufgrund ihrer Dimensionierung der Druckeinwirkung des Heißgases nicht standhalten und ihre Funktion nicht mehr erfüllen können.

Es hat sich in diesem Zusammenhang darüber hinaus gezeigt, dass im Fall eines Zellendefektes und dem damit verbundenen Druckanstieg innerhalb der betroffenen Batteriezelle in der Regel nicht nur Heißgas entweicht, sondern dass auch der Elektrodenwickel der Batteriezelle die ausgasungsventilseitige Polkappe druckbedingt ablöst und aus der Batteriezelle durch die Durchtrittsöffnung der Kontaktierungsvorrichtung hindurch austreten kann. Dies birgt in weiterer Folge die Gefahr eines Kurzschlusses zwischen dem dann freiliegenden Elektrodenwickel und der zufolge der Schmelzsicherung zuvor bereits elektrisch getrennten Nachbarzelle, sodass die durch den Kurzschluss resultierende Wärmeentwicklung wiederum zu einer Ausbreitung des „Thermal Runaway“ auf angrenzende Batteriezellen führt.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs geschilderten Art zu schaffen, die bei geringem Bauteilbedarf und kompakter Bauweise einen zuverlässigen elektrischen und thermischen Belastungsschutz von Nachbarzellen einer ausgasenden Batteriezelle ermöglicht und die Ausbreitung eines Thermal Runaway verhindert.

Die Erfindung löst die gestellte Aufgabe dadurch, dass zwischen der Anschlussstelle und der Kontaktstelle ein im Ausgasungsfall die Anschlussstelle von der Kontaktstelle elektrisch isolierender und den Zellenpol rückhaltender Abstandhalter vorgesehen ist. Zufolge dieser Merkmale kann im Ausgasungsfall einerseits die elektrische Verbindung der defekten Batteriezelle zur Kontaktstelle aufgrund des Durchschmelzens des Anschlussleiters getrennt werden und andererseits verhindert der Abstandhalter ein Ablösen der ausgasungsventilseitigen Polkappe von der Batteriezelle, sodass der Elektrodenwickel nicht aus dieser austreten kann, sondern in der defekten Batteriezelle zurückgehalten wird. Der Abstandhalter bildet dabei insbesondere in Zellenlängsrichtung einen Anschlag für

die ausgasungsventilseitige Polkappe der defekten Batteriezelle, wobei aufgrund der elektrischen Isolationswirkung des Abstandhalters eine elektrische Verbindung zur Kontaktstelle vermieden wird, wenn die ausgasungsventilseitige Polkappe tatsächlich an den Abstandhalter anschlägt. Obwohl die erfindungsgemäße Vorrichtung im Hinblick auf einen thermischen Belastungsschutz grundsätzlich mit bekannten Flammschutzplatten ausgestattet sein kann, ergeben sich besonders günstige konstruktive Bedingungen, wenn der Abstandhalter selbst den Hitze- und Flammschutz bildet.

Um das Ableiten von Heißgas zu begünstigen und dabei eine Trennung der elektrischen Verbindung sicherzustellen, kann der Abstandhalter gemeinsam mit dem Anschlussleiter einen sich zwischen der elektrischen Kontaktstelle und dem ausgasungsventilseitigen Zellenpol erstreckenden Ausgasungskanal durchsetzen. Auf diese Weise wird der Anschlussleiter dem austretenden Heißgas ausgesetzt, was das Durchschmelzen des Anschlussleiters unabhängig von der auftretenden elektrischen Stromstärke ermöglicht. Günstige Bedingungen in Bezug auf eine kompakte Bauweise sowie ein zuverlässiges Abführen von Heißgas ergeben sich beispielsweise, wenn der Ausgasungskanal eine Höhe von 2 bis 10 mm, vorzugsweise von 3 bis 6 mm aufweist.

Im Falle eines Durchschmelzens des Anschlussleiters kann eine räumliche Trennung der gelösten Teile sichergestellt und damit eine fortbestehende elektrische Verbindung vermieden werden, wenn der Anschlussleiter mit dem ausgasungsventilseitigen Zellenpol und der elektrischen Kontaktstelle stoffschlüssig verbunden ist und wenn der Anschlussleiter sich gegen eine Rückstellkraft von der Kontaktstelle zum Zellenpol hin erstreckt. Beispielsweise kann der Anschlussleiter sowohl mit dem ausgasungsseitigen Zellenpol als auch mit der Kontaktstelle verschweißt oder verlötet sein. In Bezug auf die Kontaktstelle kann unter einer stoffschlüssigen Verbindung auch verstanden werden, dass beispielsweise der Anschlussleiter und die Kontaktstelle einstückig ausgebildet, also stofflich miteinander verbunden sind.

Weil Batteriezellen gerade im Zusammenhang mit Batteriemodulen im Normalbetrieb oftmals zyklischen elektrischen und damit auch mechanischen Belastungen unterworfen sind, kann das dabei auf die Anschlussleiter insbesondere in Füge-richtung wirkende Zug-/Druck-Lastspiel auf Dauer zu Ermüdungsris- sen der Anschlussleiter führen. Um vor diesem Hintergrund die mechanische Belastung der Anschlussleiter zu reduzieren, ohne dabei die Schutzfunktion des Abstandhalters zu beeinträchtigen, wird vorgeschlagen, dass der Anschlussleiter helixförmig um den Abstandhalter verläuft. Zusage dieser Maßnahmen kann sowohl in und gegen die Füge-richtung ein mechanischer Toleranzausgleich erfolgen, weil die helixförmige Ausgestaltung eine gewisse Streckung bzw. Stauchung des Anschlussleiters in und gegen die Füge-richtung erlaubt.

Um eine einfache Assemblierung sowie eine kompakte Bauweise zu ermöglichen, kann der Abstandhalter von der Kontaktstelle aus in den vom Anschlussleiter aufgespannten Zwischenraum eingesetzt sein. Im Fall eines helixförmigen Anschlussleiters verläuft der Abstandhalter somit entlang der durch die Helixform des Anschlussleiters gebildeten Helixhauptachse und durchsetzt damit die Einhüllende der Helix.

Damit in diesem Zusammenhang die Schmelzsicherung unabhängig von der Menge des austretenden Heißgases zuverlässig ausgelöst wird, empfiehlt es sich, dass der Anschlussleiter als Doppelhelix ausgebildet ist. Dadurch, dass sich aufgrund dieser Maßnahmen das Verhältnis der freien Oberfläche des Anschlussleiters zu dessen Masse vergrößert, wird das Durchschmelzen zufolge eines Heißgasaustritts weiter begünstigt. Sofern die beiden Leiterbahnen der Doppelhelix einander gegenüberliegend in einer gemeinsamen Anschlussstelle für den ausgasungsventilseitigen Zellenpol einer Batteriezelle münden, kann durch die damit einhergehende Selbstzentrierung der Anschlussstelle ein Schweißprozess zur stoffschlüssigen und elektrischen Verbindung der Anschlussstelle mit dem ausgasungsseitigen Zellenpol der Batteriezelle erleichtert werden.

Um trotz einer zuverlässigen Abstandhalterfunktion der erfindungsgemäßen Vorrichtung keine Eigenspannungen zufolge einer durch wechselnde Betriebsparameter hervorgerufenen Zellatmung zu induzieren, welche die Vorrichtung oder die Batteriezellen selbst beschädigen könnten, empfiehlt es sich, dass der Abstandhalter im Normalbetrieb vom ausgasungsventilseitigen Zellenpol beabstandet ist. Dabei ist der kleinste Abstand zwischen dem Abstandhalter und dem ausgasungsventilseitigen Zellenpol zu berücksichtigen, sodass der Mindestabstand in der Regel von der dem ausgasungsventilseitigen Zellenpol zugewandten sowie diesen am nächsten stehenden Stirnfläche des Abstandhalters gemessen wird. Jener Mindestabstand kann beispielsweise in einem Bereich von 0,1 bis 5 mm, vorzugsweise von 0,5 bis 2 mm liegen, um einerseits den ausreichenden Austritt von Heißgas zu ermöglichen und andererseits ein Ausweichen des Zellenpols und damit einen Kurzschluss im Ausgasungsfall zu verhindern.

Um mit dem Abstandhalter trotz seiner kompakten Bauweise auch den unmittelbar an die Kontaktstelle anschließenden Bereich, in dem sich beispielsweise eine angrenzende Batteriezelle befindet, vor einer elektrischen und thermischen Belastung zu schützen und dabei den Assemblierungsvorgang zu vereinfachen, wird vorgeschlagen, dass der Abstandhalter eine Flammschutzbasis und einen von dieser Flammschutzbasis in Richtung des ausgasungsventilseitigen Zellenpols vorragenden Rückhaltefortsatz aufweist. Demzufolge verhindert der Abstandhalter mit Hilfe der Flammschutzbasis ein Ausbreiten von Heißgas und stellt gleichzeitig über den Rückhaltefortsatz sicher, dass zwischen dem Ausgasungsventil und der Flammschutzbasis ausreichend Freiraum zur Ableitung dieses Heißgases besteht. Somit kann also auch verhindert werden, dass eine abstehende Zellenpolkappe oder ein austretender Elektrodenwickel den Abtransport von Heißgas blockieren. Beispielsweise kann der Abstandhalter ein Schirmkörper mit einer scheibenförmigen Flammschutzbasis und einem zylinderförmigem Rückhaltefortsatz sein. Zufolge dieser Merkmale kann der Abstandhalter somit als einstückiges Bauteil ausgebildet sein, das bevorzugt bezüglich seiner Rückhaltefortsatzlängsachse rotationssymmetrisch ausgebildet sein kann. Um einfache Fertigungsbedingungen

zu ermöglichen, kann der Abstandhalter als Spritzgussbauteil gefertigt sein. Damit eine ausreichende Hitzeschutzwirkung gegeben ist, kann ein hitzebeständiges sowie flammhemmendes Kunststoffmaterial zum Einsatz kommen. Darüber hinaus können durch eine schirm- bzw. pilzartige Ausgestaltung des Abstandhalters sich vom zylinderförmigen Rückhaltefortsatz zur scheibenförmigen Flammenschutzbasis erstreckende Leitflächen ausgebildet sein, die das Ableiten des Heißgases in den Ausgasungskanal weiter begünstigen. Für den Fall, dass der Rückhaltefortsatz vom Anschlussleiter umgeben ist, ermöglichen solche Leitflächen auch ein gezieltes Anströmen des Anschlussleiters, sodass dieser zuverlässig durchschmilzt.

Damit in diesem Zusammenhang unter Beibehaltung einfacher Fertigungsbedingungen die Wirkung des Abstandhalters als thermischer Schutz verbessert werden kann, empfiehlt es sich, dass der Rückhaltefortsatz eine Isolationskammer aufweist. Beispielsweise kann der Rückhaltefortsatz einen Hohlraum ausbilden, der als thermischer Isolator wirkt und im Ausgasungsfall die Ausbreitung der auf den Abstandhalter einwirkenden Hitze vermindert. Dieser Hohlraum kann vorzugsweise zur Flammenschutzbasis hin offen sein.

Um die Verbindung mit benachbarten Batteriezellen zu erleichtern und die erfindungsgemäße Vorrichtung räumlich gegenüber den Batteriezellen mit Spiel festzulegen, wird vorgeschlagen, dass die Kontaktstelle eine Zellenaufnahme für eine gegen eine Fügeichtung anschließende Batteriezelle bildet, wobei die Zellenaufnahme mit dem Anschlussleiter in einen Grundkörper eingesetzt und gegen die Fügeichtung anschlagbegrenzt ist. Die Zellenaufnahme kann beispielsweise von einer Kontaktfederbasis begrenzt sein, von der gegen die Fügeichtung Kontaktzungen zum mantelseitigen Umgreifen der aufzunehmenden Batteriezelle aufragen. Zwischen der Kontaktfederbasis und der Zellenaufnahme kann aber auch, wie oben beschrieben, die Flammenschutzbasis des Abstandhalters vorgesehen sein. Gemäß besonders günstigen Ausführungsformen kann die Kontaktfeder gemeinsam mit dem Anschlussleiter sowie den Anschlagshaken einstückig ausgebildet sein. Dabei kann die Kontaktfeder beispielsweise als Tiefziehteil ausgebildet sein, das zuvor aus einem Kontaktblech gestanzt wurde. Die

Anschlagshaken können beispielsweise so ausgebildet sein, dass diese etwaige Hinterschneidungen des Grundkörpers hinter- bzw. untergreifen.

Um in diesem Zusammenhang eine Beschädigung der Anschlussstelle zu verhindern, empfiehlt es sich, dass der Grundkörper Rastarme zum umfangsseitigen Eingriff in eine Nut der angrenzenden Batteriezelle ausbildet. Dadurch wird die Bewegungsfreiheit der über den Anschlussleiter mit der Kontaktstelle verbundenen Batteriezelle in Füge-richtung eingeschränkt, wodurch eine mechanische Beschädigung oder gar ein Bruch des Anschlussleiters bzw. der Anschlussstelle verhindert wird. Darüber hinaus wird der Assembliervorgang weiter verbessert, weil diese Maßnahmen eine zentrierte Positionierung des ausgasungsventilseitigen Zellenpols gegenüber dem Anschlussleiter ermöglichen und dadurch einen Schweißprozess erleichtern.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand beispielsweise dargestellt. Es zeigen

Fig. 1 eine Explosionsdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung und
Fig. 2 eine schematische Schnittansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in Einbaulage im Normalbetrieb.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Trennen der elektrischen Verbindung zu einer Batteriezelle 1 im Ausgasungsfall weist einen Schmelzsicherung ausbildenden Anschlussleiter 2 auf, der den ausgasungsventilseitigen Zellenpol 3 der Batteriezelle 1 an einer Anschlussstelle 4 mit einer elektrischen Kontaktstelle 5 in Form einer Kontaktfederbasis verbindet. Zwischen der Anschlussstelle 4 und der Kontaktstelle 5 ist ein im Ausgasungsfall die Anschlussstelle 4 von der Kontaktstelle 5 elektrisch isolierender und den Zellenpol 3 rückhaltender Abstandhalter 6 vorgesehen. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht somit im Ausgasungsfall, dass einerseits die elektrische Verbindung der defekten Batteriezelle 1 zur Kontaktstelle 5 aufgrund des Durchschmelzens des Anschlussleiters 2 getrennt wird und andererseits verhindert der Abstandhalter 6 ein Ablösen der ausgasungsventilseitigen Polkappe 7 von der Batteriezelle 1, sodass

der Elektrodenwickel nicht aus dieser austreten kann, sondern in der defekten Batteriezelle 1 zurückgehalten wird.

Wie aus der in Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung hervorgeht, kann die Kontaktstelle 5 eine Zellenaufnahme 8 für eine gegen einer Fächerichtung F anschließende Batteriezelle 9 bilden, wobei die Zellenaufnahme 8 mit dem Anschlussleiter 2 in einen Grundkörper 10 eingesetzt und gegen die Fächerichtung F über Anschlagshaken 11 anschlagsbegrenzt ist. Der Grundkörper 10 kann zudem Rastarme 12 zum umfangsseitigen Eingriff in eine Nut 13 der angrenzenden Batteriezelle 1 ausbilden. Von der als Kontaktfederbasis ausgeformten Kontaktstelle 5 können, wie in Fig. 1 dargestellt ist, gegen die Fächerichtung F Kontaktzungen 14 zum mantelseitigen Umgreifen der aufzunehmenden Batteriezelle 9 aufragen.

Insbesondere der Fig. 2 kann entnommen werden, dass der Abstandhalter 6 gemeinsam mit dem Anschlussleiter 2 einen sich zwischen der elektrischen Kontaktstelle 5 und dem ausgasungsventilseitigen Zellenpol 3 erstreckenden Ausgasungskanal 15 für das abzuleitende Heißgas durchsetzen kann. In der gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung verläuft der Anschlussleiter 2 als Doppelhelix um den Abstandhalter 6, wobei die Leiterbahnen des Anschlussleiters 2 gemeinsam in der Anschlussstelle 4 münden. Dabei ist der Abstandhalter 6 von der Kontaktstelle 5 aus in den vom Anschlussleiter 2 aufgespannten Zwischenraum 16 eingesetzt. Die Anschlussstelle 4 kann vorzugsweise mit dem Zellenpol 3 stoffschlüssig verbunden werden, beispielsweise mithilfe eines Schweißverfahrens.

Der Abstandhalter 6 kann eine scheibenförmige, vorzugsweise den Durchmesser der Batteriezelle aufweisende Flammenschutzbasis 17 und einen von dieser Flammenschutzbasis 17 in Richtung des ausgasungsventilseitigen Zellenpols 3 vorragenden Rückhaltefortsatz 18 aufweisen. Dabei kann der Abstandhalter 6 auf einfache Weise in die Zellenaufnahme 8 eingelegt werden und beispielsweise durch den Auflagerand der Kontaktstelle 5 in Fächerichtung F anschlagsbegrenzt sein. Um

zudem das Ableiten des Heißgases in den Ausgasungskanal 15 weiter zu begünstigen, kann der Abstandhalter 6 sich vom Rückhaltefortsatz 18 zur Flammenschutzbasis 17 erstreckende Leitflächen 19 ausbilden. Für einen verbesserten thermischen Schutz kann der Rückhaltefortsatz 18 eine Isolationskammer 20 aufweisen. Beispielsweise kann der Abstandhalter 6 einen Hohlraum ausbilden, der zur Flammenschutzbasis 17 hin offen ist. Wie insbesondere aus Fig. 2 ersichtlich ist, kann die Flammenschutzbasis 17 zwischen der Kontaktstelle 5 und der Zellenaufnahme 8 des Abstandhalters 6 vorgesehen sein. Wie ebenfalls aus Fig. 2 hervorgeht, kann der Abstandhalter 6 vom Zellenpol 3 beabstandet sein, um einerseits den ausreichenden Austritt von Heißgas zu ermöglichen und andererseits ein Ausweichen des Zellenpols 3 und damit einen Kurzschluss im Ausgasungsfall zu verhindern.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Trennen der elektrischen Verbindung zu einer Batteriezelle (1) im Ausgasungsfall, wobei der ausgasungsventilseitige Zellenpol (3) an einer Anschlussstelle (4) über einen, eine Schmelzsicherung ausbildenden Anschlussleiter (2) mit einer elektrischen Kontaktstelle (5) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Anschlussstelle (4) und der Kontaktstelle (5) ein im Ausgasungsfall die Anschlussstelle (4) von der Kontaktstelle (5) elektrisch isolierender und den Zellenpol (3) rückhaltender Abstandshalter (6) vorgesehen ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandshalter (6) gemeinsam mit dem Anschlussleiter (2) einen sich zwischen der elektrischen Kontaktstelle (5) und dem ausgasungsventilseitigen Zellenpol (3) erstreckenden Ausgasungskanal (15) durchsetzt.
3. Vorrichtung einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlussleiter (2) helixförmig um den Abstandshalter (6) verläuft.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlussleiter (2) als Doppelhelix ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandshalter (6) von der Kontaktstelle (5) aus in den vom Anschlussleiter (2) aufgespannten Zwischenraum (16) eingesetzt ist.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandshalter (6) im Normalbetrieb vom ausgasungsventilseitigen Zellenpol (3) beabstandet ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandshalter (6) eine Flammenschutzbasis (17) und einen von dieser Flammenschutzbasis (17) in Richtung des ausgasungsventilseitigen Zellenpols (3) vorragenden Rückhaltefortsatz (18) aufweist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Rückhaltefortsatz (18) eine Isolationskammer (20) aufweist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktstelle (5) eine Zellenaufnahme (8) für eine gegen eine Fügeichtung (F) anschließende Batteriezelle (9) bildet, wobei die Zellenaufnahme (8) mit dem Anschlussleiter (2) in einen Grundkörper (10) eingesetzt und gegen die Fügeichtung (F) anschlagbegrenzt ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Grundkörper (10) Rastarme (12) zum umfangsseitigen Eingriff in eine Nut (13) der angrenzenden Batteriezelle (1) ausbildet.

FIG. 1



