

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50134/2023
(22) Anmeldetag: 24.02.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2025

(51) Int. Cl.: **H01M 50/358** (2021.01)
H01M 50/143 (2021.01)
F16K 17/40 (2006.01)
F17C 13/06 (2006.01)
F17C 13/12 (2006.01)
H01M 50/103 (2021.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2022271390 A1
DE 102013210323 A1
DE 102013216071 A1
DE 102014213920 A1
JP H03167033 A
EP 4109657 A1
DE 102021103378 B3

(73) Patentinhaber:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)
(72) Erfinder:
Unzeitig Wolfgang Dr.
8041 Graz (AT)
Frewein Patrick Ing.
8565 St. Johann (AT)
Traussnig Armin Dr.
9421 Eitweg (AT)
(74) Vertreter:
Hartinger Mario Dipl.-Ing.
8020 Graz (AT)

(54) Abführkanal für eine Abfuhr von heißem Batteriegas aus Batteriezellen eines Batteriestapels

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Abführkanal (10) für eine Abfuhr von heißem Batteriegas (BG) aus Batteriezellen (112) eines Batteriestapels (110), mit einem Leitungsabschnitt (20) mit wenigstens zwei Eintrittsöffnungen (30) für die Aufnahme von heißem Batteriegas (BG) aus jeweils wenigstens einer Batteriezelle (112) bei einem thermischen Vorfall, wobei der Leitungsabschnitt (20) eine längliche Erstreckung aufweist mit einer Erstreckungsrichtung (ER) für eine Anordnung über mehrere Batteriezellen (112) des Batteriestapels (110) hinweg und wenigstens eine Austrittsöffnung (40) beabstandet von den wenigstens zwei Eintrittsöffnungen (30) für einen Austritt des Batteriegases (BG) aus dem Leitungsabschnitt (20) dadurch gekennzeichnet, dass die wenigstens eine Eintrittsöffnung (30), insbesondere alle Eintrittsöffnungen (30), über einen Überleitungsabschnitt (60) in den Leitungsabschnitt (20) münden, wobei die Überleitungsabschnitte (60) einen Winkel zwischen Eintrittsöffnung (30) und einer Übergabeöffnung (62) aus dem Überleitungsabschnitt (60) in den Leitungsabschnitt (20) von mehr als 90° aufweisen und die Überleitungsabschnitte (60) eine Strömungsrichtung aufweisen, welche spitzwinklig zum Leitungsabschnitt (20) ausgerichtet sind.

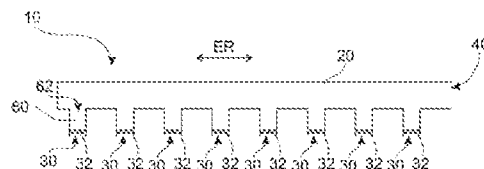


Fig. 1

Beschreibung

ABFÜHRKANAL FÜR EINE ABFUHR VON HEIßEM BATTERIEGAS AUS BATTERIEZELLEN EINES BATTERIESTAPELS

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Abführkanal für eine Abfuhr von heißem Batteriegas aus Batteriezellen eines Batteriestapels sowie eine Batterievorrichtung mit stapelweise angeordneten Batteriezellen und einem solchen Abführkanal.

[0002] Es ist bekannt, dass es in Crash-Situationen oder anderen Defekten von Batteriezellen zu einem sogenannten thermischen Vorfall kommen kann. Darunter ist zu verstehen, dass sich der Druck innerhalb einer Batteriezelle erhöht und/oder die Temperatur in dieser Batteriezelle ansteigt. Um ein Abbrennen der Batterie und/oder ein explosionsartiges Platzen der Batteriezelle zu vermeiden, ist es weiter bekannt, die Batteriezellen mit einer sogenannten Venting-Möglichkeit zu versehen. Darunter ist zu verstehen, dass heißes Batteriegas aus den Batteriezellen ausdringen und an die Umgebung abgeführt werden kann, die Batteriezelle also entlüftet werden kann. Dies ist beispielsweise aus den Dokumenten DE 102013210323 A1, DE 102013216071 A1 oder EP 4109657 A1 bekannt.

[0003] Nachteilhaft bei den bekannten Lösungen ist es, dass diese Abfuhr üblicherweise unkontrolliert erfolgt. Insbesondere kann dies dazu führen, dass abgelassenes heißes Batteriegas einen thermischen Einfluss auf benachbarte Batteriezellen im Batteriestapel ausbildet. Mit anderen Worten kann heißes Batteriegas, welches zum Sichern einer Batteriezelle unter thermischen Vorfallbedingungen austritt, nun diese austretende Wärme an eine andere, noch intakte Batteriezelle übergibt und dort die aufgenommene Wärme ebenfalls zu einem thermischen Vorfall führt. Mit anderen Worten haben bestehende Lösungen das Risiko, dass ein einzelner thermischer Vorfall einer einzelnen Batteriezelle zu einem weiteren Fortlauf und damit weiteren thermischen Vorfällen innerhalb des Batteriestapels führen kann.

[0004] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, kostengünstig und einfach eine thermische Übertragung auf andere Batteriezellen im Batteriestapel bei einem thermischen Vorfall zu vermeiden oder das Risiko zumindest zu reduzieren.

[0005] Die voranstehende Aufgabe wird gelöst durch einen Abführkanal mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie eine Batterievorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 14. Weitere Merkmale und Details der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen. Dabei gelten Merkmale und Details, die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Abführkanal beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Batterievorrichtung und jeweils umgekehrt, sodass bezüglich der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird beziehungsweise werden kann.

[0006] Erfindungsgemäß dient ein Abführkanal der Abfuhr von heißem Batteriegas aus Batteriezellen eines Batteriestapels. Hierfür weist dieser Abführkanal einen Leitungsabschnitt mit wenigstens zwei Eintrittsöffnungen für die Aufnahme von heißem Batteriegas aus jeweils wenigstens einer Batteriezelle bei einem thermischen Vorfall auf. Ein solcher Abführkanal zeichnet sich dadurch aus, dass der Leitungsabschnitt eine längliche Erstreckung aufweist mit einer Erstreckungsrichtung für eine Anordnung über mehrere Batteriezellen des Batteriestapels hinweg. Darüber hinaus ist der Leitungsabschnitt mit wenigstens einer Austrittsöffnung ausgestattet, welche beabstandet von den wenigstens zwei Eintrittsöffnungen angeordnet ist und für den Austritt des Batteriegases aus dem Leitungsabschnitt dient.

[0007] Ein erfindungsgemäßer Abführkanal basiert darauf, heißes Batteriegas in einem thermischen Vorfall nicht ungerichtet an die Umgebung auszulassen, sondern vielmehr eine gerichtete beziehungsweise geführte Ablassmöglichkeit für das Batteriegas zu gewährleisten. Das Batteriegas soll durch den Leitungsabschnitt aufgenommen und von den Batteriezellen weggeführt werden. Dabei ist es unerheblich, ob die Austrittsöffnung das Batteriegas direkt an die Umgebung

austreten lässt oder ein Austritt an eine nachgeordnete Vorrichtung, zum Beispiel einen Aufnahmebehälter, eine Kühlvorrichtung, eine Katalysatorvorrichtung, einen Hauptkanal oder eine ähnliche Vorrichtung, gewährleistet ist.

[0008] Die Eintrittsöffnungen erlauben eine gezielte und gerichtete Übergabe von heißem Batteriegas in den Leitungsabschnitt. Auf diese Weise wird eine Hitzestau durch langsam austretendes, abgebremstes und/oder sich stauendes heißes Batteriegas wirkungsvoll vermieden. Diese gerichtete Übergabe des heißen Batteriegases an den Leitungsabschnitt kann direkt durch die Gestaltung der Eintrittsöffnungen vorgegeben sein und/oder durch die später noch erläuterten Übergabeabschnitte. Auch ist es im Rahmen der vorliegenden Erfindung möglich, dass die Eintrittsöffnungen ein Bestandteil von Wandungsabschnitten des Leitungsabschnitts und/oder von Wandungsabschnitten der jeweiligen Batteriezelle sind. Für die erfindungsgemäße Wirkung ist entscheidend, dass bei einem thermischen Vorfall das heiße Batteriegas schnell aus der Batteriezelle herausgeführt wird, um diese Batteriezelle gegen ein Bersten abzusichern. Durch den Einsatz des Leitungsabschnitts und der Eintrittsöffnungen erfolgt die zusätzliche Absicherung, dass der thermische Einfluss des übergebenen heißen Batteriegases in verminderter Weise die noch intakten Batteriezellen des Batteriestapels beeinflusst und diese somit vor einer Überhitzung schützt.

[0009] Erfindungsgemäß ist es auch, dass auf diese Weise eine thermische Trennung zwischen den unterschiedlichen Batteriezellen gewährleistet oder zumindest verstärkt wird. Dadurch ist sichergestellt, dass vorzugsweise immer eine Eintrittsöffnung spezifisch für eine Batteriezelle vorgesehen ist. Heißes Batteriegas, welches durch eine Eintrittsöffnung in den Leitungsabschnitt eindringt, stammt in dieser Ausführungsform auch aus der an dieser Eintrittsöffnung angeschlossenen Batteriezelle. Insbesondere kann der später noch erläuterte der Sollbruchverschluss in der jeweiligen Eintrittsöffnung angeordnet sein, sodass es möglich wird, eine Batteriezelle bei einem thermischen Vorfall gezielt zu entlüften, also den Sollbruchverschluss zu öffnen, das heiße Batteriegas über die Eintrittsöffnung in den Leitungsabschnitt zu überführen und durch den Abführkanal und die Austrittsöffnung aus dem Batteriestapel zu entfernen. Dies führt in weiter verbesserter Weise zu einer vordefinierten, gezielten und vor allem sicheren Möglichkeit das heiße Batteriegas thermisch getrennt von den noch intakten Batteriezellen des Batteriestapels abzuführen und damit ein weiteres thermisches Durchgehen des Batteriestapels wirksam zu vermeiden.

[0010] Dadurch, dass der Leitungsabschnitt eine Erstreckungsrichtung über mehrere Batteriezellen des Batteriestapels hinweg aufweist, ist diese technische Funktionalität der Absicherung gegen thermische Vorfälle darüber hinaus mit einer sehr einfachen und kostengünstigen Konstruktion zur Verfügung gestellt. So können unterschiedliche Konstruktionsdetails den Leitungsabschnitt in einer Weise ausbilden, dass er mittels einfacher Montage seitlich über mehrere Batteriezellen des Batteriestapels hinweg gleichzeitig die gewünschte Sicherungsfunktion zur Verfügung stellen kann. Insbesondere ist der Leitungsabschnitt oder sogar der vollständige Abführkanal als einstückiges oder im Wesentlichen einstückiges Bauteil ausgebildet, sodass eine weitere Reduktion der Komplexität und der Kosten für eine auf diese Weise ausgestattete Batterievorrichtung erzielt werden kann.

[0011] Es kann vorteilhaft sein, wenn die wenigstens zwei Eintrittsöffnungen einen Sollbruchverschluss aufweisen, welcher unter definierten Betriebsbedingungen eines thermischen Vorfalls der jeweiligen Batteriezelle eine fluidkommunizierende Verbindung zwischen der Batteriezelle und dem Leitungsabschnitt erzeugt für einen Austritt des heißen Batteriegases aus der Batteriezelle durch die Eintrittsöffnung in den Leitungsabschnitt. Es ist noch darauf hinzuweisen, dass der Sollbruchverschluss insbesondere, wie dies später noch erläutert wird, einen irreversiblen Öffnungsmechanismus aufweist. Dabei ist jedoch unerheblich, ob der Sollbruchverschluss einen rein mechanischen oder einen elektrischen oder sogar einen kontrollierbaren Bruchmechanismus aufweist. Neben mechanischen Bruchmechanismen wie Schwächungslinien oder Ähnlichem ist es auch denkbar, dass thermische Versagensarten des Sollbruchverschlusses, zum Beispiel durch Aufschmelzen von Teilabschnitten, vorgesehen sind. Insbesondere ist die Versagensart des Sollbruchverschlusses korreliert mit den definierten Betriebsbedingungen in einem thermischen Vorfall für die jeweilige Betriebszelle. Dies erlaubt es, mit hoher Sicherheit die fluidkommunizierende

Verbindung zum Leitungsabschnitt nur dann herzustellen, wenn in dieser Batteriezelle auch tatsächlich ein thermischer Vorfall vorliegt. Alle noch intakten Batteriezellen innerhalb des Batteriestapels sind somit nicht nur thermisch isoliert gegen das abgeführte heiße Batteriegas, sondern darüber hinaus durch die ebenfalls noch intakten Sollbruchverschlüsse in den jeweiligen Eintrittsöffnungen geschützt gegen einen unerwünschten Übertritt von heißem Batteriegas in noch intakte Batteriezellen.

[0012] Es kann Vorteile mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal wenigstens eine Eintrittsöffnung, insbesondere jede Eintrittsöffnung, über genau einen Sollbruchverschluss genau einer Batteriezelle zugeordnet ist. Mit anderen Worten ist eine spezifische Zuordnung jeder Eintrittsöffnung zu jeder Batteriezelle gewährleistet. Alternativ ist es grundsätzlich auch denkbar, dass in einer Eintrittsöffnung mehrere Sollbruchverschlüsse und damit der Zugang zu mehreren Batteriezellen zur Verfügung gestellt ist. Dies wird nachfolgend noch näher erläutert. Die in dieser Ausführungsform vorgesehene Eins-zu-Eins-Zuordnung zwischen Eintrittsöffnung und Batteriezelle führt zu einer noch weiteren thermischen Entkopplung der Eintrittsöffnungen und auf diese Weise auch der angeschlossenen Batteriezellen zueinander.

[0013] Alternativ oder zusätzlich kann es Vorteile mit sich bringen, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal wenigstens eine Eintrittsöffnungen, insbesondere jede Eintrittsöffnung, zwei oder mehr Sollbruchverschlüsse aufweist für eine fluidkommunizierende Verbindung mit zwei oder mehr Batteriezellen. Alternativ zu der Ausführungsform des voranstehenden Absatzes sind also hier in einer Eintrittsöffnung mehrere Sollbruchverschlüsse kombiniert, sodass diese Eintrittsöffnung auch als Sammeleintrittsöffnung zum Sammeln von heißem Batteriegas aus zwei oder mehr Batteriezellen ausgebildet sein kann. Dies bringt insbesondere dann Vorteile, wenn die Batteriezellen für eine gemeinsame Sammeleintrittsöffnung innerhalb des Batteriestapels thermisch miteinander verbunden sind. So gibt es beispielsweise Batteriestapel, in denen mehrere Batteriezellen einen Batteriezellen-Pack zur Verfügung stellen, welche aufgrund der Batteriestapelgeometrie miteinander im thermischen Austausch stehen. In einem solchen Fall ist eine thermische Entkopplung innerhalb des Abführkanals nicht notwendig, da die thermische Übertragung bereits zwischen den Batteriezellen stattfindet. Hier kann die Komplexität des Abführkanals noch weiter reduziert werden, indem auf getrennte Eintrittsöffnungen für diese bereits thermisch verbundenen Batteriezellen verzichtet wird und in Form dieser Sammeleintrittsöffnungen zwei oder mehr Sollbruchverschlüsse die gemeinsame Aufnahme von heißem Batteriegas aus diesen thermisch kontaktierten Batteriezellen zur Verfügung stellt.

[0014] Weiter vorteilhaft kann es sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal wenigstens ein Sollbruchverschluss eine gerichtete Öffnungscharakteristik aufweist, welche beim Öffnen des Sollbruchverschlusses eine Strömungsrichtung in den Leitungsabschnitt ausbildet, welche spitzwinklig zum Leitungsabschnitt ausgerichtet ist. Darunter ist zu verstehen, dass zumindest ein Teil des Sollbruchverschlusses sich beim Öffnen in einer Weise ausrichtet, dass dieser eine die Strömungsrichtung des austretenden heißen Batteriegases beeinflussende Stellung einnimmt. Mit anderen Worten führt dieser Teil des Sollbruchverschlusses wie eine Führungsfläche zumindest einen Teil des austretenden Strömungsgases und leitet dieses damit zumindest teilweise bereits in die für die weitere Abführung notwendige Richtung des Leitungsabschnitts um. Ein entscheidender Vorteil dieser Ausrichtung ist die schnellere Abführung des heißen Batteriegases, da der Strömungswiderstand beim Übertritt in den Leitungsabschnitt reduziert wird. Je schneller das bis zu 1000° C heiße Batteriegas abgeführt werden kann, umso kontrollierter baut sich die Hitze im Batteriestapel ab und umso sicherer kann die Handhabung eines solchen thermischen Vorfalls erfolgen.

[0015] Weiter von Vorteil ist es ebenfalls, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal der Leitungsabschnitt fluidkommunizierend mit einer Fördervorrichtung verbunden ist zur aktiven Förderung des heißen Batteriegases zur Austrittsöffnung. Neben einer freien Konvektion kann eine Fördervorrichtung eine aktive Förderung oder sogar eine Zwangskonvektion zur Verfügung stellen, welche es erlaubt bei einem thermischen Vorfall in einer oder mehrerer Batteriezellen das heiße Batteriegas noch schneller und damit in kürzerer Zeit aus dem Leitungsabschnitt zu entfernen und aus den betroffenen Batteriezellen herauszufördern. Die erhöhte Geschwindigkeit für

das Entfernen des heißen Batteriegases führt zu einem weiter verstärktem Schutz der intakten Batteriezellen, da eine Wärmeleitung über mechanische Kontaktierungen zwischen dem Leitungsabschnitt und den intakten Batteriezellen grundsätzlich eine Wärmeleitung zur Verfügung stellen kann, jedoch durch die beschleunigte Abfuhr des heißen Batteriegases ein sehr geringes Risiko eines auf diese Weise induzierten thermischen Vorfalles der ansonsten intakten Batteriezellen gewährleistet ist.

[0016] Ein weiterer Vorteil ist es darüber hinaus, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal die Betriebsbedingungen für einen thermischen Vorfall einer Batteriezelle, welche zum Öffnen des Sollbruchverschlusses führen, wenigstens einen der folgenden Parameter aufweisen:

- Überschreiten einer Grenztemperatur der Batteriezelle,
- Überschreiten eines Grenzdrucks der Batteriezelle,
- Überschreiten einer Spannungsgrenze der Batteriezelle,
- Überschreiten einer Stromgrenze der Batteriezelle.

[0017] Bei der voranstehenden Aufzählung handelt es sich um eine nicht abschließende Liste. Vorzugsweise ist die Funktionalität, welche zum Öffnen des Sollbruchverschlusses führt, mit der jeweils zugehörigen Betriebsbedingung korreliert. Ist beispielsweise ein Grenzdruck als relevanter Parameter für die Batteriezelle vorgegeben, so kann der Sollbruchverschluss eine Bruchmechanik auf Basis dieses Grenzdrucks aufweisen. Nimmt beispielsweise eine mechanische Belastung auf den Sollbruchverschluss durch einen Anstieg des Innendrucks in der Batteriezelle über diesen Grenzdruck zu, so reißt an einer entsprechenden Sollbruchstelle oder Schwächungslinie der Sollbruchverschluss mechanisch auf und gibt die fluidkommunizierende Verbindung frei. Jedoch sind auch elektrische oder strombasierte Parameter denkbar. So kann beispielsweise ein elektrischer Anschluss der Batteriezelle zum Teil über den Sollbruchverschluss geführt werden. Dieser Sollbruchverschluss kann einen sehr hohen Widerstand aufweisen, welcher bei unerwünscht hohen Strömen oberhalb einer Stromgrenze der Batteriezelle durch den hohen elektrischen Widerstand so heiß wird, dass der Sollbruchverschluss durch ein Aufschmelzen einer Sollbruchstelle öffnet. Dabei handelt es sich in beiden Fällen um Beispiele für irreversible Öffnungsmechanismen. Selbstverständlich können auch reversible und/oder intelligent kontrollierte oder gesteuerte Öffnungsmechanismen für den Sollbruchverschluss vorgesehen sein.

[0018] Darüber hinaus bringt es Vorteile mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal der Leitungsabschnitt sich entlang einer Gerade oder im Wesentlichen entlang einer Geraden erstreckt. Dies führt zu einer vereinfachten Fertigung sowie zu einer vereinfachten Montage an einem Batteriestapel einer Batterievorrichtung. Beispielsweise können sehr kostengünstige Strangprofile für den Leitungsabschnitt verwendet werden, wie sie später noch näher erläutert werden. Die gerade Erstreckung passt sich auch gut an eine üblicherweise gerade Erstreckung von Batteriezellen entlang einer Stapelrichtung an. Daher ist einer Batterievorrichtung mit einem erfindungsgemäßen Abführkanal die Erstreckungsrichtung des Leitungsabschnitts vorzugsweise entlang einer Stapelrichtung des Batteriestapels ausgerichtet. Auf diese Weise ist auch die Erstreckungsrichtung bei dieser Ausführungsform gerade oder im Wesentlichen gerade.

[0019] Weiter von Vorteil kann es sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal wenigstens eine Eintrittsöffnung, insbesondere alle Eintrittsöffnungen, über einen Überleitungsabschnitt in den Leitungsabschnitt münden. Während bei der grundsätzlichen Konzeptentwicklung eines erfindungsgemäßen Abführkanals die fluidkommunizierende Verbindung grundsätzlich gewährleistet werden muss, ist ein Überleitungsabschnitt in der Lage, den tatsächlichen Abstand zwischen Leitungsabschnitt und Eintrittsöffnung sowie der damit angeschlossenen Batteriezelle zu vergrößern. Mit anderen Worten schafft es der Überleitungsabschnitt eine vergrößerte Distanz zwischen dem Leitungsabschnitt, welcher das heiße Batteriegas führt, und den angeschlossenen Batteriezellen zu gewährleisten. Unerwünschte thermische Beeinflussung der benachbarten noch intakten Batteriezellen wird damit noch weiter reduziert, da durch die Distanzierung die thermische Entkopplung zwischen dem Leitungsabschnitt und den intakten Batteriezellen vergrößert wird. Vorzugsweise sind alle Eintrittsöffnungen eines erfindungsgemäßen Abführkanals identisch ausgebildet. Sind die Eintrittsöffnungen mit einem diesbezüglichen Überleitungsabschnitt versehen, so sind auch diese vorzugsweise identisch oder im Wesentlichen identisch für alle Eintritts-

öffnungen ausgebildet. Die Überleitungsabschnitte erstrecken sich dabei vorzugsweise quer zur Erstreckungsrichtung des Leitungsabschnitts und auch quer zur Erstreckungsrichtung einer Stapelrichtung des Batteriestapels.

[0020] Es kann weitere Vorteile mit sich bringen, wenn bei einem Abführkanal gemäß dem voranstehenden Absatz die Überleitungsabschnitte einen Winkel zwischen Eintrittsöffnung und einer Übergabeöffnung aus dem Überleitungsabschnitt in den Leitungsabschnitt von mehr als 90 Grad aufweisen, insbesondere im Bereich zwischen 110 Grad und 135 Grad. Mit anderen Worten kann eine gekrümmte Überleitung aus der Eintrittsöffnung in den Leitungsabschnitt erfolgen. Dies erlaubt es, den Leitungsabschnitt von den Eintrittsöffnungen seitlich zu versetzen und die bereits im voranstehenden Absatz erläuterte Distanzierung zwischen den Batteriezellen und dem Leitungsabschnitt noch weiter zu vergrößern. Die auf diese Weise erzielte zusätzliche thermische Entkopplung bringt weitere Vorteile hinsichtlich der Sicherungsfunktionalität für die intakten Batteriezellen im Batteriestapel. Selbstverständlich sind grundsätzlich jedoch auch Überleitungswinkel von circa 90 Grad denkbar.

[0021] Auch von Vorteil kann es sein, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal die Überleitungsabschnitte eine Strömungsrichtung aufweisen, welche spitzwinklig zum Leitungsabschnitt ausgerichtet sind. Eine solche Ausbildung kann zusätzlich oder separat zu den beschriebenen ausgerichteten Sollbruchverschlüssen vorgesehen sein, wie sie weiter oben bereits erläutert worden sind. Auch hier ist ein für die Strömung des heißen Batteriegases gerichteter Übergang in den Leitungsabschnitt möglich, welcher den Strömungswiderstand beim Passieren dieses Übergangs reduziert. Durch die Reduktion des Strömungswiderstandes kann auch hier die Ableitung des heißen Batteriegases beschleunigt werden, so dass die Sicherheit beim Auftreten eines thermischen Vorfalls gesteigert werden kann. Durch die Beschleunigung des heißen Batteriegases kann in Fällen, bei welchen weitere Batteriezellen ebenfalls von dem thermischen Vorfall betroffen sind, zu einem Saugeffekt in dem Leitungsabschnitt führen, welcher neben einem Ausströmen aus den Batteriezellen auch ein aktives Ansaugen des heißen Batteriegases aus den Batteriezellen erlaubt und damit den beschleunigenden Effekt noch weiter verstärkt. Auch eine Kombination mit den seitlich versetzten Überleitungen des voranstehenden Absatzes ist hier grundsätzlich denkbar.

[0022] Vorteilhaft ist es ebenfalls, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal der Leitungsabschnitt als offenes Profil ausgebildet ist mit einer Dichtfläche zum Batteriestapel. Eine solche Dichtfläche ist zum Beispiel mit einem einseitig geöffneten Strangprofil ausgestattet, sodass die Dichtfläche nun die Montagefläche zur Kontaktierung und zur Abdichtung gegen den Batteriestapel zur Verfügung stellt. Ein auf diese Weise geöffnetes Profil ist eine sehr kostengünstige Konstruktionsmöglichkeit für den Leitungsabschnitt und das Abdichten über die Dichtfläche wird als Teilschritt der Montage zur Verfügung gestellt. Die Dichtfläche kann selbst dichtend sein oder mit einem entsprechenden separaten Dichtmittel zusammenwirken. Selbstverständlich kann das Dichtmittel, wie später noch erläutert, auch Teil einer Sollbruchschicht sein. Das Dichtmittel kann darüber hinaus eine thermische Isolationswirkung mit sich bringen, um die thermische Entkopplung zu intakten Batteriezellen ebenfalls weiter zu verstärken.

[0023] Ebenfalls Vorteile bringt es mit sich, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal ein Sollbruchverschluss, wie weiter oben erläutert, in eine Sollbruchschicht integriert ist, welche sich über zwei oder mehr Eintrittsöffnungen, insbesondere über alle Eintrittsöffnungen, erstreckt. Eine solche Sollbruchschicht kann auch als Sollbruchfolie bezeichnet werden, und kann zum Beispiel in Form einer sogenannten Mica-Folie ausgebildet sein. Sie kann insbesondere eine thermische Isolationswirkung und/oder eine Dichtwirkung mit sich bringen, um mit einer Dichtfläche, wie sie im voranstehenden Absatz erläutert worden ist, zusammenwirken. Die längliche Erstreckung kann dabei entlang der Erstreckungsrichtung und/oder quer zur Erstreckungsrichtung erfolgen, wie sie nachfolgend erläutert wird.

[0024] So ist es von Vorteil, wenn bei einem Abführkanal gemäß dem voranstehenden Absatz die Sollbruchschicht sich flächig entlang der Erstreckungsrichtung über den gesamten oder im Wesentlichen den gesamten Leitungsabschnitt erstreckt. In Breitenrichtung kann die Soll-

bruchschicht flächig sogar über die Erstreckungsbreite des Leitungsabschnitts hinausgehen, so dass die gewünschte Abdichtfunktionalität und/oder thermische Isolationsfunktionalität gewährleistet wird.

[0025] Von Vorteil ist es ebenfalls, wenn bei einem erfindungsgemäßen Abführkanal die Sollbruchverschlüsse für ein irreversibles Öffnen unter den Betriebsbedingungen eines thermischen Vorfalls ausgebildet sind. Dabei handelt es sich insbesondere um nur ein einziges Mal zu nutzende Sollbruchverschlüsse, welche zum Beispiel einen mechanischen Sollbruchmechanismus aufweisen.

[0026] Ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist eine Batterievorrichtung mit einer Vielzahl von Batteriezellen zur Speicherung elektrischer Energie, wobei die Batteriezellen stapelförmig in wenigstens einem Batteriestapel angeordnet sind. Eine solche Batterievorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass der wenigstens eine Batteriestapel einen Abführkanal gemäß der vorliegenden Erfindung aufweist, welcher über seine Eintrittsöffnungen, insbesondere unter Öffnung eines jeweiligen Sollbruchverschlusses, mit dem Leitungsabschnitt in fluidkommunizierender Verbindung bringbar ist. Damit bringt eine erfindungsgemäße Batterievorrichtung die gleichen Vorteile mit sich, wie sie ausführlich mit Bezug auf einen erfindungsgemäßen Abführkanal erläutert worden sind. Selbstverständlich sind Batterievorrichtungen auch mit zwei oder mehr Batteriestapeln ausführbar und jeder einzelne Batteriestapel mit einer oder mehreren Abführkanälen ausstattbar.

[0027] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung im Einzelnen beschrieben sind. Es zeigen schematisch:

- [0028]** Fig. 1 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Abführkanals,
- [0029]** Fig. 2 eine Batterievorrichtung mit einem erfindungsgemäßen Abführkanal der Fig. 1,
- [0030]** Fig. 3 ein alternativer erfindungsgemäßer Abführkanal,
- [0031]** Fig. 4 ein alternativer erfindungsgemäßer Abführkanal,
- [0032]** Fig. 5 eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Batterievorrichtung,
- [0033]** Fig. 6 ein Abführkanal der Ausführungsform der Fig. 5,
- [0034]** Fig. 7 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Batterievorrichtung,
- [0035]** Fig. 8 eine Darstellung während der Montage der Ausführungsform der Fig. 7,
- [0036]** Fig. 9 eine Teildarstellung der Ausführungsform der Fig. 10,
- [0037]** Fig. 10 der Abführkanal bei der Ausführungsform der Fig. 7,
- [0038]** Fig. 11 eine alternative Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Abführkanals,
- [0039]** Fig. 12 eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Batterievorrichtung,
- [0040]** Fig. 13 eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Batterievorrichtung.

[0041] In Fig. 1 ist schematisch in seitlicher Darstellung ein Abführkanal 10 dargestellt, welcher eine Vielzahl von Eintrittsöffnungen 30 aufweist. Heißes Batteriegas BG kann, wie später noch erläutert, wenn ein Sollbruchverschluss 32 öffnet, über die jeweilige Eintrittsöffnung 30 in den Leitungsabschnitt 20 eindringen. Hierfür wird das heiße Batteriegas BG über einen Überleitungsabschnitt 60 und eine Übergabeöffnung 62 in den Leitungsabschnitt 20 überführt und kann anschließend aus der Austrittsöffnung 40 austreten. Die Erstreckungsrichtung ER ist hier im Wesentlichen entlang einer geraden Fig. 1 von links nach rechts.

[0042] Die Fig. 2 zeigt die Anbringung eines solchen Abführkanals 10 der Fig. 1 an einem Batteriestapel 110 einer Batterievorrichtung 100. Hier sind eine Vielzahl von Batteriezellen 112 in stapelweiser Anordnung in einem Batteriestapel 110 dargestellt, wobei die zweite Batteriezelle 112 von links aufgrund eines thermischen Vorfalls unter Überdruck und hoher Hitze den Sollbruch-

verschluss 32 der zugeordneten Eintrittsöffnung 30 bereits geöffnet hat. Heißes Batteriegas BG tritt über diese Eintrittsöffnung 30 in den Überleitungsabschnitt 60 ein und kann über die Übergeboöffnung 62 anschließend durch den Leitungsabschnitt 20 über die Austrittsöffnung 40 austreten. Dadurch, dass eine Distanzierung zwischen Leitungsabschnitt 20 und den Batteriezellen 112 über die Überleitungsabschnitte 60 gewährleistet ist, ist ein thermisches Überspringen im Wesentlichen ausgeschlossen.

[0043] Die Ausführungsform der Fig. 3 zeigt ähnlich zur Fig. 2 eine Ausgestaltung mit einer Vielzahl von Eintrittsöffnungen 30 mit separaten Sollbruchverschlüssen 32. Der Leitungsabschnitt 20 ist jedoch deutlich breiter ausgebildet, sodass bei dieser Ausführungsform auf Überleitungsabschnitte 60 verzichtet worden ist. So ist bei dieser Ausführungsform insbesondere eine nicht näher dargestellte thermische Isolierung zwischen dem Leitungsabschnitt 20 und den dargestellten Batteriezellen 112 des Batteriestapels 110 vorgesehen. Die Öffnungsmechanik ist identisch zur Ausführungsform der Fig. 2. Zusätzlich ist hier für ein möglichst schnelles Abführen des heißen Batteriegases BG noch eine Fördervorrichtung 50 in Form eines Ventilators vorgesehen, sodass insbesondere aufgrund der hier nicht vorhandenen Überleitungsabschnitte 60 das heiße Batteriegas deutlich schneller und insbesondere mittels Zwangskonvektion über die Austrittsöffnung 40 aus dem Leitungsabschnitt 20 herausgefördert werden kann. Die Fördervorrichtung 50 ist hier auf der kalten Seite an einem Einlass des Leitungsabschnitts 20 angeordnet.

[0044] Die Fig. 4 zeigt eine Alternative, welche die Ausführungsformen der Fig. 2 und 3 im Wesentlichen kombiniert. So sind hier vergrößerte Eintrittsöffnungen 30 vorgesehen, in welchen jeweils zwei Sollbruchverschlüsse 32 vorgesehen sind. Somit ist es möglich, thermisch miteinander kombinierte, weil bereits thermisch kontaktierte, Batteriezellen 112 in gemeinsamen Eintrittsöffnungen 30 zusammenzufassen, jedoch zur Vermeidung von Quer-Kontamination von heißem Batteriegas BG mit separaten Sollbruchverschlüssen 32 zu versehen. Die Öffnungs- und Sicherungsmechanik ist dabei identisch zur Beschreibung zu den Fig. 1 bis 3.

[0045] Auch die Fig. 5 und 6 zeigen eine Möglichkeit einer Batterievorrichtung 100. Bei dieser Ausführungsform sind zwei parallele Batteriestapel 110, jeweils mit einer Vielzahl von Batteriezellen 112, vorgesehen. Für jeden einzelnen Batteriestapel 110 ist hier ein separater Abführkanal 10 vorgesehen, welcher bei dieser Ausführungsform mit gekrümmten Übergangsabschnitten 60 ausgestattet ist. Bei diesen Übergangsabschnitten liegt ein Winkel von circa 120 Grad vor, um die Distanzierung zur thermischen Entkopplung zwischen Leitungsabschnitt 20 und der jeweiligen Batteriezelle 112 noch weiter zu verstärken.

[0046] Die Fig. 7 bis 10 zeigen eine alternative Ausführungsform einer Batterievorrichtung 100 mit zwei parallelen Batteriestapeln 110. Hierbei ist der Abführkanal 10 mit einem als Strangprofil ausgebildeten Leitungsabschnitt 20 versehen. Die Fig. 9 zeigt gut, dass ein im Wesentlichen nach unten geöffnetes U-Profil für den Leitungsabschnitt 20 vorgesehen ist, welcher seitlich auskragende Dichtflächen 22 aufweist. Um eine Abdichtung gegen die Umgebung zu gewährleisten werden diese Leitungsabschnitte 20 nun von oben auf das Gehäuse des jeweiligen Batteriestapels 110 montiert, wie dies die Fig. 7 zeigt. Die Sollbruchverschlüsse 32 sind hier in einer Sollbruchschicht 70 integriert, wie sie insbesondere in der Fig. 8 gut zu erkennen ist. Diese Sollbruchschicht 70 ist fortlaufend und kann als einstückiges Element eine Dichtfunktion und/oder eine thermische Funktion zusätzlich zur Sollbruchfunktion mit sich bringen. In der Fig. 8 sind die beiden Sollbruchschichten 70 dargestellt, mit jeweils einem Sollbruchverschluss 32 für jede, nicht näher dargestellte Batteriezelle 112. Nach einem Anordnen dieser Sollbruchschichten 70, welche entsprechend auch als Dichtmittel wirken, wird abschließend der jeweilige Leitungsabschnitt 20 montiert und befestigt, sodass sich die Sicherungsfunktion gemeinsam mit der thermischen Entkopplung und auch der Dichtfunktion durch die Montage einstellt.

[0047] In der Fig. 8 ist noch zu erkennen, dass die Sollbruchverschlüsse 32 halbkreisförmige Sollbruchlinien aufweisen. Beim Brechen dieser Sollbruchlinien schwenken diese Sollbruchverschlüsse 32 daher klappenartig nach oben und stellen damit eine Führungsfläche dar für eine Ausrichtung des heißen Batteriegases BG mit reduziertem Strömungswiderstand in den Leitungsabschnitt 20.

[0048] Die Fig. 11 und 12 zeigen eine alternative Ausführung eines Abführkanals 10 und eine damit ausgestatteten Batterievorrichtung 100. Wie den beiden Fig. zu entnehmen ist, sind die Überleitungsabschnitt 60 hier spitzwinklig zum Leitungsabschnitt 20 ausgerichtet. Die Fig. 12 zeigt die Anwendung in einer Batterievorrichtung 100, wobei eine der Batteriezellen 112 einen thermischen Vorfall aufweist. Daher ist dort der Sollbruchverschluss 32 geöffnet und das heiße Batteriegas BG entweicht entlang des Überleitungsabschnitts 60 in den Leitungsabschnitt 20. Durch die spitzwinklige Anordnung des Überleitungsabschnitts 60 erfolgt eine Ausrichtung der Strömung des heißen Batteriegase BG, welche durch den Pfeil in der Fig. 12 dargestellt ist. Im Vergleich zu einer geraden Bauform, wie zum Beispiel in den Fig. 1 und 2 erfolgt der Übergang der Strömung des heißen Batteriegase BG hier mit weniger Strömungswiderstand. Auf diese Weise wird das heiße Batteriegas BG schneller in den Leitungsabschnitt 20 hinein und durch diesen hindurch aus der Austrittsöffnung 40 gefördert. Mit anderen Worten sinkt die Verweilzeit des heißen Batteriegases BG in dem Leitungsabschnitt 20 und damit die Zeitspanne, in welcher die Hitze an die noch intakten Batteriezellen 112 weitergegeben werden kann. Die hier beschriebene Funktion kann durch die identische spitzwinklige Anordnung der Überleitungsabschnitte 60 auch ohne Sollbruchverschlüsse 32 zur Verfügung gestellt werden.

[0049] Auch die Fig. 13 zeigt eine Ausführungsform, bei welcher eine Ausrichtung der Strömung des heißen Batteriegases BG zu einem reduzierten Strömungswiderstand führt. Die hier dargestellte Konstruktion ist insbesondere frei von Überleitungsabschnitten 60 und damit besonders kompakt und/oder mit großen Strömungsquerschnitten ausführbar. Die ausrichtende Einwirkung auf die Strömung erfolgt durch den sich klappenartig öffnenden Sollbruchverschluss 32, wie er in der zweiten Batteriezelle 112 von links schematisch dargestellt ist. Durch die außermittige Anordnung einer Sollbruchlinie, wie sie halbmondförmig zum Beispiel auch in der Fig. 8 zu erkennen ist, erfolgt beim Bruch ein Aufklappen in die Position wie diese in der Fig. 13 dargestellt ist. In dieser aufgeklappten Position richtet die Sollbruchklappe des Sollbruchverschlusses 32 damit die Strömung des heißen Batteriegases BG spitzwinklig in die Richtung des Leitungsabschnitts 20, so dass die gleichen Vorteile erzielt werden, wie sie bezüglich der Fig. 11 und 12 erläutert worden sind. Selbstverständlich kann ein solcher gerichtet öffnender Sollbruchverschluss 32 der Fig. 13 auch mit gerichteten Überleitungsabschnitten 60 der Fig. 11 und 12 kombiniert werden.

[0050] Die voranstehende Erläuterung der Ausführungsformen beschreibt die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

BEZUGSZEICHENLISTE

10	Abführkanal
20	Leitungsabschnitt
22	Dichtfläche
30	Eintrittsöffnung
32	Sollbruchverschluss
40	Austrittsöffnung
50	Fördervorrichtung
60	Überleitungsabschnitt
62	Übergabeöffnung
70	Sollbruchschicht
100	Batterievorrichtung
110	Batteriestapel
112	Batteriezelle
BG	Batteriegas
ER	Erstreckungsrichtung

Patentansprüche

1. Abführkanal (10) für eine Abfuhr von heißem Batteriegas (BG) aus Batteriezellen (112) eines Batteriestapels (110), mit einem Leitungsabschnitt (20) mit wenigstens zwei Eintrittsöffnungen (30) für die Aufnahme von heißem Batteriegas (BG) aus jeweils wenigstens einer Batteriezelle (112) bei einem thermischen Vorfall, wobei der Leitungsabschnitt (20) eine längliche Erstreckung aufweist mit einer Erstreckungsrichtung (ER) für eine Anordnung über mehrere Batteriezellen (112) des Batteriestapels (110) hinweg und wenigstens eine Austrittsöffnung (40) beabstandet von den wenigstens zwei Eintrittsöffnungen (30) für einen Austritt des Batteriegases (BG) aus dem Leitungsabschnitt (20),
dadurch gekennzeichnet, dass
die wenigstens eine Eintrittsöffnung (30), insbesondere alle Eintrittsöffnungen (30), über einen Überleitungsabschnitt (60) in den Leitungsabschnitt (20) münden, wobei die Überleitungsabschnitte (60) einen Winkel zwischen Eintrittsöffnung (30) und einer Übergabeöffnung (62) aus dem Überleitungsabschnitt (60) in den Leitungsabschnitt (20) von mehr als 90° aufweisen und die Überleitungsabschnitte (60) eine Strömungsrichtung aufweisen, welche spitzwinklig zum Leitungsabschnitt (20) ausgerichtet sind.
2. Abführkanal (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die wenigstens zwei Eintrittsöffnungen (30) einen Sollbruchverschluss (32) aufweisen, welcher unter definierten Betriebsbedingungen eines thermischen Vorfalls der jeweiligen Batteriezelle (112) einen fluidkommunizierende Verbindung zwischen der Batteriezelle (112) und dem Leitungsabschnitt (20) erzeugt für einen Austritt des heißen Batteriegases (BG) aus der Batteriezelle (112) durch die Eintrittsöffnung (30) in den Leitungsabschnitt (20).
3. Abführkanal (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Eintrittsöffnung (30), insbesondere jede Eintrittsöffnung (30), über genau einen Sollbruchverschluss (32) genau einer Batteriezelle (112) zugeordnet ist.
4. Abführkanal (10) nach einem der Ansprüche 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens eine Eintrittsöffnung (30), insbesondere jede Eintrittsöffnung (30), zwei oder mehr Sollbruchverschlüsse (32) aufweist für eine fluidkommunizierende Verbindung mit zwei oder mehr Batteriezellen (112).
5. Abführkanal (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass wenigstens ein Sollbruchverschluss (32) eine gerichtete Öffnungscharakteristik aufweist, welche beim Öffnen des Sollbruchverschlusses (32) eine Strömungsrichtung in den Leitungsabschnitt (20) ausbildet, welche spitzwinklig zum Leitungsabschnitt (20) ausgerichtet ist.
6. Abführkanal (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leitungsabschnitt (20) fluidkommunizierend mit einer Fördervorrichtung (50) verbunden ist zur aktiven Förderung des heißen Batteriegases (BG) zur Austrittsöffnung (40).
7. Abführkanal (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leitungsabschnitt (20) sich entlang einer Gerade oder im Wesentlichen entlang einer Geraden erstreckt.
8. Abführkanal (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überleitungsabschnitte (60) einen Winkel zwischen Eintrittsöffnung (30) und einer Übergabeöffnung (62) aus dem Überleitungsabschnitt (60) in den Leitungsabschnitt (20) zwischen 110° und 135° aufweisen.
9. Abführkanal (10) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Leitungsabschnitt (20) als offenes Profil ausgebildet ist mit einer Dichtfläche (22) zum Batteriestapel (110).
10. Abführkanal (10) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sollbruchverschluss (32) in eine Sollbruchschicht (70) integriert ist, welche sich über zwei oder mehr der Eintrittsöffnungen (30), insbesondere über alle Eintrittsöffnungen (30) erstreckt.

11. Abführkanal (10) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sollbruchschicht (70) sich flächig entlang der Erstreckungsrichtung (ER) über den gesamten oder im Wesentlichen den gesamten Leitungsabschnitt (20) erstreckt.
12. Abführkanal (10) nach einem der Ansprüche 2 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Sollbruchverschlüsse (32) für ein irreversibles Öffnen unter den Betriebsbedingungen eines thermischen Vorfalls ausgebildet sind.
13. Batterievorrichtung (100) mit einer Vielzahl von Batteriezellen (112) zur Speicherung elektrischer Energie, wobei die Batteriezellen (112) stapelförmig in wenigstens einem Batteriestapel (110) angeordnet sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der wenigstens eine Batteriestapel (110) einen Abführkanal (10) mit den Merkmalen eines der Ansprüche 1 bis 12 aufweist, welcher über seine Eintrittsöffnungen (30), insbesondere unter Öffnung eines jeweiligen Sollbruchverschlusses (32) mit dem Leitungsabschnitt (20) in fluidkommunizierende Verbindung bringbar ist.

Hierzu 10 Blatt Zeichnungen

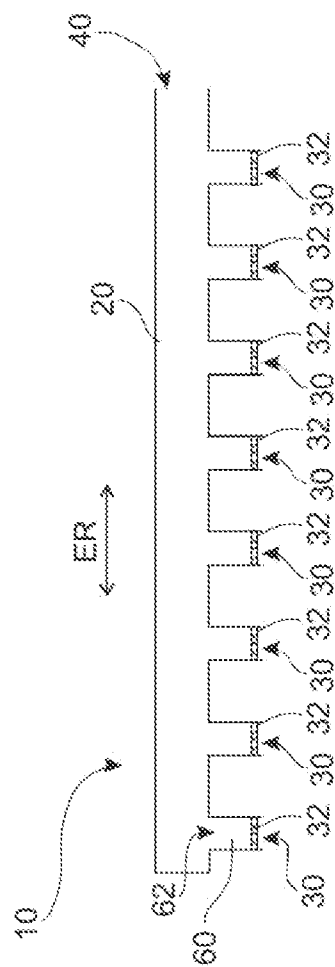


Fig. 1

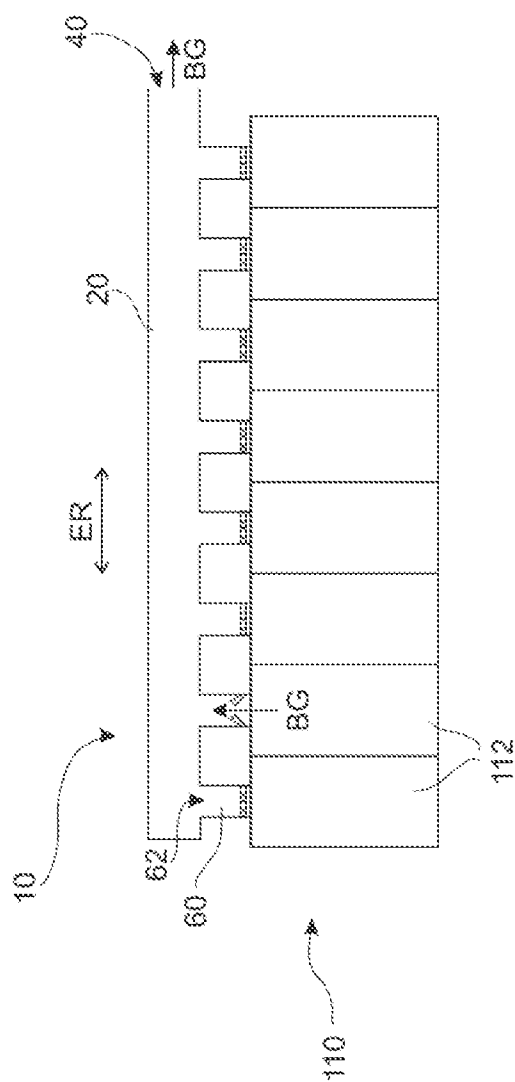


Fig. 2

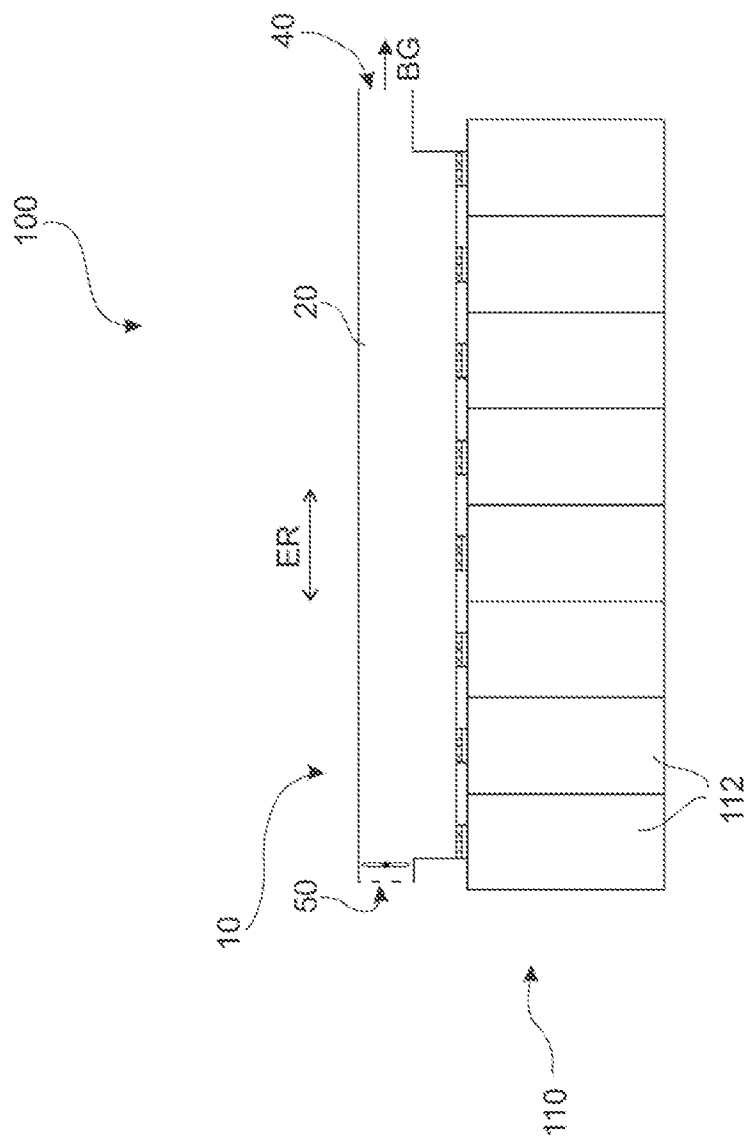


Fig. 3

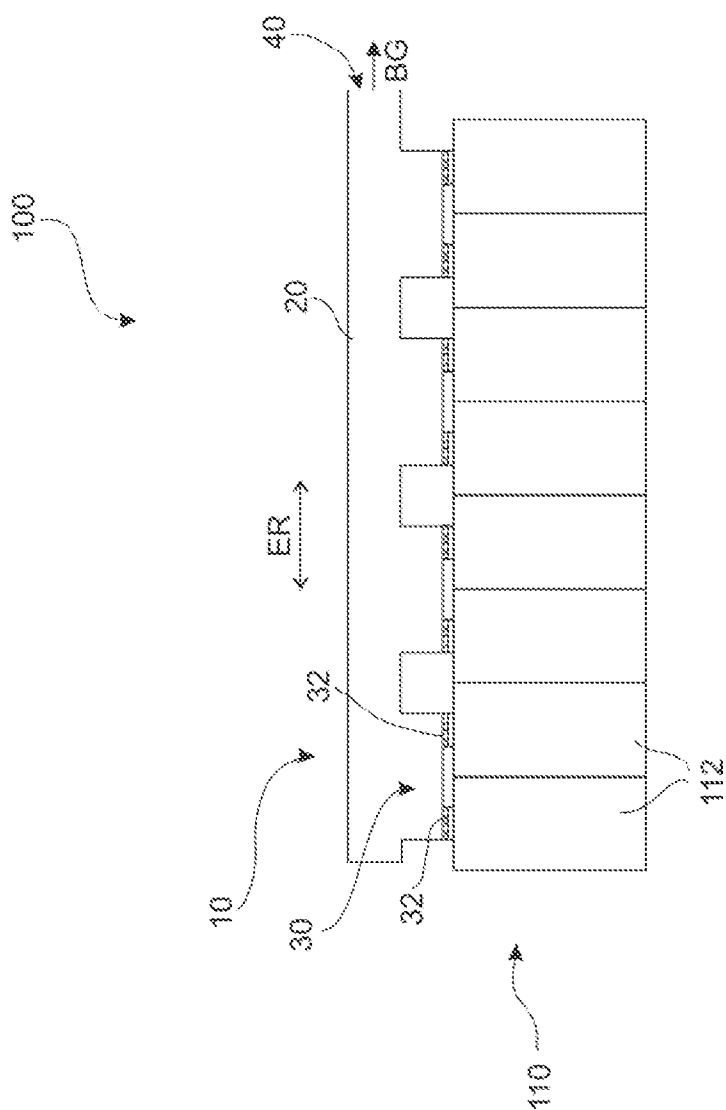


Fig. 4

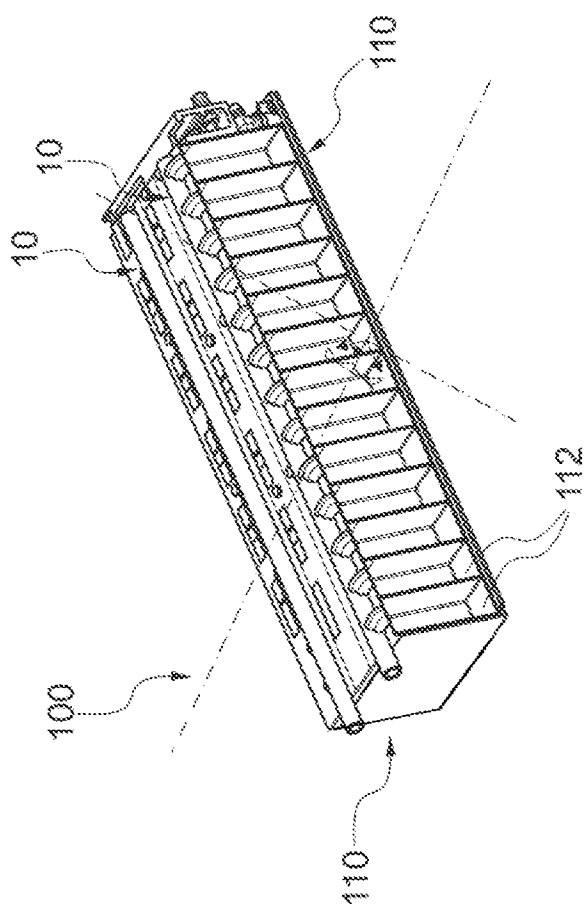


Fig. 5

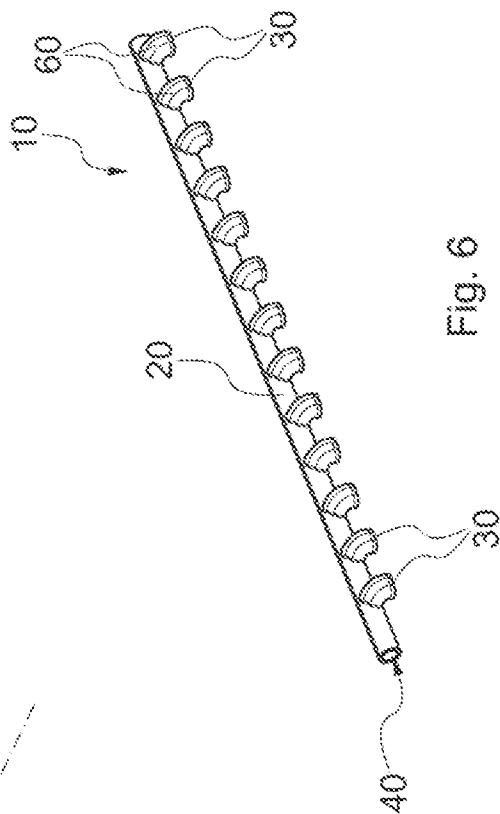


Fig. 6

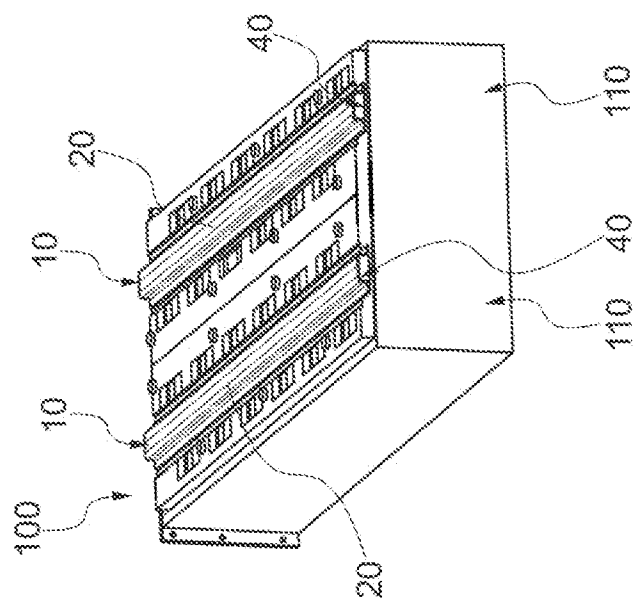


Fig. 7

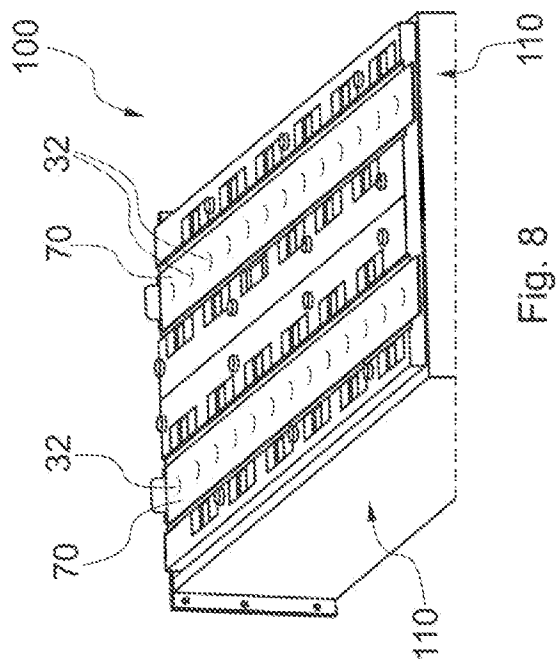


Fig. 8

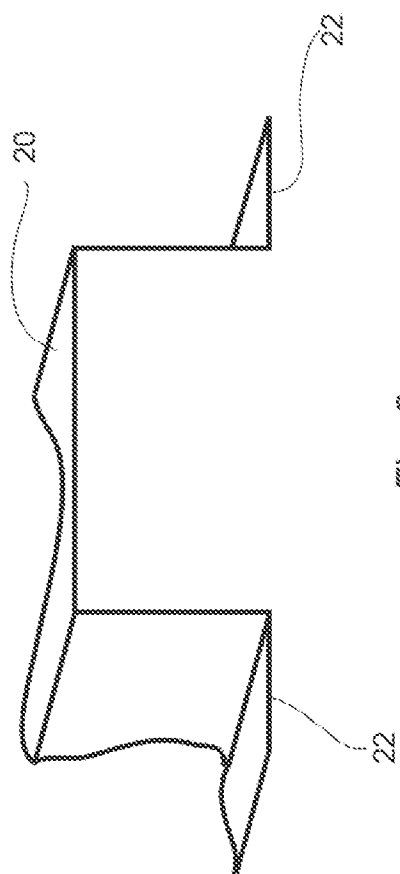


Fig. 9

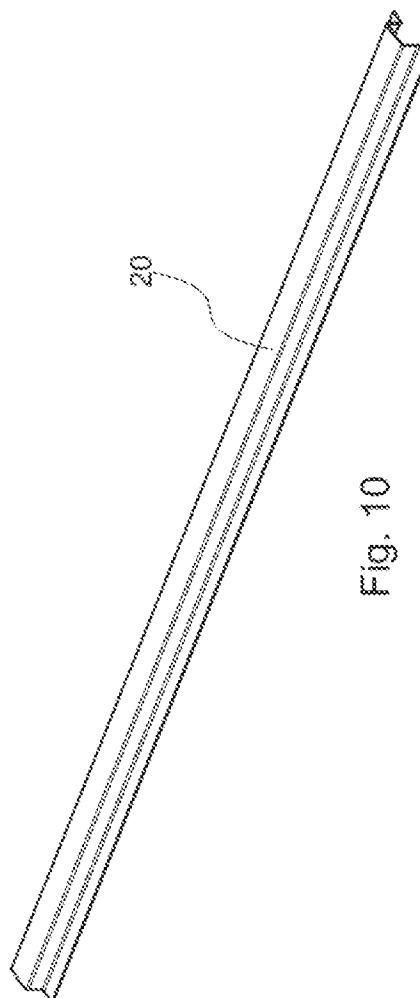


Fig. 10

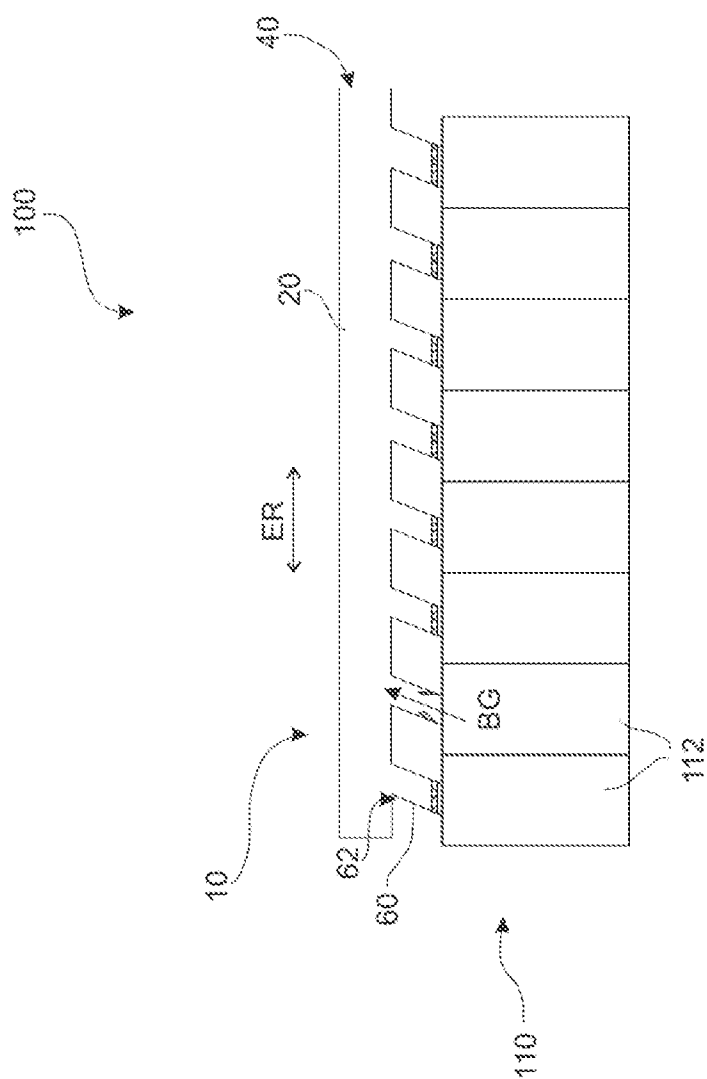


Fig. 12

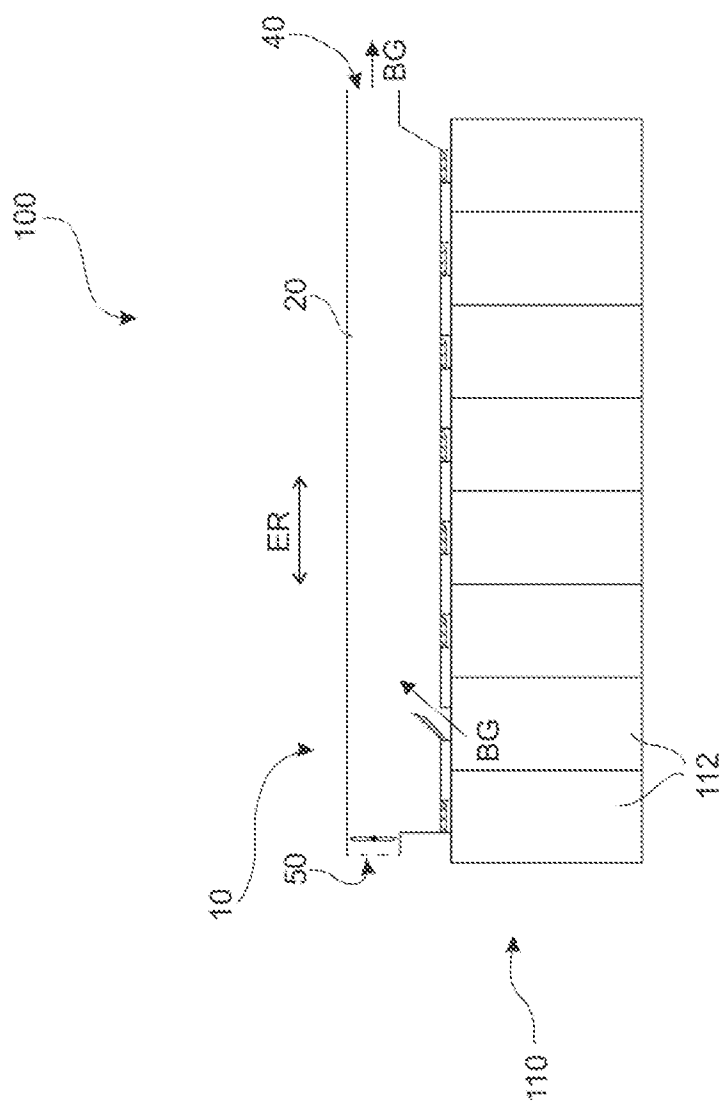


Fig. 13