



(10) **DE 10 2014 202 549 A1** 2015.08.13

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 202 549.4**

(22) Anmeldetag: **12.02.2014**

(43) Offenlegungstag: **13.08.2015**

(51) Int Cl.: **H01M 10/60** (2014.01)

**H01M 2/20** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München, DE**

(72) Erfinder:

**Wolfschmidt, Holger, Dr., 91056 Erlangen, DE;  
Ahrent, Kai, 09648 Mittweida, DE; Baumbach,  
Uwe, 07747 Jena, DE; Weydanz, Wolfgang, Dr.,  
91054 Buckenhof, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 10 2010 026 133 A1**

**DE 10 2011 015 040 A1**

**DE 10 2011 106 116 A1**

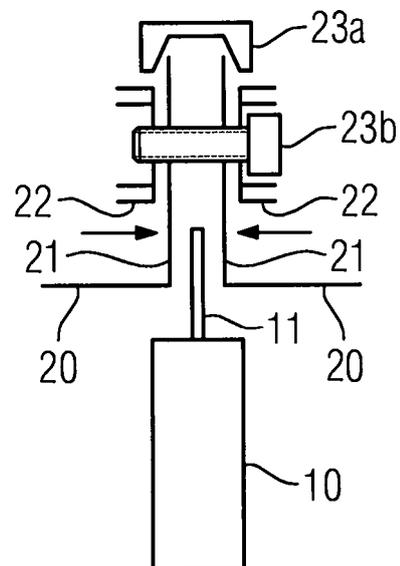
**EP 2 418 717 A1**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Elektrische Energiespeichereinrichtung und Verfahren zum Entwärmen einer elektrischen Energiespeichereinrichtung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung schafft eine elektrische Energiespeichereinrichtung zur verbesserten Entwärmung von Energiespeicherzellen, wie beispielsweise Lithium-Ionen-Zellen, insbesondere Pouch-Zellen. Hierzu erfolgt die Entwärmung, das heißt die Kühlung der elektrischen Energiespeicherzellen über die elektrischen Anschlüsse der Energiespeicherzellen. Die Verbindungsvorrichtung für die Anschlüsse der elektrischen Energiespeicherzelle weist dabei eine Kühlvorrichtung auf, über die eine effiziente Wärmeabgabe in die Umgebung ermöglicht wird.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Energiespeichereinrichtung und ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Energiespeichereinrichtung.

**[0002]** Elektrische Energiespeicher, wie zum Beispiel eine aufladbare Batterie, sind bekannt. Solche elektrischen Energiespeicher werden in zahlreichen technischen Anwendungen eingesetzt. Beispielsweise finden solche elektrischen Energiespeicher Verwendung in ganz oder teilweise elektrisch angetriebenen Kraftfahrzeugen, als Speichersysteme zur Kompensation von Spitzenleistungen in elektrischen Energieversorgungsnetzen, als Speicher für die Pufferung von regenerativer Energie in einem Gebäude und vielem mehr. Zur Speicherung der elektrischen Energie sind dabei unter anderem beispielsweise Lithium-Ionen-Batterien bekannt. Eine Batterie umfasst dabei in der Regel mehrere parallel und/oder seriell miteinander verschaltete einzelne Batteriezellen. Bei den einzelnen Batteriezellen kann es sich dabei beispielsweise um sogenannte Pouche-Zellen handeln.

**[0003]** Für einen langfristigen, problemfreien Betrieb über mehrere Jahre müssen die einzelnen Batteriezellen dabei in einem Modul langzeitstabil, mechanisch belastbar, sicher und wärmetechnisch optimal eingebaut werden. Dabei ist es bekannt, dass es durch elektrochemische Vorgänge im Inneren der Batteriezellen zu einer Erwärmung der Batteriezellen kommen kann. Darüber hinaus kann an den elektrischen Anschlüssen der Batteriezellen aufgrund eines nicht zu vernachlässigenden ohmschen Widerstandes ebenfalls eine thermische Verlustleistung entstehen, die zur Erwärmung der Batteriezellen führt. Je nach Umgebungsbedingung der Zellen kommt es dadurch zu einer mehr oder weniger starken Temperaturerhöhung. Um einen irreversiblen Schaden einer Batteriezelle zu vermeiden, darf dabei je nach Zelltyp der Batteriezelle eine vorgegebene Temperaturschwelle während des Betriebs jedoch nicht überschritten werden.

**[0004]** Die Deutsche Patentanmeldung DE 10 2008 010 813 A1 offenbart beispielsweise eine Batterie mit einer Wärmeleitplatte zum Temperieren der Batterie. Bei dieser Batterie sind dabei mehrere Einzelzellen miteinander verschaltet und zu einem Zellenverbund zusammengefasst. Jede der Einzelzellen ist dabei von einem Zellengehäuse umgeben, und jeder Einzelzelle ist ein Wärmeleitelement zugeordnet.

**[0005]** Die Ausgestaltung von elektrischen Energiespeichereinrichtungen bewegt sich daher in einem ingenieurtechnischen Spannungsfeld, bei dem es gilt einen möglichst guten Kompromiss zwischen mechanischer Stabilität, elektrischer Isolation und einer

möglichst guten Entwärmung der Batteriezellen zu finden.

**[0006]** Es besteht daher ein Bedarf nach einer elektrischen Energiespeichereinrichtung und einem Verfahren zum Entwärmen einer elektrischen Energiespeichereinrichtung, das eine effiziente Entwärmung der Energiespeicherzellen ermöglicht.

**Offenbarung der Erfindung**

**[0007]** Hierzu schafft die vorliegende Erfindung eine elektrische Energiespeichereinrichtung mit einer elektrischen Energiespeicherzelle mit einem Anschlusselement und einer Verbindungsvorrichtung mit einer Kühlvorrichtung, wobei die Verbindungsvorrichtung dazu ausgelegt ist, die Kühlvorrichtung mit dem Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle thermisch zu koppeln.

**[0008]** Ferner schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Entwärmen einer elektrischen Energiespeichereinrichtung mit den Schritten des Bereitstellens einer elektrischen Energiespeicherzelle mit einem Anschlusselement, des Bereitstellens einer Verbindungsvorrichtung mit einer Kühlvorrichtung, und dem thermischen Koppeln der Kühlvorrichtung der Verbindungsvorrichtung mit dem Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle.

**[0009]** Der vorliegenden Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, dass gerade an den elektrischen Anschlüssen einer Energiespeicherzelle eine besonders starke Erwärmung auftreten kann. Beispielsweise wird dabei die innerhalb der Batteriezelle während der elektrochemischen Vorgänge entstehende Wärme entlang dieser Anschlusselemente nach außen geführt. Darüber hinaus können die Anschlusselemente der Energiespeicherzelle auch einen elektrischen Widerstand aufweisen, der beim Laden bzw. Entladen der Energiespeicherzelle ebenfalls zu einer Erwärmung führen kann.

**[0010]** Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Idee zugrunde, eine elektrische Energiespeichereinrichtung bereitzustellen, bei der die Anschlusselemente der Energiespeicherzellen mittels einer Verbindungsvorrichtung nicht nur elektrisch und gegebenenfalls auch mechanisch verbunden werden, sondern bei der darüber hinaus auch eine thermische Kopplung der Anschlusselemente der Energiespeicherzelle mit einer Kühlvorrichtung erfolgt. Dabei kann die Entwärmung der Anschlusselemente der elektrischen Energiespeicherzelle dabei beispielsweise über eine in der Verbindungsvorrichtung integrierte Kühlvorrichtung erfolgen. Hierzu kann die Verbindungsvorrichtung mit einer großen Oberfläche ausgestattet werden. Somit kann über diese große Oberfläche der Verbindungsvorrichtung eine effiziente Abgabe von Wärme an die Umgebung erfolgen.

Ferner ist es auch möglich, ein zusätzliches Kühlelement auf der Verbindungsvorrichtung anzuordnen. In diesem Fall kann durch dieses zusätzliche Kühlelement auf der Verbindungsvorrichtung eine gute Wärmeabgabe an die Umgebung erfolgen. In allen Fällen wird eine effiziente Entwärmung der Anschlusselemente der elektrischen Energiespeicherzelle durch die mit den Anschlusselementen thermisch gekoppelten Verbindungselementen ermöglicht.

**[0011]** Die Verbindungselemente zur Entwärmung der Anschlusselemente der elektrischen Energiespeicherzelle können dabei jeweils individuell an die Anschlusselemente der verwendeten Energiespeicherzellen und an die für den Einbau erforderlichen weiteren Rahmenbedingungen angepasst werden. Daher kann in allen Fällen eine optimale Entwärmung der Anschlusselemente und somit der kompletten Energiespeicherzelle gewährleistet werden. Hierdurch ist es möglich, die Betriebstemperatur der elektrischen Energiespeicherzellen möglichst gering und für alle Zellen gleich zu halten. Dies ermöglicht einerseits eine kompakte Bauform, wodurch der erforderliche Raumbedarf für die Energiespeichereinrichtung reduziert werden kann. Darüber hinaus kann durch das Senken der Betriebstemperatur der Energiespeicherzelle auch die Lebensdauer der Energiespeicherzelle bzw. durch eine gleichmäßige Verteilung der Wärmebelastung die Lebensdauer des Gesamtsystems gesteigert werden. Somit steigt auch die Langzeitverfügbarkeit der erfindungsgemäßen Energiespeichereinrichtung.

**[0012]** In einer Ausführungsform umfasst die elektrische Energiespeicherzelle eine Lithium-Ionen-Batterie-Zelle, vorzugsweise eine Pouch-Zelle.

**[0013]** Solche elektrischen Energiespeicherzellen ermöglichen die Speicherung einer großen Menge elektrischer Energie bei relativ geringem Volumen. Die dabei ablaufenden Lade- bzw. Entladevorgänge führen aufgrund der oben beschriebenen Widerstände in den Anschlusselementen, sowie der innerhalb der Energiespeicherzelle ablaufenden elektrochemischen Prozesse zu einer Erwärmung. Diese Erwärmung kann durch die erfindungsgemäße elektrische Energiespeichereinrichtung sehr gut an die Umgebung abgegeben werden.

**[0014]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst die elektrische Energiespeichervorrichtung ferner eine Stromschiene, wobei die Verbindungsvorrichtung dazu ausgelegt ist, das Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle mit der Stromschiene elektrisch zu koppeln.

**[0015]** Durch eine Stromschiene ist es möglich, mehrere elektrische Energiespeicherzellen seriell bzw. parallel miteinander zu verbinden. Darüber hinaus kann durch die Stromschiene auch eine effizien-

te, niederohmige Verbindung der Anschlusselemente der Energiespeicherzellen mit den Außenanschlüssen der elektrischen Energiespeichervorrichtung bereitgestellt werden. Darüber hinaus ermöglicht die Stromschiene bei geeigneter Ausgestaltung eine weitere Wärmeabgabe an die Umgebung. Somit kann die Entwärmung der Energiespeichervorrichtung zusätzlich gesteigert werden.

**[0016]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Verbindungsvorrichtung ein Federelement oder ein Klemmelement.

**[0017]** Durch die Verwendung von Feder- bzw. Klemmelementen zur Kopplung der Anschlusselemente der elektrischen Energiespeicherzellen kann eine einfache und zuverlässige thermische und gleichzeitig auch elektrische, sowie mechanische Verbindung zwischen dem Verbindungselement und dem Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle erreicht werden. Federelemente ermöglichen dabei eine sehr einfache und rasche Montage der elektrischen Energiespeicherzelle innerhalb der Energiespeichereinrichtung. Hierbei sind keine weiteren mechanischen Arbeiten, wie beispielsweise Verschrauben, Löten, Schweißen oder ähnliches erforderlich. Somit können auch potentielle Fehlerquellen bei der weiteren Montage vermieden werden.

**[0018]** Gemäß einer Ausführungsform ist die Oberfläche des Federelements bzw. des Klemmelements größer als die Oberfläche des Anschlusselements der elektrischen Energiespeicherzelle.

**[0019]** Durch eine derart große Oberfläche des Feder- oder Klemmelements kann eine besonders effiziente Abgabe der thermischen Energie an die Umgebung erreicht werden. Somit ist eine besonders effiziente Entwärmung der Anschlusselemente der elektrischen Energiespeicherzellen möglich.

**[0020]** Gemäß einer Ausführungsform ist auf dem Federelement bzw. dem Klemmelement der Verbindungsvorrichtung ein Kühlelement angeordnet.

**[0021]** Ein solches Kühlelement auf dem Feder- oder Klemmelement der Verbindungsanordnung ermöglicht eine sehr gute Abgabe der thermischen Energie. Hierdurch ist eine effiziente Entwärmung der Anschlusselemente der elektrischen Energiespeicherzelle möglich. Solche Kühlelemente können zum Beispiel Kühligel, Kühlkörper, großflächige Platten, etc. sein.

**[0022]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Federelement der Verbindungsvorrichtung mindestens zwei Metallstreifen mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten.

**[0023]** Die zwei parallel zueinander angeordneten Metallstreifen mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten bilden ein Bimetall-Element. Die beiden Metallstreifen mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten sind dabei vorzugsweise an den Enden fest miteinander verbunden. Aufgrund der unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten der beiden Metallstreifen verbiegt sich dabei die Gesamtanordnung in Abhängigkeit der Temperatur an dem Federelement. Somit ist die Federkraft der Feder an der Verbindungsvorrichtung abhängig von der Temperatur der Verbindungsvorrichtung. Auf diese Weise ist es möglich, dass mit zunehmender Temperatur der Anpressdruck der Feder der Verbindungsvorrichtung gesteigert wird. Somit kann bei steigender Temperatur die mechanische Kopplung und damit einhergehend auch die thermische und elektrische Kopplung zwischen Verbindungsvorrichtung und Anschlusselement der Energiespeicherzelle gesteigert werden.

**[0024]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst die Verbindungsvorrichtung ferner einen elektrisch isolierenden Träger.

**[0025]** Ein solcher elektrisch isolierender Träger stellt eine stabile Basis für den Aufbau und die Aufnahme weiterer Komponenten der elektrischen Energiespeichervorrichtung dar. Beispielsweise kann auf diesem elektrisch isolierenden Träger eine Stromschiene angeordnet werden. Darüber hinaus kann der elektrisch isolierende Träger auch für die Anordnung weiterer Komponenten genutzt werden. Ein derartiger elektrisch isolierender Träger kann zum Beispiel eine Kunststoffplatte, eine Platine oder ein anderer Träger aus einem elektrisch nicht leitfähigen Material sein.

**[0026]** Gemäß einer Ausführungsform weist der elektrisch isolierende Träger eine Öffnung auf. Die elektrische Energiespeicherzelle ist dabei auf einer ersten Seite des elektrisch isolierenden Trägers angeordnet. Ein Kühlkörper ist weiterhin auf einer zweiten Seite des elektrisch isolierenden Trägers angeordnet. Die zweite Seite des elektrisch isolierenden Trägers liegt dabei der ersten Seite gegenüber. Die Anschlussvorrichtung der elektrischen Energiespeicherzelle ragt durch die Öffnung in dem elektrisch isolierenden Träger durch den Träger hindurch.

**[0027]** Durch einen separaten Kühlkörper auf dem elektrisch isolierenden Träger kann eine sehr gute Entwärmung der Anschlusselemente der elektrischen Energiespeicherzelle ermöglicht werden. Der elektrisch isolierende Träger trennt dabei die elektrische Energiespeicherzelle auf der ersten Seite von dem Kühlkörper auf der zweiten Seite, so dass ein besonders sicherer Betrieb möglich wird und dabei auch die von dem Kühlkörper abgestrahlte Wärme nicht

in die Richtung der elektrischen Energiespeicherzelle abgegeben wird.

**[0028]** Gemäß einer Ausführungsform ist das Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle vollflächig ausgeführt.

**[0029]** Ein derartiges vollflächiges Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle ermöglicht eine besonders gute Stromführung. Somit kann der elektrische Widerstand des Anschlusselementes gering gehalten werden, was zu relativ geringen Verlusten und somit zu einer möglichst geringen Erwärmung des Anschlusselements führt.

**[0030]** Gemäß einer alternativen Ausführungsform umfasst das Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle einen Abschnitt mit einer Öffnung. Die Öffnung in dem Abschnitt des Anschlusselements ist dabei von einem Kühlmedium durchströmbar.

**[0031]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle eine lamellenförmige Kühlstruktur.

**[0032]** Eine solche lamellenförmige Kühlstruktur ermöglicht eine gut Abgabe von Wärme an die Umgebung. Auf diese Weise kann das Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle und damit die gesamte Anordnung effizient entwärmt, das heißt gekühlt, werden.

**[0033]** Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle ferner eine Strömungsleitvorrichtung. Die Strömungsleitvorrichtung ist dabei dazu ausgelegt, die Strömungsrichtung des Kühlmediums zu beeinflussen.

**[0034]** Durch die Beeinflussung der Strömungsrichtung des Kühlmediums kann das Kühlmedium effizient an den Anschlusselementen der elektrischen Energiespeichervorrichtung vorbeigeleitet werden. Hierdurch kann die Entwärmung weiter gesteigert werden.

**[0035]** Gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens zum Entwärmen der elektrischen Energiespeichereinrichtung stellt der Schritt zum Bereitstellen der Verbindungsvorrichtung eine Verbindungsvorrichtung mit einem Federelement bereit.

**[0036]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform umfasst das Verfahren einen Schritt zum Bereitstellen eines elektrisch isolierenden Trägers. Der Träger umfasst dabei eine Öffnung. Das Verfahren umfasst ferner einen Schritt zum Anordnen der elektrischen Energiespeicherzelle auf einer ersten Seite des Trägers. Weiterhin umfasst das Verfahren einen Schritt

zum Hindurchführen des Anschlusselements von einer ersten Seite des Trägers zu einer der ersten Seite gegenüber liegenden zweiten Seite des Trägers. Der Schritt zum thermischen Koppeln koppelt die Kühlvorrichtung der Verbindungsvorrichtung mit dem Anschlusselement der elektrischen Energiespeicherzelle auf der zweiten Seite des Trägers.

**[0037]** Weitere Ausführungsformen und Vorteile der nachfolgenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung unter Bezug auf die beigegeführten Zeichnungen.

**[0038]** Dabei zeigen:

**[0039]** Fig. 1 eine schematische Darstellung der Seitenansicht auf eine elektrische Energiespeicherzelle gemäß einem Ausführungsbeispiel;

**[0040]** Fig. 2 eine weitere schematische Darstellung einer Seitenansicht auf eine elektrische Energiespeicherzelle gemäß einem Ausführungsbeispiel;

**[0041]** Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Seitenansicht einer elektrischen Energiespeichereinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel;

**[0042]** Fig. 4 eine schematische Darstellung einer elektrischen Energiespeichereinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel;

**[0043]** Fig. 5 eine schematische Darstellung einer elektrischen Energiespeichereinrichtung gemäß einem alternativen Ausführungsbeispiel;

**[0044]** Fig. 6 eine schematische Darstellung einer elektrischen Energiespeichereinrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel;

**[0045]** Fig. 7 eine schematische Darstellung einer elektrischen Energiespeichereinrichtung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;

**[0046]** Fig. 8 eine schematische Darstellung eines Anschlusselements einer Energiespeicherzelle gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel;

**[0047]** Fig. 9 eine schematische Darstellung eines Anschlusselements einer elektrischen Energiespeicherzelle, das mit einer Verbindungsvorrichtung gekoppelt ist; und

**[0048]** Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Ablaufdiagramms für ein Verfahren zum Entwärmen einer elektrischen Energiespeichereinrichtung, wie es einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zugrunde liegt.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

**[0049]** Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer elektrischen Energiespeicherzelle **10**. Bei der elektrischen Energiespeicherzelle **10** kann es sich beispielsweise um eine Batteriezelle handeln. Solche Batteriezellen speichern die bereitgestellte elektrische Energie mittels elektrochemischer Vorgänge im Inneren der Batteriezelle. Beispielsweise kann es sich bei der elektrischen Energiespeicherzelle **10** um eine Batteriezelle in Form einer Lithium-Ionen-Batterie handeln. Insbesondere kann es sich bei der elektrischen Energiespeicherzelle **10** um eine sogenannte Pouch-Zelle handeln. Die elektrische Energiespeicherzelle **10** weist dabei in der Regel zwei Anschlusselemente **11** auf. Hierbei handelt es sich in der Regel um den Pluspol und den Minuspol.

**[0050]** Grundsätzlich sind jedoch auch elektrische Energiespeicherzellen **10** möglich, die eine andere Anzahl von elektrischen Anschlusselementen **11** aufweisen. So ist es beispielsweise möglich, dass die elektrische Energiespeicherzelle **10** nur ein Anschlusselement **11** aufweist, und der Stromkreis über einen weiteren Punkt, beispielsweise einen elektrischen Kontakt an der Außenseite der elektrischen Energiespeicherzelle **10**, geschlossen wird. Ferner sind grundsätzlich auch elektrische Energiespeicherzellen **10** möglich, die mehr als nur zwei Anschlusselemente **11** aufweisen.

**[0051]** Über die elektrischen Anschlusselemente **11** kann an der elektrischen Energiespeicherzelle **10** elektrische Energie bereitgestellt werden, die daraufhin mittels elektrochemischer Prozesse im Inneren der elektrischen Energiespeicherzelle **10** gespeichert wird. Durch Umkehrung dieser elektrochemischen Prozesse im Inneren der elektrischen Energiespeicherzelle **10** kann dann zu einem späteren Zeitpunkt an den Anschlusselementen **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** diese elektrische Energie zumindest teilweise wieder bereitgestellt werden.

**[0052]** Fig. 2 zeigt eine Seitenansicht einer elektrischen Energiespeicherzelle **10** mit den Anschlusselementen **11**. Auch wenn in den hier dargestellten Beispielen die Anschlusselemente **11** alle am oberen Bereich der elektrischen Energiespeicherzelle **10** angeordnet sind, so sind auch andere Positionen für das Herausführen der Anschlusselemente **11** aus der elektrischen Energiespeicherzelle **10** möglich. Auch müssen nicht alle Anschlusselemente **11** an der gleichen Seite der Energiespeicherzelle **10** angeordnet sein.

**[0053]** Fig. 3 zeigt eine Darstellung einer elektrischen Energiespeichereinrichtung **1** mit einer Mehrzahl von elektrischen Energiespeicherzellen **10**. Die hier dargestellte Anzahl von drei elektrischen Energiespeicherzellen **10** dient dabei nur zum besseren

Verständnis. Darüber hinaus ist jede beliebige weitere Anzahl von elektrischen Energiespeicherzellen **10** innerhalb einer elektrischen Energiespeichereinrichtung **1** ebenso möglich. Die elektrischen Energiespeicherzellen **10** können dabei sowohl seriell als auch parallel miteinander verschaltet werden. Auch eine Kombination von serieller und paralleler Verschaltung von mehreren elektrischen Energiespeicherzellen **10** innerhalb der elektrischen Energiespeichereinrichtung **1** ist möglich. Bei einer Parallelschaltung werden dabei alle Anschlusselemente **11** einer Polarität der elektrischen Energiespeicherzelle **10** jeweils mittels einer Stromschiene **30** gemeinsam miteinander verbunden. Alternativ ist auch eine andere Verschaltung der Anschlusselemente **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** mittels einer oder mehrerer Stromschienen **30** möglich. Auf diese Weise kann eine flexible parallele bzw. serielle Verschaltung der Mehrzahl von elektrischen Energiespeicherzellen **10** erreicht werden. Hierdurch kann die Ausgangsspannung und/oder der Ausgangsstrom der gesamten Anordnung erweitert bzw. angepasst werden.

**[0054]** Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer elektrischen Energiespeichereinrichtung **1**. Ein Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** ist dabei mit einer Verbindungsvorrichtung **20** gekoppelt. In dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei der Verbindungsvorrichtung **20** um ein Federelement oder ein Klemmelement. Das Feder- bzw. Klemmelement übt dabei auf das Anschlusselement **11** in Pfeilrichtung eine Kraft aus. Durch dieses Feder- bzw. Klemmelement der Verbindungsvorrichtung **20** wird das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** eingeklemmt. Durch den Anpressdruck des Feder- bzw. Klemmelements der Verbindungsvorrichtung **20** entsteht dabei eine thermische Kopplung zwischen Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** und der Verbindungsvorrichtung **20**. Auf diese Weise kann die in der elektrischen Energiespeicherzelle **10** und in dem Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** entstehende thermische Energie auf die Verbindungsvorrichtung **20** überkoppeln. Hierdurch erfolgt eine Entwärmung des Anschlusselements **11** und somit auch eine Entwärmung der elektrischen Energiespeicherzelle **10**. Gleichzeitig erfolgt durch die Verbindungsvorrichtung **20** auch eine mechanische Fixierung des Anschlusselements **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10**. Somit wird die elektrische Energiespeicherzelle **10** auch mechanisch an ihrer vorbestimmten Position gehalten. Weiterhin kann durch die Verbindungsvorrichtung **20** auch gleichzeitig die elektrische Verbindung zu den Anschlusselementen **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** ermöglicht werden. Alternativ kann jedoch auch eine zusätzliche mechanische Halterung für die Zellen bereitgestellt werden. Somit erfolgt auch eine elektrische Kontaktierung der Energiespeicherzelle **10**.

**[0055]** Handelt es sich bei dem Verbindungselement **20** um ein Federelement, so wird dabei die Kraft für die Kontaktierung aus diesem Federelement bezogen. Im Falle eines Klemmelements dagegen wird die Kraft für die Kontaktierung durch einem zusätzlichen Element bereitgestellt. Beispielsweise kann es sich dabei um eine zusätzliche Klemme **23a** oder eine Schraube **23b** handeln. Gleichzeitig kann durch dieses zusätzliche Element **23a, 23b** auch die Befestigung eines zusätzlichen Kühlelements **22** erfolgen.

**[0056]** In dem in Fig. 4 dargestellten Ausführungsbeispiel wird das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** dabei von zwei Seiten jeweils durch ein Federelement bzw. ein Klemmelement der Verbindungsvorrichtung **20** gehalten. Darüber hinaus ist es jedoch ebenso möglich, dass eine Seite eine starre, nicht federnde thermische, elektrische und/oder mechanische Kontaktierung bereitstellt, während nur die jeweils andere Seite als Federelement ausgestaltet ist, um den erforderlichen Anpressdruck bereitzustellen.

**[0057]** Vorzugsweise ist dabei zumindest ein Teil der Verbindungsvorrichtung **20** als Kühlvorrichtung **21** ausgestaltet. Der als Kühlvorrichtung **21** ausgestaltete Teil der Verbindungsvorrichtung **20** ermöglicht dabei eine Abgabe von thermischer Energie in die Umgebung. Somit kann die Wärmeenergie aus der elektrischen Energiespeicherzelle **10** und dem Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10**, die über die Verbindungsvorrichtung **20** einkoppelt, durch die Kühlvorrichtung **21** an die Umgebung abgegeben werden. Auf diese Weise ist eine effiziente Entwärmung möglich. Hierzu kann beispielsweise die Verbindungsvorrichtung **20** einen Bereich mit einer großen glatten oder auch strukturierten Oberfläche aufweisen, über den die thermische Energie in die Umgebung abgegeben werden kann. Dabei kann das Anschlusselement **11** der Energiespeicherzelle **10** eine gleiche oder gegengleiche Struktur wie die Verbindungsvorrichtung **20** aufweisen, um die die Kontaktflächen zu maximieren. Vorzugsweise ist dabei die Oberfläche des als Kühlvorrichtung **21** dienenden Teils der Verbindungsvorrichtung **20** bzw. die Oberfläche des Federelements größer als die Oberfläche des Anschlusselements **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10**.

**[0058]** Für eine weitere Verbesserung der Wärmeabgabe in die Umgebung kann an der Verbindungsvorrichtung **20** auch ein zusätzliches Kühlelement **22** angeordnet werden. Ein solches Kühlelement **22** kann entweder auf einer oder alternativ auf beiden Seiten der Verbindungsvorrichtung **20** angeordnet werden. Bei dem Kühlelement **22** kann es sich beispielsweise um einen Kühligel, um Kühlrippen, oder um eine beliebige weitere Struktur mit einer vorzugsweise großen Oberfläche zur Wärmeabgabe an die Umgebung handeln.

**[0059]** Das Federelement der Verbindungsvorrichtung **20** kann dabei auch als Bimetall ausgeführt werden. Bei einem Bimetall handelt es sich dabei vorzugsweise um eine Struktur aus zwei miteinander verbundenen Metallstreifen, wobei die beiden Metallstreifen unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten haben. Bei Variation der Temperatur dehnt sich somit einer der beiden Metallstreifen stärker aus als der andere. Auf diese Weise kann mit steigender Temperatur ein steigender Anpressdruck der Federelemente auf das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** erreicht werden. Dies ermöglicht es beispielsweise das Federelement so auszugestalten, dass sich das Federelement bei einer Montage bei relativ niedriger Temperatur sehr leicht öffnen lässt, während bei einer höheren Betriebstemperatur der Anpressdruck der Federelemente auf das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** erhöht wird und somit eine gesteigerte thermische, mechanische und elektrische Kopplung erfolgt.

**[0060]** Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform einer elektrischen Energiespeichereinrichtung **1**. Die elektrische Energiespeichereinrichtung **1** umfasst dabei einen elektrisch isolierenden Träger **25**. Der elektrisch isolierende Träger **25** weist eine Öffnung **26** auf. Auf der Unterseite **25a** des elektrisch isolierenden Trägers **25** ist die elektrische Energiespeicherzelle **10** angeordnet. Dabei ragt das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** durch die Öffnung **26** des elektrisch isolierenden Trägers **25** hindurch. Auf der der Unterseite **25a** gegenüberliegenden Oberseite **25b** des elektrisch isolierenden Trägers **25** ist das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** mit einem Kühlkörper **27** thermisch gekoppelt. Beispielsweise kann hierzu der Kühlkörper **27** in geeigneter Weise über der Öffnung **26** des elektrisch isolierenden Trägers **25** angeordnet werden, so dass ein thermischer Kontakt zwischen Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** und dem Kühlkörper **27** entsteht. In dem dargestellten Beispiel in Fig. 5 wird hierzu der Kühlkörper **27** mit dem elektrisch isolierenden Träger **25** verbunden, wobei ein Teil des Anschlusselements **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** zwischen Kühlkörper **27** und elektrisch isolierendem Träger **25** eingeklemmt wird. Ebenso ist es möglich, dass das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** auf andere Weise mit dem Kühlkörper **27** verbunden wird, beispielsweise mittels Verschraubung, Verschweißen, oder einem alternativen Verbindungsverfahren.

**[0061]** Auch die Verbindung zwischen elektrisch isolierendem Träger **25** und Kühlkörper **27** kann mittels eines beliebigen Befestigungsverfahrens erfolgen. Beispielsweise kann der Kühlkörper **27** mit dem elektrisch isolierenden Träger **25** verschraubt werden. Alternativ ist auch ein Kleben, ein Schweißen,

Bonden oder ein beliebiges weiteres Verbindungsverfahren möglich. Für eine elektrische Verbindung des Anschlusselements **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** mit einem Außenanschluss der elektrischen Energiespeichereinrichtung **1** kann das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** auch elektrisch mit einer Stromschiene **30** kontaktiert werden. Zusätzlich oder alternativ ist es auch möglich, dass der Kühlkörper **27** und die Stromschiene **30** als ein gemeinsames Bauelement ausgeführt sind. In diesem Fall dient der Kühlkörper **27** gleichzeitig als Stromschiene, bzw. durch die Stromschiene wird gleichzeitig auch eine Kühlung der Anschlusselemente **11** ermöglicht.

**[0062]** Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung einer elektrischen Energiespeichereinrichtung **1** mit einer Mehrzahl von elektrischen Energiespeicherzellen **10**. Die Anschlusselemente **11** einer Polarität der elektrischen Energiespeicherzellen **10** sind dabei jeweils über den Kühlkörper **27** nicht nur thermisch, sondern auch elektrisch miteinander verbunden. Somit dient der Kühlkörper **27** auch gleichzeitig als Stromschiene zum Transport der elektrischen Energie. Alternativ zu der hier dargestellten Parallelschaltung der einzelnen elektrischen Energiespeicherzellen **10** kann darüber hinaus durch eine geeignete Konfiguration der Kühlkörper **27** auch eine Serienschaltung der einzelnen elektrischen Energiespeicherzellen **10** realisiert werden. Hierbei kann ein elektrisch isolierendes Element **28** zwischen Anschlusselement **11** und Kühlkörper **27** vorgesehen werden. Auch Kombinationen von Serien- bzw. Parallelschaltungen einzelner elektrischer Energiespeicherzellen **10** ist auf diese Weise möglich.

**[0063]** Fig. 7 zeigt eine Darstellung eines Anschlusselements **11** einer elektrischen Energiespeicherzelle **10**. Das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** weist dabei einen Abschnitt **11a** mit einer oder mehreren Öffnungen **12** auf. Diese Öffnungen sind von einem Kühlmedium, beispielsweise Luft, durchströmbar. Auf diese Weise kann eine Entwärmung der Anschlusselemente **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** mittels eines vorbeiströmenden Kühlmediums erreicht werden. Das Kühlmedium muss dabei nicht nur an den Außenseiten der Anschlusselemente **11** zwischen Energiespeicherzelle **10** vorbeiströmen, sondern kann aufgrund der Öffnungen **12** eine besonders effiziente Entwärmung der Anschlusselemente **11** ermöglichen. Zur Verbesserung der Stromtragfähigkeit kann insbesondere in dem Abschnitt **11a** dabei der Querschnitt des Anschlusselements **11** vergrößert werden, um einen gegebenenfalls durch die Öffnung **12** auftretenden erhöhten elektrischen Widerstand zu kompensieren.

**[0064]** Fig. 8 zeigt eine Draufsicht auf ein Anschlusselement **11** einer elektrischen Energiespeicherzelle **10** gemäß einer weiteren Ausführungsform. Das

Anschlusselement **11** weist dabei eine oder mehrere Ablenkvorrichtungen **13** auf, die dazu ausgelegt sind, eine vorbestimmte Strömungsrichtung **S** des Kühlmediums durch die Öffnungen **12** einzustellen. Beispielsweise kann durch die Ablenkvorrichtungen **13** somit ein möglichst homogener und gleichmäßiger Kühlmittelstrom durch mehrere hintereinander angeordnete Anschlusselemente **11** erreicht werden. Es ist jedoch auch möglich, die Ablenkvorrichtungen **13** in Abhängigkeit eines einzustellenden Kühlmittelstroms zu variieren, um so eine effizientere Kühlung der Anschlusselemente **11** zu erreichen.

**[0065]** Für eine besonders effiziente Entwärmung der Anschlusselemente **11** der elektrischen Energiespeicherzellen **10** kann dabei der Abschnitt **11a** vorzugsweise eine lamellenförmige Struktur aufweisen. Durch eine solche lamellenförmige Struktur ist eine effiziente Entwärmung der Anschlusselemente **11** bei gleichzeitiger Steuerung der Strömungsrichtung **S** des Kühlmittelstroms möglich.

**[0066]** Fig. 9 zeigt eine schematische Darstellung eines Anschlusselements **11** einer elektrischen Energiespeicherzelle, das mit einer Verbindungsvorrichtung **20** der elektrischen Energiespeichereinrichtung **1** gekoppelt ist. Wie in diesem Ausführungsbeispiel dargestellt ist, ist das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** im Bereich der elektrischen Energiespeicherzelle **10** zunächst vollflächig ausgeführt. Im Bereich des Abschnitts **11a** für die Kühlung des Anschlusselements **11** wird daraufhin das Anschlusselement **11** in mehrere Teilelemente unterteilt. Beispielsweise kann diese Unterteilung durch geeignete Einstanzungen in dem Anschlusselement **11** erfolgen. Die einzelnen Teilelemente des Anschlusselements **11** in dem Bereich **11a** werden daraufhin jeweils an dem von der elektrischen Energiespeicherzelle **10** abgewandten Ende verdreht. Vorzugsweise erfolgt dabei eine Verdrehung um etwa  $90^\circ$ . Andere Winkel sind jedoch ebenfalls möglich. Auf diese Weise entsteht zwischen den einzelnen Teilen jeweils eine Öffnung **12**, durch die ein Kühlmittel hindurchströmen kann. Die Verbindungsvorrichtung **20** ist dabei so ausgestaltet, dass sie die einzelnen Teilelemente des Anschlusselements **11** jeweils thermisch, elektrisch und/oder mechanisch koppeln kann. Auf diese Weise kann die elektrische Energiespeicherzelle **10** mechanisch fixiert werden. Weiterhin kann ein elektrischer Anschluss erfolgen und das Anschlusselement **11** kann hierbei thermisch mit der Verbindungsvorrichtung **20** gekoppelt werden. Durch eine thermische Kopplung kann die verbleibende Wärme durch eine Kühlvorrichtung an der Verbindungsvorrichtung **20** an die Umgebung abgegeben werden.

**[0067]** Fig. 10 zeigt eine schematische Darstellung eines Verfahrens zum Entwärmen einer elektrischen Energiespeichereinrichtung, wie es eine Aus-

führungsform der vorliegenden Erfindung zugrunde liegt. In Schritt **S1** wird zunächst eine elektrische Energiespeicherzelle **10** mit einem Anschlusselement **11** bereitgestellt. Weiterhin wird in Schritt **S2** eine Verbindungsvorrichtung **20** mit einer Kühlvorrichtung bereitgestellt. In Schritt **S3** wird die Kühlvorrichtung der Verbindungsvorrichtung **20** mit dem Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** thermisch gekoppelt.

**[0068]** Vorzugsweise weist die in Schritt **S2** bereitgestellte Verbindungsvorrichtung **20** ein Federelement auf.

**[0069]** Das erfindungsgemäße Verfahren kann in einem weiteren Schritt einen elektrisch isolierenden Träger bereitstellen. Der elektrisch isolierende Träger weist dabei vorzugsweise eine Öffnung **26** auf. Die elektrische Energiespeicherzelle **10** wird dabei auf einer ersten Seite des elektrisch isolierenden Trägers angeordnet. Das Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** wird von der ersten Seite **25a** zu einer der ersten Seite **25a** gegenüber liegenden zweiten Seite **25b** der elektrisch isolierenden Trägerstruktur hindurchgeführt. Dabei wird in dem Schritt **S3** zum thermischen Koppeln die Kühlvorrichtung der Verbindungsvorrichtung **20** mit dem Anschlusselement **11** der elektrischen Energiespeicherzelle **10** auf der zweiten Seite **25b** des elektrisch isolierenden Trägers gekoppelt.

**[0070]** Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung eine elektrische Energiespeichereinrichtung zur verbesserten Entwärmung von Energiespeicherzellen, wie beispielsweise Lithium-Ionen-Zellen, insbesondere Pouch-Zellen. Hierzu erfolgt die Entwärmung, das heißt die Kühlung der elektrischen Energiespeicherzellen über die elektrischen Anschlüsse der Energiespeicherzellen. Die Verbindungsvorrichtung für die Anschlüsse der elektrischen Energiespeicherzelle weist dabei eine Kühlvorrichtung auf, über die eine effiziente Wärmeabgabe in die Umgebung ermöglicht wird.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102008010813 A1 [0004]

**Patentansprüche**

1. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1), umfassend:

- eine Energiespeicherzelle (10) mit einem Anschlusselement (11);
- eine Verbindungsvorrichtung (20), mit einer Kühlvorrichtung (21), wobei die Verbindungsvorrichtung (20) dazu ausgelegt ist, die Kühlvorrichtung (21) mit dem Anschlusselement (11) der Energiespeicherzelle (10) thermisch zu koppeln.

2. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 1, wobei die Energiespeicherzelle (10) eine Pouche-Zelle umfasst.

3. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend eine Stromschiene (30), wobei die Verbindungsvorrichtung (20) dazu ausgelegt ist, das Anschlusselement (11) mit der Stromschiene (30) elektrisch zu koppeln.

4. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Verbindungsvorrichtung (20) ein Federelement oder Klemmelement umfasst.

5. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 4, wobei die Oberfläche des Federelements oder des Klemmelements größer ist als die Oberfläche des Anschlusselements (11) der Energiespeicherzelle (10).

6. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 5, wobei auf dem Federelement oder dem Klemmelement ein Kühlelement (22) angeordnet ist.

7. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei das Federelement mindestens zwei Metallstreifen mit unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten umfasst.

8. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Verbindungsvorrichtung (20) ferner eine elektrisch isolierende Trägerstruktur (25) umfasst.

9. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 8, wobei die Trägerstruktur (25) eine Öffnung (26) aufweist, und wobei die Energiespeicherzelle (10) auf einer ersten Seite (25a) der elektrisch isolierenden Trägerstruktur (25) angeordnet ist, einen Kühlkörper (27) auf einer zweiten Seite (25b) der elektrisch isolierenden Trägerstruktur (25) angeordnet ist und die Anschlussvorrichtung (11) durch die Öffnung (26) in der Trägerstruktur (25) durch die Trägerstruktur (26) hindurch ragt.

10. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Anschlusselement (11) der Energiespeicherzelle (10) vollflächig ausgeführt ist.

11. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das Anschlusselement (11) der Energiespeicherzelle (10) einen Abschnitt (11a) mit einer Öffnung umfasst, und die Öffnung von einem Kühlmedium durchströmbar ist.

12. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 11, wobei das Anschlusselement (11) der Energiespeicherzelle (10) eine lamellenförmige Kühlstruktur umfasst.

13. Elektrische Energiespeichereinrichtung (1) nach Anspruch 11 oder 12, wobei das Anschlusselement (11) ferner eine Strömungsleitvorrichtung umfasst, die dazu ausgelegt ist, die Strömungsrichtung des Kühlmediums zu beeinflussen.

14. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Energiespeichervorrichtung (1) mit den Schritten:

- Bereitstellen (S1) einer Energiespeicherzelle (10) mit einem Anschlusselement (11);
- Bereitstellen (S2) einer Verbindungsvorrichtung (20), mit einer Kühlvorrichtung (21); und
- thermisches Koppeln (S3) der Kühlvorrichtung (21) der Verbindungsvorrichtung (20) mit dem Anschlusselement (11) der Energiespeicherzelle (10).

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei der Schritt (S2) zum Bereitstellen der Verbindungsvorrichtung (20) eine Verbindungsvorrichtung (20) mit einem Federelement bereitstellt.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG 1

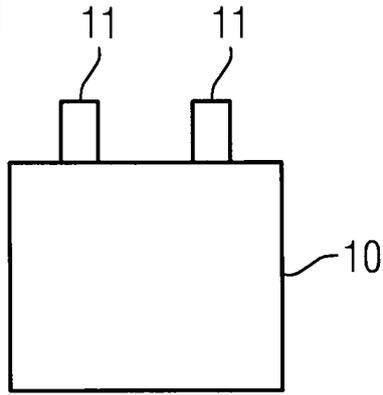


FIG 2

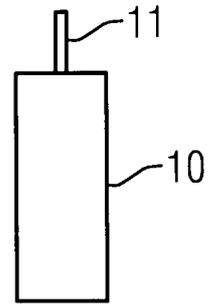


FIG 3

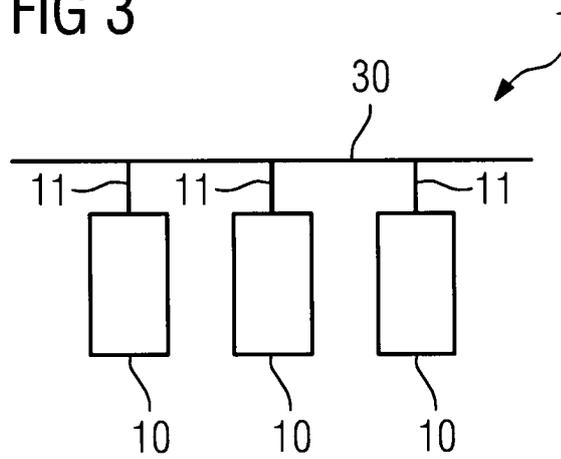


FIG 4

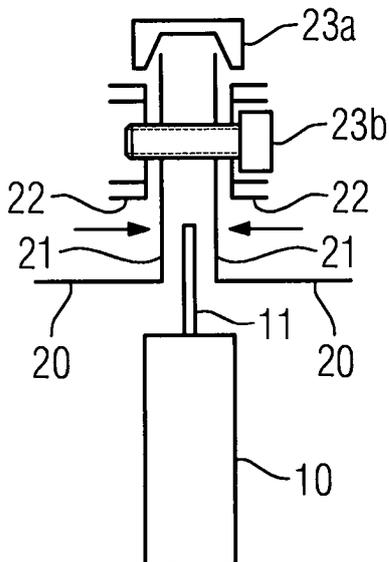


FIG 5

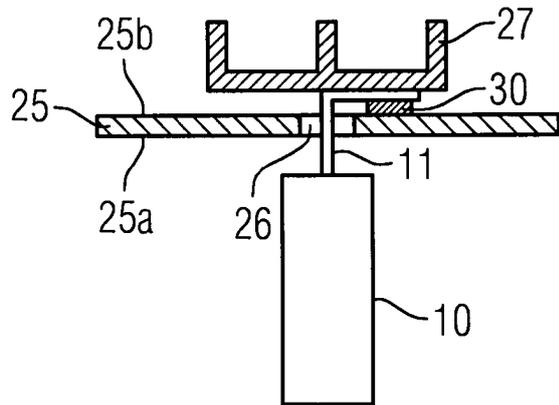


FIG 6

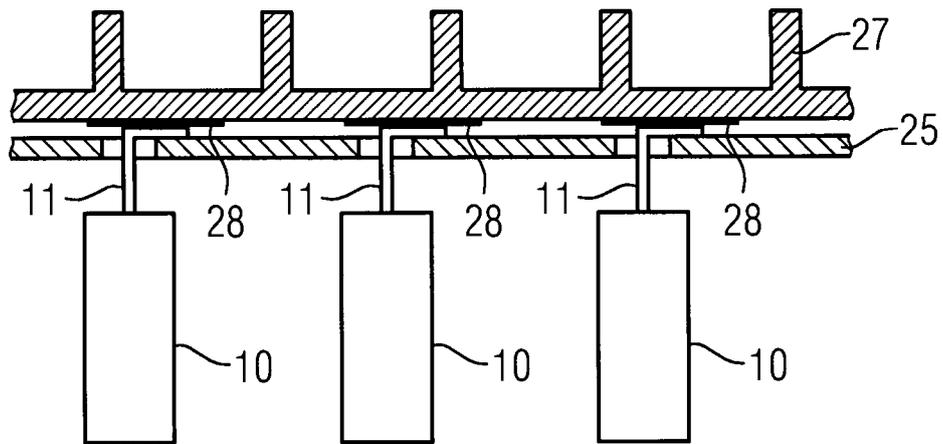


FIG 7

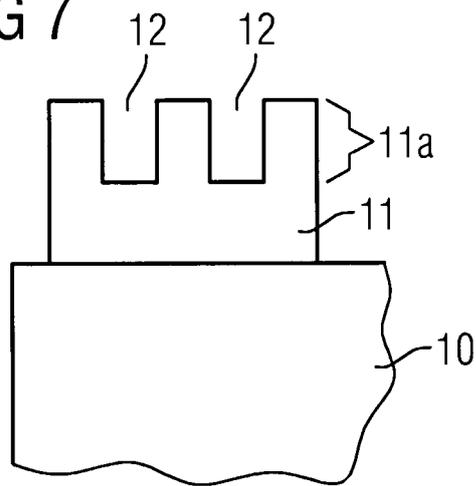


FIG 8

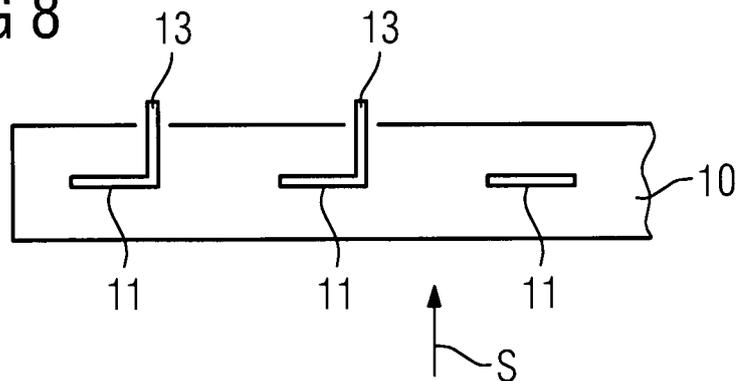


FIG 9

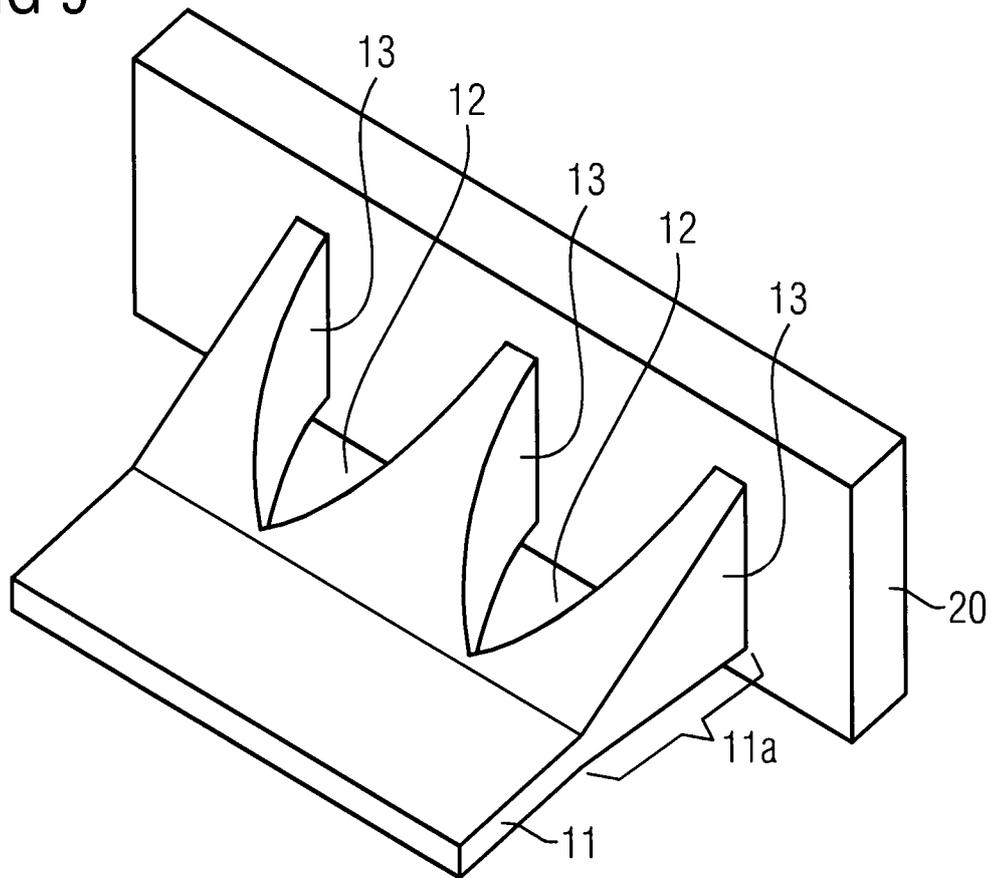


FIG 10

