

(12)

Österreichische Patentanmeldung

(21)

Anmeldenummer:

A 50593/2023

(22)

Anmeldetag:

25.07.2023

(43)

Veröffentlicht am:

15.07.2024

(51)

Int. Cl.:

H01M 50/581 (2021.01)

H01M 4/02 (2006.01)

F16F 9/52 (2006.01)

F16F 9/56 (2006.01)

H05K 10/00 (2006.01)

	(71) Patentanmelder: AVL List GmbH 8020 Graz (AT) (72) Erfinder: Aufderklamm Karl Dipl.-Ing. 8101 Gratkorn (AT) Brunnstainer Bernhard MMag. Dr. 8052 Graz (AT) Macherhammer Roland Dipl.-Ing. (FH) 8020 Graz (AT) Machold Alexander Dipl.-Ing. 8501 Lieboch (AT) Mehrabi Kambiz Dipl.-Ing. Dr. 8053 Graz (AT) (74) Vertreter: Hartinger Mario Dipl.-Ing. 8020 Graz (AT)
--	---

(54)

Formgedächtnislegierung zur Trennung der elektrischen Verbindung

(57)

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leiterstruktur (20) für eine Batteriespeichervorrichtung (100), mit mehreren elektrischen Leiterstrecken zur elektrischen Verschaltung von Batteriezellen (10) in der Batteriespeichervorrichtung (100). Erfindungsgemäß ist die Leiterstruktur (20) zumindest abschnittsweise aus einer Formgedächtnislegierung (FGL) gefertigt ist, oder die Leiterstruktur (20) ist mit einem Stellelement, das zumindest abschnittsweise aus der Formgedächtnislegierung (FGL) gefertigt ist, in einer Wirkverbindung gekoppelt. Die Leiterstruktur (20) ist innerhalb wenigstens einer der Leiterstrecken mittels Verformung (V) der Formgedächtnislegierung (FGL) auftrennbar ausgebildet, für eine elektrische Unterbrechung der wenigstens einen Leiterstrecke.

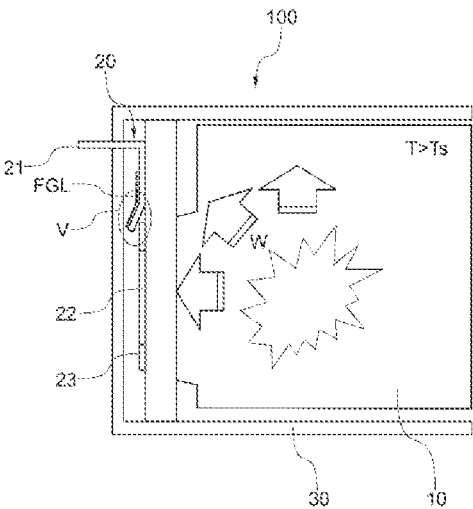


Fig. 3

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Leiterstruktur (20) für eine Batteriespeichervorrichtung (100), mit mehreren elektrischen Leiterstrecken zur elektrischen Verschaltung von Batteriezellen (10) in der Batteriespeichervorrichtung (100). Erfindungsgemäß ist die Leiterstruktur (20) zumindest abschnittsweise aus einer Formgedächtnislegierung (FGL) gefertigt ist, oder die Leiterstruktur (20) ist mit einem Stellelement, das zumindest abschnittsweise aus der Formgedächtnislegierung (FGL) gefertigt ist, in einer Wirkverbindung gekoppelt. Die Leiterstruktur (20) ist innerhalb wenigstens einer der Leiterstrecken mittels Verformung (V) der Formgedächtnislegierung (FGL) auftrennbar ausgebildet, für eine elektrische Unterbrechung der wenigstens einen Leiterstrecke.

Fig. 3

Formgedächtnislegierung zur Trennung der elektrischen Verbindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Leiterstruktur für eine Batteriespeichervorrichtung und eine Batteriespeichervorrichtung mit einer entsprechenden Leiterstruktur für eine temperaturabhängige elektrische Unterbrechung von Leiterstrecken, die zur Verschaltung von Batteriezellen in der Batteriespeichervorrichtung angeordnet sind, insbesondere bei einem exothermen Notfall.

Ein Batteriespeicher ist ein elektrochemischer Speicher für elektrische Energie, der eine Vielzahl von einzelnen Batteriezellen umfasst, wobei diese bei größeren Speichern in der Regel in Batteriemodulen zusammengefasst sind. Beispielsweise für mobile Anwendungen wie elektrische Antriebe von Fahrzeugen werden Batteriespeicher mit hoher Leistungsdichte benötigt, die sowohl eine hohe Speicherdichte als auch hohe Leistungsdichte an Bord bereitstellen. Diese Anforderungen haben sowohl eine dichte Anordnung der Batteriezellen auf einem Bauraum, als auch einen möglichst hohen Einsatz an elektrochemischen Aktivmaterial im Verhältnis zu den übrigen funktionalen Zellelementen in jeder Batteriezelle zur Folge. Die strukturelle Verdichtung in Batteriespeichern ist problematisch im Zusammenhang mit der Wärmeentwicklung beim Abruf hoher Leistungen während des Ladens oder Entladens der Batteriezellen, was angesichts der Möglichkeit einer Entzündung von brennbaren Aktivmaterialien prinzipiell risikobehaftet ist.

Es ist bekannt, dass zur Erhöhung der Sicherheit strombegrenzende Sicherungseinrichtungen zwischen Batteriezellen oder Batteriemodulen geschaltet sind, deren Leiter unter der Wärmeentwicklung eines überhöhten Stromes an einem Innenwiderstand durchglühen, oder die alternativ eine messtechnisch ausgelöste, reversible Schaltvorrichtung zur Trennung der elektrischen Verbindung bei überhöhten Strömen umfassen. Derartige Vorkehrungen können insbesondere helfen, eine exotherme Reaktion an Batteriezellen oder zumindest deren thermische Ausbreitung zu unterdrücken, wenn diese auf eine Wärmeentwicklung aus Kurzschlussströmen in einer schadhaften Batteriezelle zurückgehen.

In der Praxis besteht ein Problem, dass auch Schadensfälle auftreten können, in denen eine elektrische Trennung von Batteriezellen hilfreicher wäre, um eine thermische Ausbreitung zu unterdrücken, bereits bevor oder auch ohne dass

überhöhte Ströme in Leiterstrecken zwischen den Batteriezellen auftreten. Das trifft insbesondere für exotherme Reaktionen oder Schäden zu, die keine Kurzschlussströme im weiteren Schadensverlauf erzeugen, deren Wärmelast jedoch aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit der elektrischen Leiter erheblich auf benachbarte Batteriezellen einwirkt und über diese ausbreitet.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die voranstehend beschriebenen Nachteile zumindest teilweise zu beheben. Insbesondere ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit bereitzustellen, mittels derer eine Umstellung zwischen einer elektrischen Verbindung oder Unterbrechung in einer Leiterstrecke in einer Einstellung im Normalbetrieb und einer Einstellung in einem thermischen Notfall erfolgen kann.

Es ist ferner eine Aufgabe der Erfindung, eine solche Änderung in einer Leiterstrecke auch noch in einem thermischen Schadensfall vornehmen zu können, wenn eine Steuerung von Systemkomponenten des Batteriespeichers, wie einer Sicherungseinrichtung oder des umgebenden Systems infolge thermischer Schäden bereits ausgefallen ist.

Die voranstehenden Aufgaben werden gelöst durch eine Batteriespeichervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Leiterstruktur mit den Merkmalen des Anspruchs 13. 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 der erfindungsgemäßen Batteriespeichervorrichtung beschrieben sind, selbstverständlich auch im Zusammenhang mit einer erfindungsgemäßen Leiterstruktur und jeweils umgekehrt, sodass bzgl. der Offenbarung zu den einzelnen Erfindungsaspekten stets wechselseitig Bezug genommen wird bzw. werden kann.

Eine erfindungsgemäße Batteriespeichervorrichtung weist wenigstens zwei Batteriezellen für eine Speicherung von elektrischer Energie, und eine Leiterstruktur mit elektrischen Leiterstrecken, die zwischen den wenigstens zwei Batteriezellen und Potentialanschlüssen der Batteriespeichervorrichtung angeordnet sind, für eine elektrische Verschaltung der wenigstens zwei Batteriezellen, auf.

Erfindungsgemäß ist die Leiterstruktur zumindest abschnittsweise aus einer Formgedächtnislegierung gefertigt, oder die Leiterstruktur ist mit einem Stellelement,

das zumindest abschnittsweise aus der Formgedächtnislegierung gefertigt ist, in einer Wirkverbindung gekoppelt. Die Formgedächtnislegierung verformt sich in Abhängigkeit einer Temperatur oberhalb einer Schwellwerttemperatur, welche über einem Betriebstemperaturbereich der Batteriespeichervorrichtung liegt. Die Leiterstruktur ist innerhalb wenigstens einer der Leiterstrecken mittels Verformung der Formgedächtnislegierung auftrennbar ausgebildet ist, für eine elektrische Unterbrechung der wenigstens einen Leiterstrecke.

Analog hierzu ist erfindungsgemäß eine dementsprechende Leiterstruktur für eine Batteriespeichervorrichtung, mit mehreren elektrischen Leiterstrecken zur elektrischen Verschaltung von Batteriezellen in der Batteriespeichervorrichtung vorgesehen.

Die Erfindung sieht somit erstmals einen temperatursensiblen und temperaturabhängig selbsttätigen Mechanismus für eine Auftrennung einer Leiterstruktur in einer Batteriespeichervorrichtung vor, um eine elektrische Leiterstrecke an Batteriezellen zu unterbrechen.

Als ein großer Vorteil der Erfindung wird der selbsttätige Mechanismus, der auf dem Memory-Effekt einer Formgedächtnislegierung beruht, unabhängig von einer Sensorik für eine Temperaturerfassung ausgelöst. Dabei bleibt die Funktionalität des Mechanismus selbst unabhängig von der Funktionalität eines umgebenden Systems erhalten.

Dabei besteht ein weiterer Vorteil der Erfindung darin, dass die Funktionalität des selbsttätigen Unterbrechungsmechanismus auch noch bei hohen, d.h. für die Integrität eines umgebenden Systems kritischen Temperaturen erhalten bleibt, bei denen eine Leitungsstruktur zur Signalversorgung aus einem Sensor oder einer Stromversorgung für einen elektrisch betätigten Schalter bereits Schaden genommen hätte.

Als ein weiterer großer Vorteil der Erfindung wird der selbsttätige Unterbrechungsmechanismus auch unabhängig von einem Auftreten hoher Ströme, wie z.B. Kurzschlussströmen ausgelöst.

Ferner sind der Aufbau und die Funktionsweise dieses selbsttätigen Unterbrechungsmechanismus äußerst einfach, womit Vorteile bei der Herstellung und Montage in einer Serienfertigung verbunden sind.

So kann bereits nach einer anwendungsbezogenen Auswahl einer Legierung mit geeignetem Temperaturverhalten sowie einer geeigneten Dimensionierung in Bezug auf einen Bewegungsumfang und einer Ausrichtung einer Verformung zur Auftrennung der Leiterstruktur, der Mechanismus im Wesentlichen einteilig mit einem Leiterabschnitt der Leiterstruktur ausgebildet produziert werden. Hierbei ist beispielsweise ein zumindest zweischichtiger oder mehrschichtiger laminierter Aufbau eines Abschnittes der Leiterstruktur realisierbar, der eine funktionale Schicht aus einem elektrischen Leiter und eine funktionale Schicht aus der Formgedächtnislegierung umfasst oder ein homogener Aufbau des Abschnittes der Leiterstruktur, welcher vollständig aus der Formgedächtnislegierung besteht.

Alternativ kann, in einem funktional getrennten Aufbau, ein Formteil aus oder mit der Formgedächtnislegierung ebenso als ein Stellelement bereitgestellt sein, das über eine Flächenverbindung oder eine punktuelle Koppelung mit einem Abschnitt der Leiterstruktur eine Auftrennungsbewegung an der Leiterstruktur vollführt. In diesem Fall kann der betreffende Abschnitt der Leiterstruktur in der auftrennbaren Leiterstrecke aus einem Material zur Optimierung der elektrischen Leitfähigkeit und geringen Zugfestigkeit für eine leichte Auftrennung, wie insbesondere Kupfer oder Aluminium bestehen, während unabhängig davon das Stellelement aus einer funktionsoptimierten Formgedächtnislegierung gefertigt sein kann.

In der Anwendung verschafft die Erfindung den Vorteil, dass der temperaturgeführte Eingriff des selbsttätigen Mechanismus dazu genutzt wird, frühzeitig elektrische Leiterstrecken in einer Batteriespeichervorrichtung zu unterbrechen, bevor über diese Kurzschlussströme fließen können, welche eine thermische Ausbreitung auf weitere Batteriezellen bewirken.

Als ein weiterer Vorteil in der Anwendung der Erfindung wird der temperaturgeführte Eingriff des selbsttätigen Mechanismus dazu genutzt, eine thermische Leitfähigkeit der elektrischen Leiterstruktur in einer Batteriespeichervorrichtung, die ebenfalls eine thermische Ausbreitung auf weitere Batteriezellen unterstützt, und darüber hinaus eine Entzündungsquelle für brennbare Ausgasungen darstellen kann, sicher zu unterbrechen.

Dabei ist die erfindungsgemäße Batteriespeichervorrichtung ein Batteriepaket wie eine Traktionsbatterie eines elektrisch angetriebenen Fahrzeugs oder auch ein Bat-

teriemodul, das als Einheit mit mehreren Batteriezellen, insbesondere eine parallel verschaltete Einheit, einen Teil eines Batteriepaketes bildet.

Als Leitungsstruktur ist eine zumeist aus Kupfer ausgeführte Verdrahtung zur Verschaltung und Führung von Strömen zwischen den Batteriezellen gemeint, während eine Leiterstrecke den Weg einer elektrischen Verbindung, d.h. die Strecke eines Stromflusses zwischen zwei Punkten bezeichnet.

Unter einem Abschnitt der Leiterstruktur ist ein Teilstück einer Verdrahtung zu verstehen. Ein Abschnitt der Leiterstruktur wird durch ein Leitungsstück oder ein Element aus einem elektrischen Leiter gebildet, das zwischen zwei Punkten einer elektrischen Verschaltung angeordnet ist, um eine elektrischen Verbindung, d.h. eine Leiterstrecke zwischen diesen Punkten herzustellen.

Die Formulierung, dass die Leiterstruktur auftrennbar ausgebildet ist, umfasst verschiedene Vorkehrung zur Herabsetzung einer Festigkeit eines Materials an einer definierten Position als auch einen undefinierten Verlauf eines Materialbruches in einem vorgesehenen Abschnitt eines Elementes. Derartige Schwächungen oder Expositionen sind unter anderem beispielsweise eine Sollbruchstelle in Form einer Kerbe oder einer Einschnürung, eine Auflage an einer Kante eines bereitgestellten Gegenlagers, oder eine Anordnung eines zu einer Krafteinwirkung exponierten Bereiches eines Elementes. Die Schwächungen oder Expositionen bewirken, dass ein Material der Leiterstruktur bei Krafteinwirkung infolge einer Verformung der Formgedächtnislegierung bricht oder reißt. Alternative Vorkehrungen umfassen Verbindungen zwischen Elementen der Leiterstruktur, deren Dimensionierung auf eine geringere Festigkeit als diejenige der angrenzenden Elemente ausgelegt ist. Derartige Verbindungen sind beispielsweise formschlüssige oder reibschlüssige Verbindungen wie Fügeverbindungen oder Klemmverbindungen, oder stoffschlüssige Verbindungen wie Schweißverbindungen oder Lötverbindungen, die bei Krafteinwirkung infolge einer Verformung der Formgedächtnislegierung nachgeben und sich öffnen, auseinander gleiten, aufbrechen oder reißen.

Selbstverständlich umfasst die Formulierung, dass ein Element zumindest abschnittsweise aus der Formgedächtnislegierung gefertigt sei, beliebige Zwischenformen in Bezug auf eine Ausgestaltung einerseits, in der ein Element, d.h. eine Abschnitt der Leiterstruktur oder ein damit gekoppeltes Stellelement, vollständig aus der Formgedächtnislegierung besteht, und einer Ausgestaltung andererseits, in

der nur ein Endabschnitt, ein Zwischenabschnitt, mehrere Abschnitte, eine Schicht oder mehrere Schichten des Elementes aus der aus der Formgedächtnislegierung bestehen. Ebenso umfasst sind dabei Ausgestaltungen im Sinne eines Bimetall-Elementes oder eines mehrschichtigen, gegebenenfalls laminierten Elementes, bei dem ein an wenigstens einer Fläche des Elementes ein angefügter Abschnitt oder Schicht aus der Formgedächtnislegierung besteht. Eine mögliche Auswahl für eine Formgedächtnislegierung, die lediglich funktional zur Verformung eines Elementes der Leiterstruktur dient, besteht in einer Nickel-Titan Legierung. Eine bevorzugte Auswahl an Legierungen, die zugleich eine gute elektrische Leitfähigkeit aufweisen, umfasst kupferhaltige Legierungen, wie eine Nickel-Titan-Kupfer-, eine Kupfer-Zink- oder eine Kupfer-Zink-Aluminium-Legierung. Bei Auswahl der kupferhaltigen Legierungen und einer geeigneten Dimensionierung eines Leiterquerschnittes kann ebenso das gesamte zu verformende Element der Leiterstruktur homogen aus der entsprechenden Legierung geformt sein. Mit anderen Worten besteht ein Abschnitt der Leiterstruktur selbst vollständig aus einem vorgeformten Formteil aus der Formgedächtnislegierung, welches eine Verformung im Rahmen des Memory-Effektes vollführt.

Es kann von Vorteil sein, wenn an der Leiterstruktur Kontaktflächen ausgebildet sind, zur Herstellung eines Schaltkontaktes in der wenigstens einen Leiterstrecke. Somit kann eine reversible Auftrennung der Leiterstruktur im Sinne eines Schaltkontaktes geschaffen werden, der durch einen Aktor aus einer Formgedächtnislegierung betätigt wird.

Anderenfalls kann es von Vorteil sein, wenn an der Leiterstruktur eine Sollbruchstelle ausgebildet ist, für eine definierte Bruchgrenze in der Leiterstrecke des Leitungselementes in der wenigstens einen Leiterstrecke. Somit kann eine irreversible jedoch kontrollierte Auftrennung der Leiterstruktur gewährleistet werden.

Ferner kann es von Vorteil sein, wenn die Leiterstruktur Zellkontaktelemente und Leitungselemente umfasst, wobei die Zellkontaktelemente jeweils zwischen einer Innenseite und einer Außenseite der Batteriezellen angeordnet sind, und wenn die Leitungselemente jeweils zwischen den Zellkontaktelementen von benachbarten Batteriezellen angeordnet sind, oder jeweils zwischen wenigstens einem Zellkontaktelement und einem der Potentialanschlüsse angeordnet sind. Somit kann

eine funktionale Bauteilgliederung der Leiterstruktur entlang der einzelnen Leiterstrecken bereitgestellt werden.

In diesem Zusammenhang kann es von Vorteil sein, wenn die Formgedächtnislegierung in einem Leitungselement oder in einem mit dem Leitungselement gekoppelten Stellelement enthalten ist, und das Leitungselement über ein Zellkontaktelement mit einer der Batteriezellen verbunden ist, zur Ausbildung einer Leiterstrecke der Leiterstruktur zu der Batteriezelle, und wobei die Verformung mit steigender Temperatur der Formgedächtnislegierung zu der Batteriezelle abgewandt gerichtet in der Leiterstruktur ausgebildet ist, zur Einleitung einer Streckung in der Leiterstrecke der Leiterstruktur zu der Batteriezelle. Somit wird eine gute Krafteinleitung der Verformung zur Auftrennung der Leiterstruktur erzielt.

Von besonderem Vorteil ist dann eine Zugfestigkeit des Zellkontaktelements basierend auf einer Dimensionierung desselben auf einen Schwellwert eingestellt, der durch eine Zugspannung überschritten wird, die mittels der gerichteten Verformung der Formgedächtnislegierung auf das Zellkontaktelement aufgebracht wird, für einen Streckbruch des Zellkontaktelementes. Somit wird ein zuverlässiger Mechanismus zur Auftrennung der Leiterstruktur bereitgestellt.

Alternativ ist es von besonderem Vorteil, wenn eine Festigkeit einer Schweißverbindung zwischen dem Leitungselement und dem Zellkontaktelement basierend auf einer Dimensionierung derselben auf einen Schwellwert eingestellt ist, der durch eine Zugspannung überschritten wird, die mittels der gerichteten Verformung der Formgedächtnislegierung auf die Schweißverbindung aufgebracht wird, für einen Aufbruch der Schweißverbindung. Somit wird ein weiterer zuverlässiger Mechanismus zur Auftrennung der Leiterstruktur bereitgestellt.

Ebenso von Vorteil kann es sein, wenn das Leitungselement in wenigstens zwei Abschnitte unterteilt ist, zur Ausbildung einer unterteilten Leiterstrecke der Leiterstruktur, wobei die Formgedächtnislegierung in dem unterteilten Leitungselement oder in einem mit dem unterteilten Leitungselement gekoppelten Stellelement enthalten ist, und wobei die Verformung mit steigender Temperatur der Formgedächtnislegierung auf einen Einzelnen der Abschnitte gerichtet in der Leiterstruktur ausgebildet ist, oder zwischen den Abschnitten ausgerichtet, in der Leiterstruktur ausgebildet ist, zur Einleitung einer Aufspreizung der unterteilten Leiterstrecke der Leiterstruktur zwischen den Abschnitten des unterteilten

Leitungselementes. Somit wird ein alternativer, zuverlässiger Mechanismus zur Auftrennung der Leiterstruktur bereitgestellt.

In diesem Zusammenhang kann ebenso von Vorteil sein, wenn das unterteilte Leitungselement als ein Sammelleiter zur elektrischen Verbindung zwischen mehreren Batteriezellen, oder zur elektrischen Verbindung mehrerer Batteriezellen mit einem Potentialanschluss angeordnet ist. Dadurch kann eine Unterbrechung mehrerer elektrischer Verbindungen zu mehreren Batteriezellen zeitgleich ausgelöst werden.

Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Batteriespeichervorrichtung mehrere Batteriemodule, die jeweils eine Mehrzahl von Batteriezellen umfassen, aufweist, und die Leiterstruktur mehrere Modulkontaktelemente aufweist, die zwischen einer Innenseite und einer Außenseite jedes Batteriemoduls angeordnet sind, für eine modulare Verschaltung der Batteriemodule in der Batteriespeichervorrichtung; und wenn die Leiterstruktur innerhalb einer Leiterstrecke, die ein Batteriemodul mit einem anderen Batteriemodul verbindet, mittels der Verformung der Formgedächtnislegierung auftrennbar ausgebildet ist. Somit werden die Funktionalität und die Vorteile des temperaturabhängigen, selbsttätigen Unterbrechungsmechanismus auch auf die Systemebene einer Verschaltung von Batteriemodulen übertragen.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung ein Ausführungsbeispiel im Einzelnen beschrieben ist. Es zeigen schematisch:

- Fig. 1 einen schematischen Ausschnitt aus einer Batteriespeichervorrichtung und einer Leiterstruktur, während eines normalen Betriebs;
- Fig. 2 einen schematischen Ausschnitt aus der Batteriespeichervorrichtung und einem unterbrochenen Abschnitt der Leiterstruktur gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, in einem thermischen Notfall;
- Fig. 3 einen schematischen Ausschnitt aus der Batteriespeichervorrichtung und einem unterbrochenen Abschnitt der Leiterstruktur gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung, in einem thermischen Notfall;

- Fig. 4 eine Schnittansicht durch zwei benachbarte Batteriezellen, die durch eine Leiterstruktur verbunden sind;
- Fig. 5 eine Schnittansicht durch die zwei benachbarten Batteriezellen und einen unterbrochenen Abschnitt der Leiterstruktur gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, in einem thermischen Notfall;
- Fig. 6 eine Schnittansicht durch die zwei benachbarten Batteriezellen und einen unterbrochenen Abschnitt der Leiterstruktur gemäß einer anderen Ausführungsform der Erfindung, in einem thermischen Notfall;
- Fig. 7 eine Schnittansicht durch zwei benachbarte Batteriezellen, die durch eine Leiterstruktur gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung verbunden sind;
- Fig. 8 eine Schnittansicht durch die zwei benachbarten Batteriezellen und einen unterbrochenen Abschnitt der Leiterstruktur gemäß der Ausführungsform der Erfindung aus Fig. 7, in einem thermischen Notfall;
- Fig. 9 eine schematische Schnittansicht durch zwei Batteriemodule, die durch eine Leiterstruktur gemäß einer Ausführungsform der Erfindung verbunden sind, während eines normalen Betriebs; und
- Fig. 10 eine schematische Schnittansicht durch die zwei Batteriemodule und einen unterbrochenen Abschnitt der Leiterstruktur gemäß der Ausführungsform der Erfindung aus Fig. 9, in einem thermischen Notfall.

Fig. 1 zeigt einen Ausschnitt einer Batteriespeichervorrichtung 100 in einer Schnittdarstellung, die mehrere hintereinander angeordnete, prismatische Batteriezellen 10 umfasst, und ein Gehäuse 30, in dem die Batteriezellen 10 umschlossen sind. In der Batteriespeichervorrichtung 100 sind die Batteriezellen 10 durch mehrere elektrische Leiterstrecken einer Leiterstruktur 20 miteinander verschaltet.

Die Leiterstruktur 20 umfasst mehrere Bauteile, die innerhalb der Leiterstrecken miteinander verbunden sind. So werden einige der Leiterstrecken aus Punkten der Verschaltung zu einem von zwei Potentialanschlüssen 21 der Batteriespeichervorrichtung 100 zusammengeführt. Die Potentialanschlüsse 21 sind

beispielsweise als Stromschiene ausgebildet und erstrecken sich durch eine Außenwand des Gehäuses 30 hindurch von einer Innenseite zu einer Außenseite der Batteriespeichervorrichtung 100. An jeder Batteriezelle 10 umfasst die Leiterstruktur zwei Zellkontaktelemente 22, die beispielsweise in Form von Kontaktfahnen ausgebildet sind. Die Zellkontaktelemente 22 erstrecken sich von einer Innenseite zu einer Außenseite der Batteriezelle 10 durch einen Zellmantel. Zudem umfasst die Leiterstruktur 20 Leitungselemente 23, die beispielsweise als Kabel, Leiterplatten oder Sammelschienen, d.h. Busbars ausgebildet sind. Die Leitungselemente 23 sind zwischen den Zellkontaktelementen 22 aller Batteriezellen 10 und den Potentialanschlüssen 21 angeordnet, um eine elektrische Verschaltung aus einer Konfiguration aus Serienschaltung und Parallelschaltung je nach Anzahl und Gruppierung der Batteriezellen 10 herzustellen. Die Leitungselemente 23 und die Zellkontaktelemente 22 sowie die Potentialanschlüsse 21 der Leiterstruktur sind durch Fügeverbindung, Klemmverbindungen, Schweißverbindungen, Lötverbindungen, und dergleichen verbunden.

Das Leitungselement 23 der Leiterstruktur 20, das zwischen den Batteriezellen 10 und dem Potentialanschluss 21 angeordnet ist, umfasst benachbart zu einer Materialschicht aus Kupfer, welche eine Leiterbahn bildet, eine weitere Materialschicht aus einer Formgedächtnislegierung FGL, wie einer Kupfer-Zink- oder Kupfer-Zink-Aluminium-Legierung. Mit anderen Worten ist ein flaches Flächenelement aus einer Formgedächtnislegierung FGL mit einem flachen Abschnitt des Leitungselementes 23 im Sinne eines Schichtaufbaus flächig verbunden ist oder an einem oder mehreren Verbindungspunkten gekoppelt ist. In einer alternativen Variante besteht das gesamte Leitungselement 23 aus der Formgedächtnislegierung FGL und bildet ein in Bezug auf den Memory-Effekt vorgeformtes Formteil mit zweckmäßiger elektrischer Leitfähigkeit. In einer nicht dargestellten Variante dieser und nachfolgender gezeigten Ausführungsformen ist eine Sandwichanordnung vorgesehen, in der ein als Leiterbahn dienender Abschnitt oder Schicht des Leitungselementes 23 zwischen zwei kongruent vorgeformten Flächenelementen oder Schichten aus der Formgedächtnislegierung FGL angeordnet ist.

Unabhängig von den verschiedenen Aufbauten zur Integration der Formgedächtnislegierung FGL in dem Leitungselement 23, unterliegt die Formgedächtnislegierung FGL dem bekannten physikalischen Phänomen eines

temperaturabhängigen Memory-Effektes, wonach das Leitungselemente 23 gemeinsam mit der integrierten Formgedächtnislegierung eine temperaturabhängige Verformung vollführt.

Fertigungstechnisch wird das Leitungselement 23 mit der integrierten Formgedächtnislegierung FGL oder lediglich der Flächenkörper aus der Formgedächtnislegierung FGL vor dessen Integration mit dem Leitungselement 23, mit einer Krümmung vorgeformt, und anschließend in eine gerade Erstreckung umgeformt, welche in einem Temperaturbereich unterhalb einer Schwellwerttemperatur T_s eingehalten wird. Die Schwellwerttemperatur T_s ist so gewählt, dass diese oberhalb von Betriebstemperaturen liegt, die in einem regulären Betrieb der Batteriespeichervorrichtungen 100 im Inneren des Gehäuses 30 auftreten. Die Formgedächtnislegierung ist wiederum so gewählt, dass eine Verformung unter dem Memory-Effekt oberhalb der gewählten Schwellwerttemperatur T_s einsetzt.

In dem in Fig. 1 dargestellten Zustand befindet sich die Batteriespeichervorrichtung 100 in einem normalen Betrieb, und eine Temperatur T in dem Gehäuse 30, insbesondere eine lokale Temperatur an dem Leitungselement 23 der Leiterstruktur 20, der eine Formgedächtnislegierung enthält, liegt unterhalb der Schwellwerttemperatur T_s . In diesem Temperaturbereich, d.h. ohne Eintreten des Memory-Effektes der Formgedächtnislegierung, nimmt die integrierte Formgedächtnislegierung an dem Leitungselement 23 eine gerade Erstreckung ein. Die Leiterstruktur 20 befindet sich in einer ursprünglichen Formgebung aller Elemente und Verbindungen, so dass eine Leitungsstrecke über das Leitungselement 23 zwischen den Batteriezellen 10 und dem Potentialanschluss 21 intakt ist.

In Fig. 2 ist ein Zustand der Batteriespeichervorrichtung 100 gezeigt, in welcher eine exotherme Reaktion in einer Batteriezelle 10 aufgetreten ist, und sich eine Wärmelast W die mit Pfeilen gekennzeichnet ist, von der betreffenden Batteriezelle 10 aus auf benachbarte Batteriezellen 10 und umgebende Gehäuse 30 ausbreitet. Dabei hat eine lokale Temperatur T an dem Leitungselement 23 mit der Formgedächtnislegierung FGL die Schwellwerttemperatur T_s überschritten. Mit zunehmender Temperatur T hat anschließend das Leitungselement 23 eine Verformung V in dem gekennzeichneten Bereich erfahren. Wie zuvor beschrieben,

ist die vorgeformte Gestalt, in welche die Formgedächtnislegierung FGL unter dem Memory-Effekt zurückkehrt, eine gekrümmte Gestalt, genauer genommen in der dargestellten Ausführungsform eine S förmige doppelte Krümmung oder Kröpfung. Während ein oberer Abschnitt des Leitungselementes 23 in isolierter Weise ortsfest mit dem Gehäuse 30 verbunden ist, führen die Krümmungen der Formgedächtnislegierung FGL dazu, dass ein unterer Abschnitt des Leitungselementes 23 von der schadhaften Batteriezelle 10 hinweg geschwenkt und hinweg gezogen wird. Dabei wird eine Verbindung, wie beispielsweise eine Fügeverbindung oder Schweißverbindung zwischen dem unteren Abschnitt des Leitungselementes 23 und dem Zellkontaktelement 22 der Batteriezelle 10 aufgetrennt, d.h. herausgezogen oder ausgerissen. Demnach ist die Leiterstrecke der Leiterstruktur 20 zwischen der Batteriezelle 10 und dem Potentialanschluss 21 unterbrochen.

In Fig. 3 ist für eine andere Ausführungsform der Leiterstruktur ebenfalls der Zustand der Batteriespeichervorrichtung 100 gezeigt, in welcher eine exotherme Reaktion in einer Batteriezelle 10 aufgetreten ist. Eine Wärmelast W hat sich ausgebreitet, so dass eine lokale Temperatur T an dem Leitungselement 23 mit der Formgedächtnislegierung FGL die Schwellwerttemperatur T_s überschritten hat. In dieser Ausführungsform kehrt die Formgedächtnislegierung FGL in eine vorgeformte Gestalt einer einfachen Krümmung zurück, wobei eine Schwenkbewegung der Verformung V des Leitungselementes 23 von der schadhaften Batteriezelle 10 hinweg gerichtet ist. Ferner ist unterhalb benachbart der Verformung V eine Materialschwächung wie eine Sollbruchstelle vorgesehen, an welcher das Leitungselement 23 unter Krafteinwirkung der Formgedächtnislegierung FGL infolge des Memory-Effektes aufgetrennt wird, d.h. aufreißt oder aufbricht. Demnach ist die Leiterstrecke der Leiterstruktur 20 zwischen der Batteriezelle 10 und dem Potentialanschluss 21 unterbrochen.

Fig. 4 zeigt eine Schnittansicht durch zwei Batteriezellen 10 welche durch eine weitere Ausführungsform einer Leiterstruktur 20 elektrisch miteinander verbunden sind. Die Leiterstruktur 20 umfasst ein Leitungselement 23 aus Kupfer, an dem eine vorgeformte Schicht aus der Formgedächtnislegierung FGL integriert ist. In einer alternativen Variante besteht das gesamte Leitungselement 23 aus der Formgedächtnislegierung FGL und bildet ein in Bezug auf den Memory-Effekt vorgeformtes Formteil mit zweckmäßiger elektrischer Leitfähigkeit.

Eine Temperatur T in der Batteriespeichervorrichtung 100, insbesondere eine lokale Temperatur an dem Leitungselement 23 der Leiterstruktur 20, das die Formgedächtnislegierung FGL enthält, liegt unterhalb der Schwellwerttemperatur T_s . Dabei nimmt das Leitungselement 23 eine gerade Erstreckung zwischen den Zellkontaktelementen 22 der beiden Batteriezellen 10 ein.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform zu dem Aufbau aus Fig. 4 in einem Zustand, bei der ein exothermer Notfall in der oben dargestellten Batteriezelle 10 aufgetreten ist. Eine lokale Temperatur T an dem Leitungselement 23 hat die Schwellwerttemperatur T_s überschritten. Mit einem darüberhinausgehenden Temperaturanstieg ist der Memory-Effekt der Formgedächtnislegierung FGL an oder in dem Leitungselement 23 aufgetreten, wonach sich das Leitungselement 23 nach außen, d.h. von der betreffenden Batteriezelle 10 hinweg gekrümmt hat. Nach Krafteinwirkung der Verformung des Leitungselementes 23 ist das Zellkontaktelement 22 der betreffenden Batteriezelle 10, welches als eine dünne Kontaktfahne ausgebildet ist, an einer Kante des nach außen geneigten, freien Endes des Leitungselementes 23 aufgetrennt worden, d.h. abgesichert und gerissen. Demnach ist die Leiterstrecke der Leiterstruktur 20 zwischen den beiden Batteriezellen 10 unterbrochen.

Wie in Fig. 6 gezeigt ist, vollführt in einer anderen Ausführungsform zu dem Aufbau aus Fig. 4, das Leitungselementes 23 in einem entsprechenden exothermer Notfall ebenfalls nach Eintritt des Memory-Effektes der Formgedächtnislegierung FGL eine Krümmung nach außen. Hierbei ist jedoch abweichend zu der Ausführungsform in Fig. 5 vorgesehen, dass nach Krafteinwirkung der Verformung des Leitungselementes 23 mit der Formgedächtnislegierung FGL, eine Schweißverbindung mit begrenzter Dimensionierung zwischen dem nach außen geneigten, freien Ende des Leitungselementes 23 und dem Zellkontaktelement 22 der betreffenden Batteriezelle 10 aufgetrennt wird, d.h. abreißt. Infolgedessen wird die Leiterstrecke der Leiterstruktur 20 zwischen den beiden Batteriezellen 10 unterbrochen.

Fig. 7 zeigt einen Aufbau mit zwei Batteriezellen 10, die durch eine weitere Ausführungsform der Leiterstruktur 20 elektrisch miteinander verbunden sind. Dabei umfasst die Leiterstruktur 20 ein geteiltes Leitungselement 23 aus Kupfer mit zwei Abschnitten 23A und 23B, die in einem Überschneidungsbereich in Kontakt stehen. Die beiden Abschnitte 23A und 23B des geteilten Leitungselementes 23 sind jeweils

über ein Zellkontaktelement 22 mit einer der beiden Batteriezellen 10 verbunden. An wenigstens einem der Zellkontaktelemente 22 ist eine Schicht aus der Formgedächtnislegierung FGL integriert. In einer alternativen Variante besteht das gesamte Zellkontaktelemente 22 aus der Formgedächtnislegierung FGL und bildet ein in Bezug auf den Memory-Effekt vorgeformtes Formteil mit zweckmäßiger elektrischer Leitfähigkeit.

In dem dargestellten Aufbau liegt eine Temperatur T in der Batteriespeichervorrichtung 100, insbesondere eine lokale Temperatur an dem Zellkontaktelemente 22 der Leiterstruktur 20, das die Formgedächtnislegierung FGL enthält, unterhalb der Schwellwerttemperatur T_s . Dabei nimmt das geteilte Leitungselement 23 eine gerade Erstreckung zwischen den Zellkontaktelementen 22 der beiden Batteriezellen 10 ein.

Fig. 8 zeigt die Ausführungsform aus Fig. 7 wiederum in einem Zustand, bei der ein exothermer Notfall in der oben dargestellten Batteriezelle 10 aufgetreten ist. Mit einem Temperaturanstieg T an dem Zellkontaktelement 22, der über die Schwellwerttemperatur T_s hinaus geht, tritt der Memory-Effekt der Formgedächtnislegierung FGL in dem Zellkontaktelement 22 ein, wonach sich dieses nach außen, d.h. von der betreffenden Batteriezelle 10 hinweg gestreckt hat. Mit anderen Worten ist das Zellkontaktelement 22 mit der Formgedächtnislegierung FGL in einer geraden Erstreckung vorgeformt und mit einer Krümmung umgeformt worden, welche innerhalb eines Betriebstemperaturbereichs der Batteriespeichervorrichtung 100 beibehalten wird. Während des Memory-Effektes kehrt das Zellkontaktelement 22 mit der Formgedächtnislegierung FGL in die gerade Erstreckung zurück. Durch die Krafteinwirkung der Verformung des Zellkontaktelementes 22 werden die beiden Abschnitte 23A und 23B des geteilten Leitungselementes 23 aufgetrennt, d.h. ein Kontakt zwischen diesen geöffnet. Demnach ist die Leiterstrecke der Leiterstruktur 20 zwischen den beiden Batteriezellen 10 unterbrochen.

In einer nicht weiter dargestellten Variante zu dieser Ausführungsform, kann die Formgedächtnislegierung FGL ebenso in dem geteilten Leitungselementes 23 integriert sein, und eine Verformung vollführen, die sich einerseits ortsfest abstützt, und andererseits einen oder beide Abschnitte 23A und 23B des geteilten

Leitungselementes 23 aus ihrer vorherigen Position abhebt oder auslenkt, um eine Verbindung zwischen denselben aufzutrennen.

Die Figuren 9 und 10 zeigen eine schematische Darstellung in zwei thermischen Zuständen, in denen eine Leiterstrecke der Leiterstruktur 20 zur elektrischen Verschaltung von zwei Batteriemodulen 40 der Batteriespeichervorrichtung 100 vorgesehen ist. Jedes Batteriemodul 40 umfasst eine Mehrzahl von Batteriezellen 10. Ähnlich wie in den vorhergehenden Ausführungsformen von Leiterstrecken der Leiterstruktur 20 zwischen zwei Batteriezellen 10 oder zwischen Batteriezellen 10 und einem Potentialanschluss 21, umfasst auch die dargestellte Leiterstrecke zwischen den Batteriemodulen 40 einen Abschnitt mit einer Formgedächtnislegierung FGL. Diese ist in einem Leitungselement 23 enthalten, das zwischen zwei Modulkontaktelementen 24 angeordnet und mit diesen verbunden ist.

In einem in Fig. 10 dargestellten thermischen Notfall in dem rechten Batteriemodul 40 erfährt das Leitungselement 23 mit der Formgedächtnislegierung FGL eine Verformung V in dem gekennzeichneten Bereich in Form einer Krümmung, die von dem schadhafte Batteriemodul 40 abgewandt ist. Dabei wird die Verbindung zwischen dem ausgelenkten, geneigten Abschnitt des Leitungselementes 23 und dem zugeordneten Modulkontaktelementen 24 aufgetrennt, d.h. beispielsweise wird eine Schweißverbindung abgerissen oder eine Fügeverbindung gleitet auseinander. Infolgedessen wird die Leiterstrecke der Leiterstruktur 20 zwischen den beiden Batteriemodulen 40 unterbrochen.

In nicht weiter dargestellten alternativen Varianten aller zuvor beschriebenen Ausführungsformen, kann das Leitungselement 23, das Zellkontaktelement 22 oder ein anderes Element der Leiterstrecke innerhalb der zu unterbrechenden Leiterstrecke ebenso ohne eine Formgedächtnislegierung 23 ausgeführt sein und anstatt dessen mit einem Stellelement, das aus der Formgedächtnislegierung FGL besteht, gekoppelt sein. Dabei ist das Leitungselement 23 oder ein anderer betreffender Abschnitt der Leiterstrecke 20 einerseits ortsfest gelagert und andererseits aufspreizbar oder aufstellbar angelenkt. Das Stellelement aus der Formgedächtnislegierung FGL kann mit einer Krümmung vorgeformt und mit einer geraden Erstreckung nachträglich umgeformt sein, oder umgekehrt. Dabei kann das Stellelement in einer elektrisch isolierten Ausführung zwischen einer Gehäusewand und dem entsprechenden Abschnitt der Leiterstruktur 20 gekoppelt angreifen, oder

zwischen den beiden den Abschnitten 23A und 23B des geteilten Leitungselementes 23 angreifen. Unter dem Memory-Effekt der Formgedächtnislegierung FGL in dem Stellelement wird dann eine Verformung des gekoppelten Abschnittes der Leiterstruktur 20 vollführt. Unter der Krafteinwirkung der Verformung des Abschnittes der Leiterstruktur 20 wird der mit dem Stellelement gekoppelte Abschnitt der Leiterstruktur 20 auf eine der unterschiedlichen Weisen der beschriebenen Ausführungsformen aufgetrennt und eine zugeordnete Leiterstrecke, die über diesen gekoppelten Abschnitt der Leiterstruktur 20 führt, unterbrochen.

Die voranstehenden Erläuterungen der Ausführungsformen beschreiben die vorliegende Erfindung ausschließlich im Rahmen von Beispielen.

Bezugszeichenliste

10	Batteriezelle
20	Leiterstruktur
21	Potentialanschluss
22	Zellkontaktelement
23	Leitungselement
23A	Abschnitt von geteiltem Leitungselement
23B	Abschnitt von geteiltem Leitungselement
24	Modulkontaktelement
30	Gehäuse
40	Batteriemodul
100	Batteriespeichervorrichtung
T	Temperatur
Ts	Schwellwerttemperatur
FGL	Formgedächtnislegierung
V	Verformung der Leiterstruktur
W	Wärmelast

Patentansprüche**1. Batteriespeichervorrichtung (100), aufweisend:**

wenigstens zwei Batteriezellen (10) für eine Speicherung von elektrischer Energie;

eine Leiterstruktur (20) mit elektrischen Leiterstrecken, die zwischen den wenigstens zwei Batteriezellen (10) und Potentialanschlüssen (21) der Batteriespeichervorrichtung (100) angeordnet sind, für eine elektrische Verschaltung der wenigstens zwei Batteriezellen (10);

dadurch gekennzeichnet, dass

die Leiterstruktur (20) zumindest abschnittsweise aus einer Formgedächtnislegierung (FGL) gefertigt ist, oder die Leiterstruktur (20) mit einem Stellelement, das zumindest abschnittsweise aus der Formgedächtnislegierung (FGL) gefertigt ist, in einer Wirkverbindung gekoppelt ist, wobei sich die Formgedächtnislegierung (FGL) in Abhängigkeit einer Temperatur (T) oberhalb einer Schwellwerttemperatur (T_s), welche über einem Betriebstemperaturbereich der Batteriespeichervorrichtung liegt, verformt; und

die Leiterstruktur (20) innerhalb wenigstens einer der Leiterstrecken mittels Verformung (V) der Formgedächtnislegierung (FGL) auftrennbar ausgebildet ist, für eine elektrische Unterbrechung der wenigstens einen Leiterstrecke.

2. Batteriespeichervorrichtung (100) nach Anspruch 1, wobei an der Leiterstruktur (20) Kontaktflächen ausgebildet sind, zur Herstellung eines Schaltkontaktes in der wenigstens einen Leiterstrecke.**3. Batteriespeichervorrichtung (100) nach Anspruch 1, wobei an der Leiterstruktur (20) eine Sollbruchstelle ausgebildet ist, für eine definierte Bruchgrenze in der Leiterstrecke der Leiterstruktur (20).****4. Batteriespeichervorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Verformung (V) der Formgedächtnislegierung (FGL) eine zumindest**

- abschnittsweise Krümmung an der Leiterstruktur (20) oder dem Stellelement ausgebildet.
5. Batteriespeichervorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Leiterstruktur (20) Zellkontaktelemente (22) und Leitungselemente (23) umfasst, wobei die Zellkontaktelemente (22) jeweils zwischen einer Innenseite und einer Außenseite der Batteriezellen (10) angeordnet sind, und die Leitungselemente (23) jeweils zwischen den Zellkontaktelementen (22) von benachbarten Batteriezellen (10) angeordnet sind, oder jeweils zwischen wenigstens einem Zellkontaktelement (22) und einem der Potentialanschlüsse (21) angeordnet sind.
 6. Batteriespeichervorrichtung (100) nach Anspruch 5, wobei die Formgedächtnislegierung (FGL) in einem Leitungselement (23) oder in einem mit dem Leitungselement (23) gekoppelten Stellelement enthalten ist, und das Leitungselement (23) über ein Zellkontaktelement (22) mit einer der Batteriezellen (10) verbunden ist, zur Ausbildung einer Leiterstrecke der Leiterstruktur (20) zu der Batteriezelle (10), und wobei

die Verformung (V) mit steigender Temperatur der Formgedächtnislegierung (FGL) zu der Batteriezelle (10) abgewandt gerichtet in der Leiterstruktur (20) ausgebildet ist, zur Einleitung einer Streckung in der Leiterstrecke der Leiterstruktur (20) zu der Batteriezelle (10).
 7. Batteriespeichervorrichtung (100) nach Anspruch 6, wobei eine Zugfestigkeit des Zellkontaktelements (22) basierend auf einer Dimensionierung desselben auf einen Schwellwert eingestellt ist, der durch eine Zugspannung überschritten wird, die mittels der gerichteten Verformung (V) der Formgedächtnislegierung (FGL) auf das Zellkontaktelement (22) aufgebracht wird, für einen Streckbruch des Zellkontaktelementes (22).
 8. Batteriespeichervorrichtung (100) nach Anspruch 6, wobei eine Festigkeit einer Schweißverbindung zwischen dem Leitungselement (23) und dem Zellkontaktelement (22) basierend auf einer Dimensionierung derselben auf einen Schwellwert eingestellt ist, der durch eine Zugspannung überschritten wird, die mittels der gerichteten Verformung (V) der Formgedächtnislegierung

(FGL) auf die Schweißverbindung aufgebracht wird, für einen Aufbruch der Schweißverbindung.

9. Batteriespeichervorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das Leitungselement (23) in wenigstens zwei Abschnitte (23A, 23B) unterteilt ist, zur Ausbildung einer unterteilten Leiterstrecke der Leiterstruktur (20), wobei die Formgedächtnislegierung (FGL) in dem unterteilten Leitungselement (23) oder in einem mit dem unterteilten Leitungselement (23) gekoppelten Stellelement enthalten ist, und wobei

die Verformung (V) mit steigender Temperatur der Formgedächtnislegierung (FGL) auf einen Einzelnen der Abschnitte (23A) gerichtet in der Leiterstruktur (20) ausgebildet ist, oder zwischen den Abschnitten (23A, 23B) ausgerichtet in der Leiterstruktur (20) ausgebildet ist, zur Einleitung einer Aufspreizung der unterteilten Leiterstrecke der Leiterstruktur (20) zwischen den Abschnitten (23A, 23B) des unterteilten Leitungselementes (23).

10. Batteriespeichervorrichtung (100) nach Anspruch 9, wobei das unterteilte Leitungselement (23) als ein Sammelleiter zur elektrischen Verbindung zwischen mehreren Batteriezellen (10) angeordnet ist.
11. Batteriespeichervorrichtung (100) nach Anspruch 9, wobei das unterteilte Leitungselement (23) als ein Sammelleiter zur elektrischen Verbindung mehrerer Batteriezellen (10) mit einem Potentialanschluss (21) der Batteriespeichervorrichtung (100) angeordnet ist.
12. Batteriespeichervorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Batteriespeichervorrichtung (100) mehrere Batteriemodule (40), die jeweils eine Mehrzahl von Batteriezellen (10) umfassen, aufweist, und die Leiterstruktur (20) mehrere Modulkontaktelemente (24) aufweist, die zwischen einer Innenseite und einer Außenseite jedes Batteriemoduls (40) angeordnet sind, für eine modulare Verschaltung der Batteriemodule (40) in der Batteriespeichervorrichtung (100); und wobei
- die Leiterstruktur (20) innerhalb einer Leiterstrecke, die ein Batteriemodul (40) mit einem anderen Batteriemodul (40) verbindet, mittels Verformung (V) der Formgedächtnislegierung (FGL) auftrennbar ausgebildet ist.

13. Leiterstruktur (20) für eine Batteriespeichervorrichtung (100), mit mehreren elektrischen Leiterstrecken zur elektrischen Verschaltung von Batteriezellen (10) in der Batteriespeichervorrichtung (100);

dadurch gekennzeichnet, dass

die Leiterstruktur (20) zumindest abschnittsweise aus einer Formgedächtnislegierung (FGL) gefertigt ist, oder die Leiterstruktur (20) mit einem Stellelement, das zumindest abschnittsweise aus der Formgedächtnislegierung (FGL) gefertigt ist, in einer Wirkverbindung gekoppelt ist, wobei sich die Formgedächtnislegierung (FGL) in Abhängigkeit einer Temperatur (T) oberhalb einer Schwellwerttemperatur (T_s), welche über einem Betriebstemperaturbereich der Batteriespeichervorrichtung liegt, verformt; und

die Leiterstruktur (20) innerhalb wenigstens einer der Leiterstrecken mittels Verformung (V) der Formgedächtnislegierung (FGL) auftrennbar ausgebildet ist, für eine elektrische Unterbrechung der wenigstens einen Leiterstrecke.

14. Leiterstruktur (20) nach Anspruch 13, wobei die Verformung (V) der Formgedächtnislegierung (FGL) eine zumindest abschnittsweise Krümmung an der Leiterstruktur (20) oder dem Stellelement ausbildet.

15. Leiterstruktur (20) nach Anspruch 13 oder 14, wobei die Formgedächtnislegierung (FGL) in einer Leiterstrecke der Leiterstruktur (20) zu einer Batteriezelle (10) oder in einem mit der Leiterstrecke gekoppelten Stellelement enthalten ist, und wobei

die Verformung (V) mit steigender Temperatur der Formgedächtnislegierung (FGL) zu der Batteriezelle (10) abgewandt gerichtet in der Leiterstruktur (20) ausgebildet ist, zur Einleitung einer Streckung in der Leiterstrecke der Leiterstruktur (20) zu der Batteriezelle (10).

16. Leiterstruktur (20) nach Anspruch 13 oder 14, wobei die Formgedächtnislegierung (FGL) in einer in wenigstens zwei Abschnitte (23A, 23B) unterteilte Leiterstrecke der Leiterstruktur (20) oder in einem mit der unterteilten Leiterstrecke gekoppelten Stellelement enthalten ist, und wobei

die Verformung (V) mit steigender Temperatur der Formgedächtnislegierung (FGL) auf einen Einzelnen der Abschnitte (23A) gerichtet in der der Leiterstruktur (20) ausgebildet ist, oder zwischen den Abschnitten (23A, 23B) ausgerichtet in der Leiterstruktur (20) ausgebildet ist, zur Einleitung einer Aufspreizung der unterteilten Leiterstrecke der Leiterstruktur (20) zwischen den Abschnitten (23A, 23B).

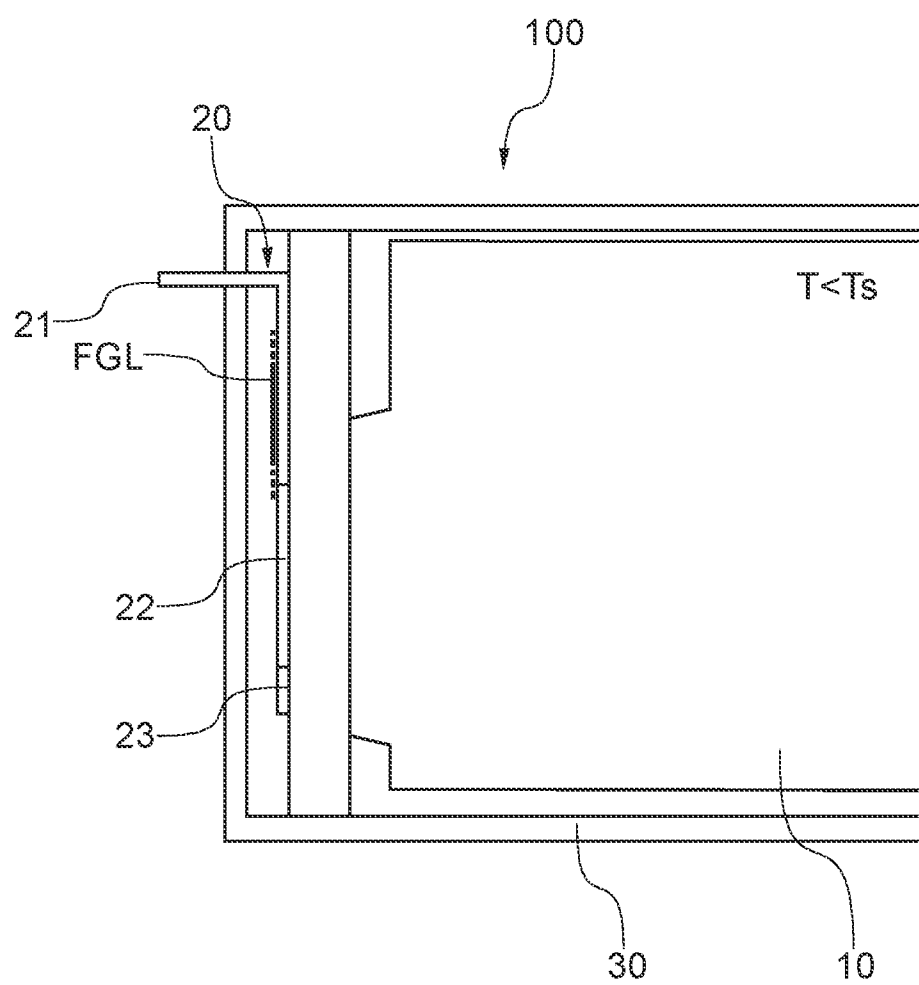


Fig. 1

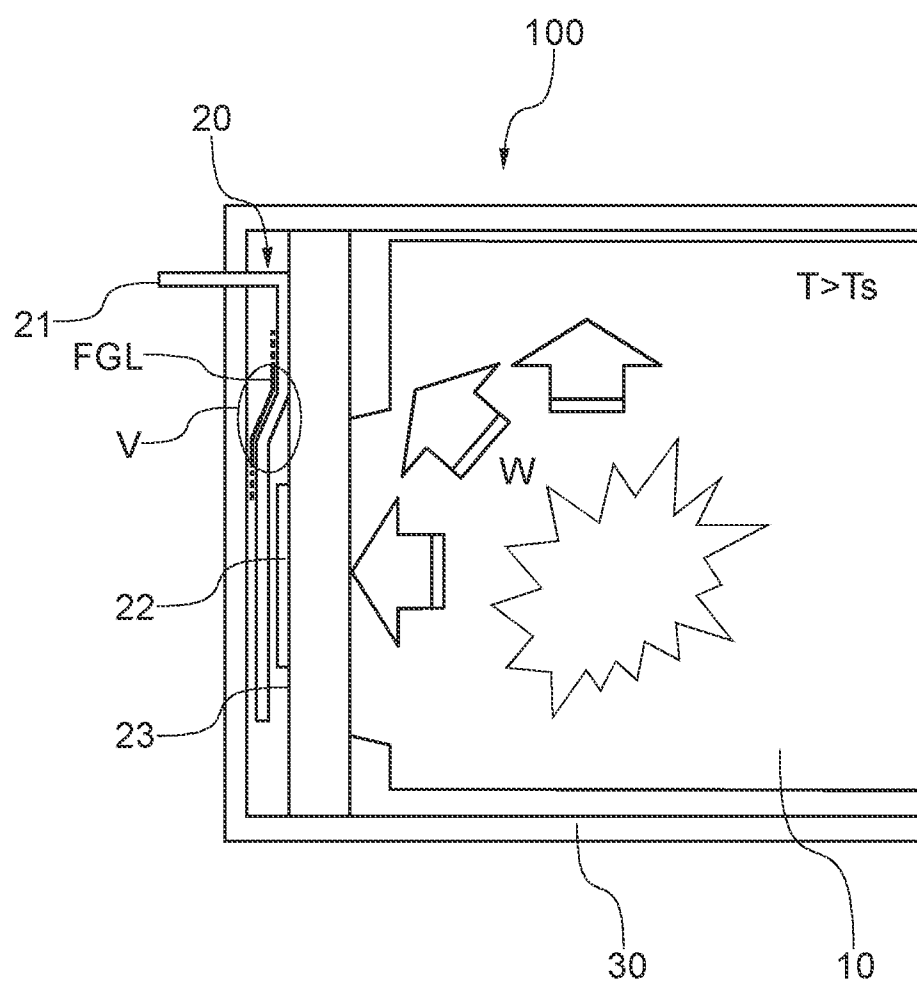


Fig. 2

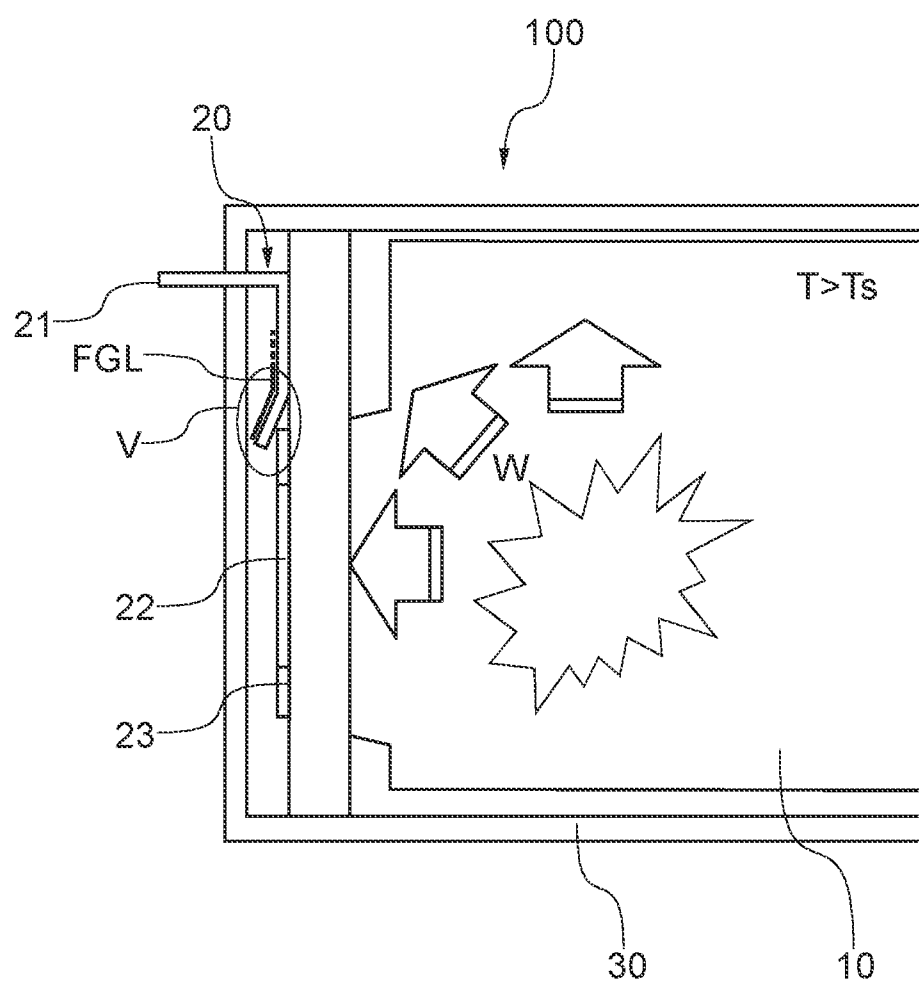


Fig. 3

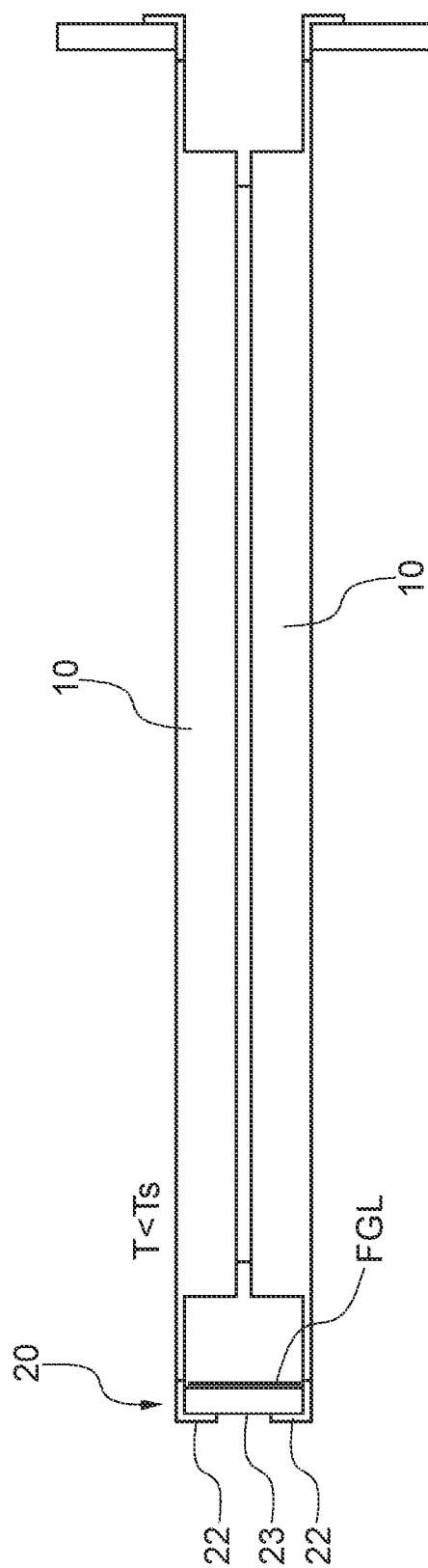


Fig. 4

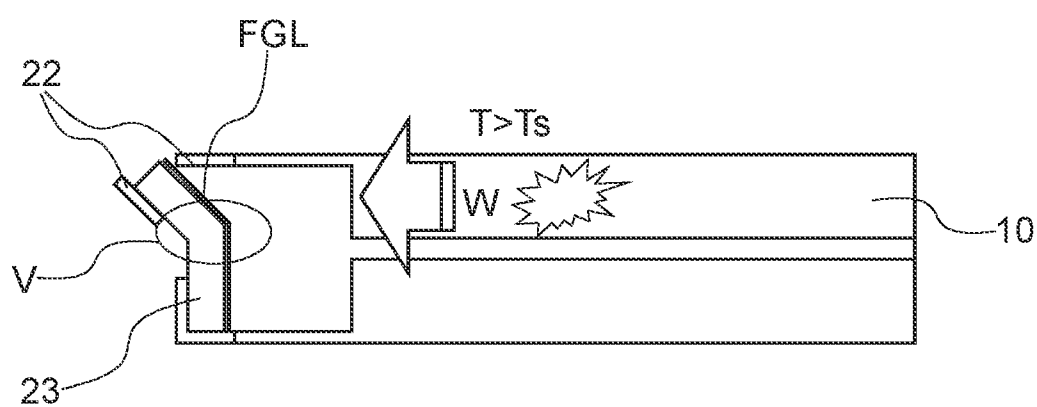


Fig. 5

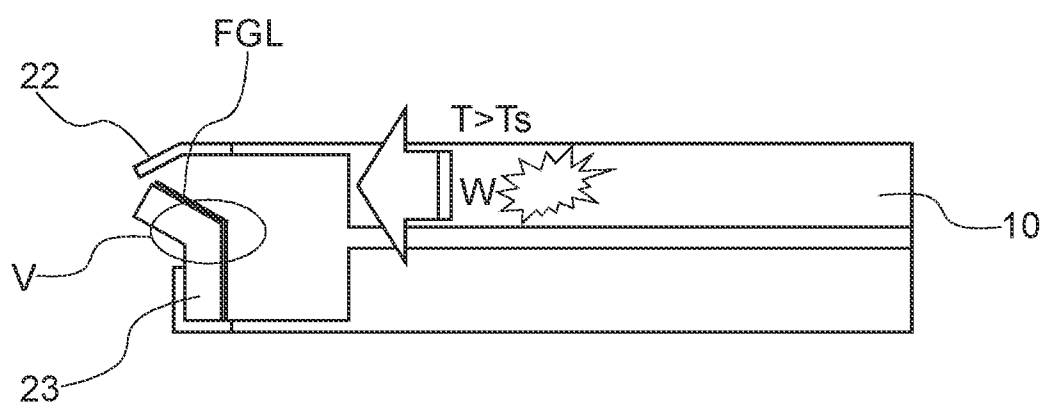


Fig. 6

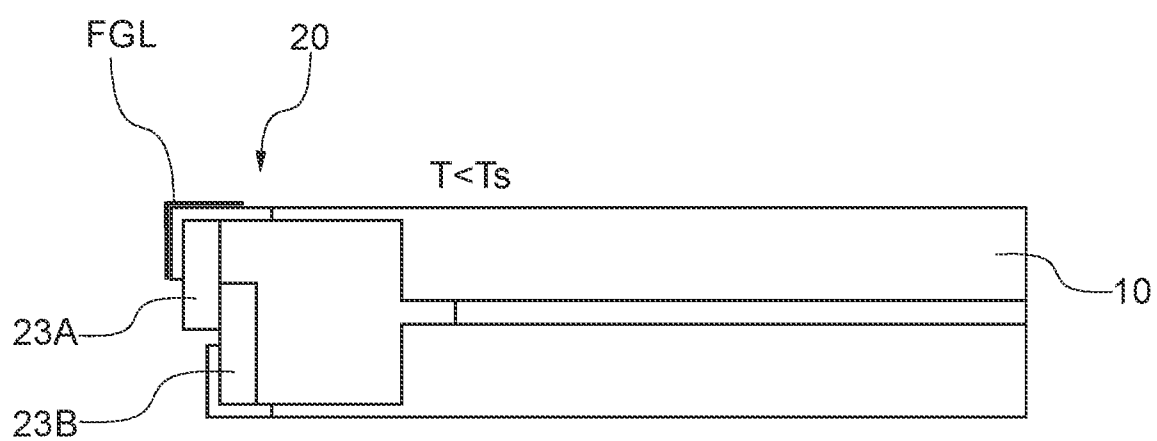
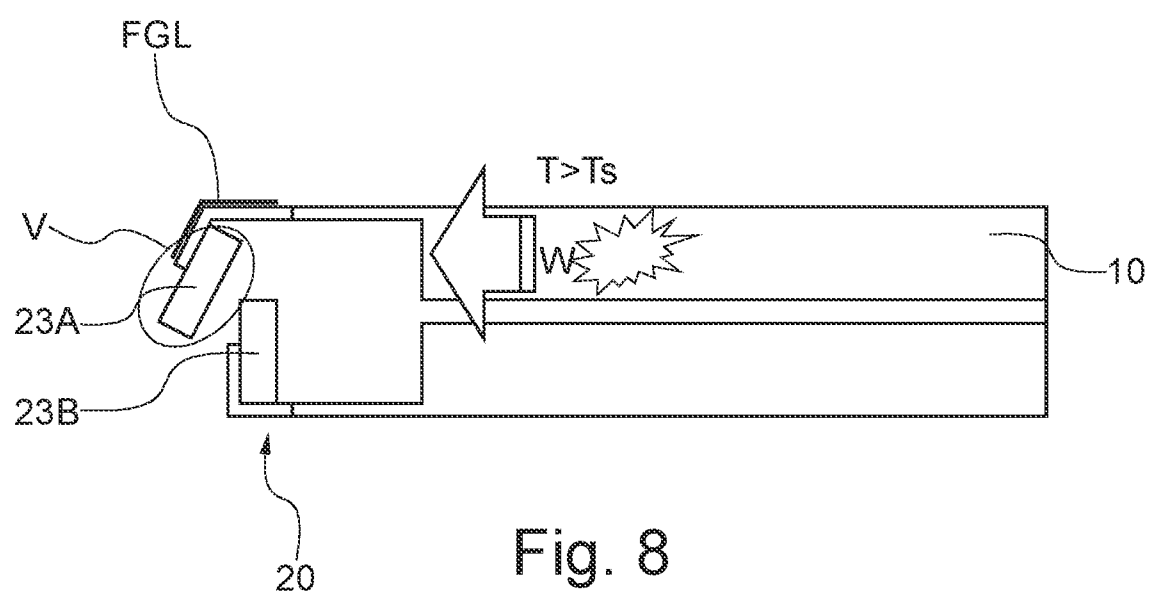


Fig. 7



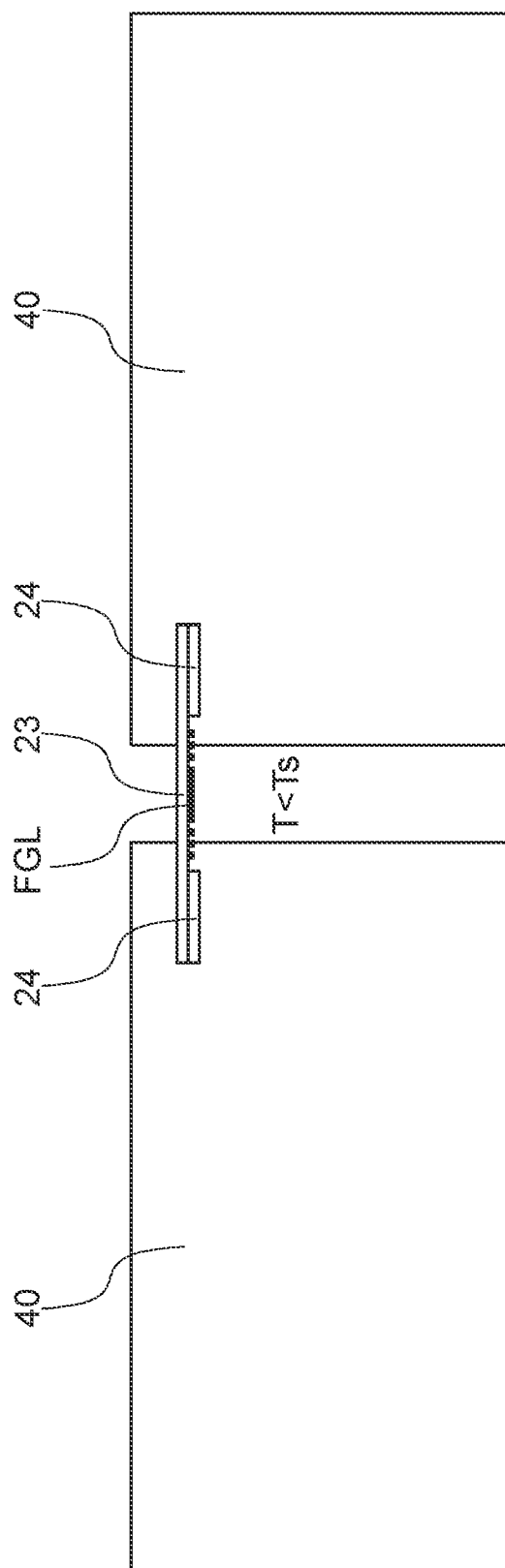


Fig. 9

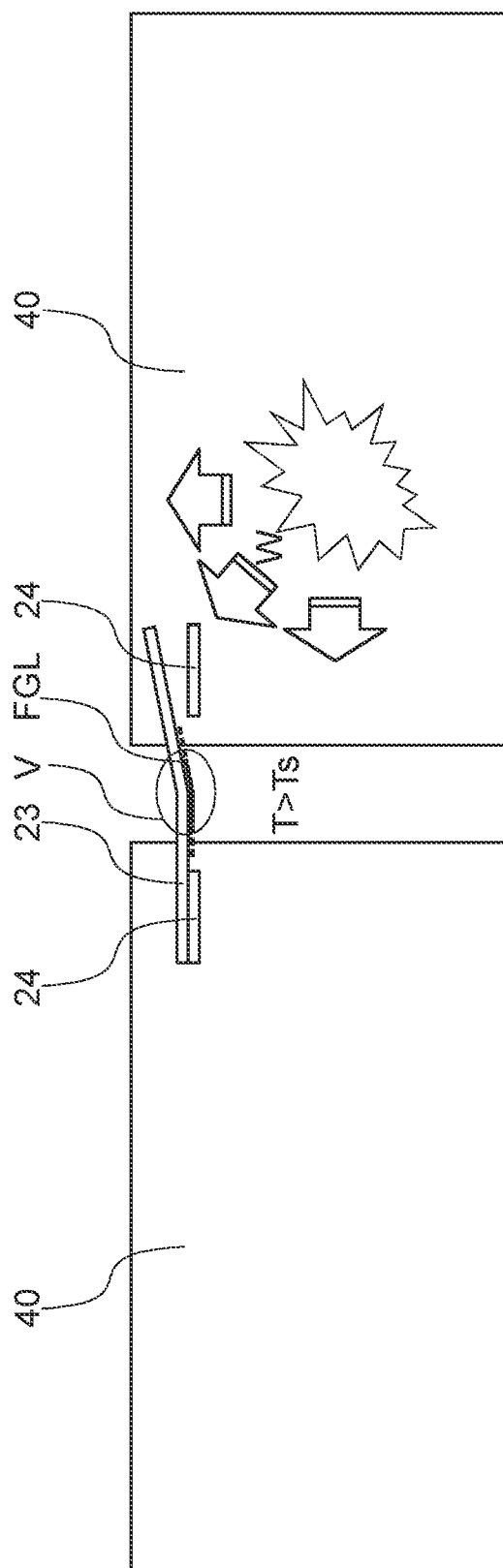


Fig. 10