

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

|      |                    |              |      |           |                   |           |
|------|--------------------|--------------|------|-----------|-------------------|-----------|
| (21) | Anmeldenummer:     | A 50958/2023 | (51) | Int. Cl.: | <b>F28F 27/00</b> | (2006.01) |
| (22) | Anmeldetag:        | 28.11.2023   |      |           | <b>H01M 10/48</b> | (2006.01) |
| (43) | Veröffentlicht am: | 15.06.2024   |      |           | <b>H01M 10/63</b> | (2014.01) |

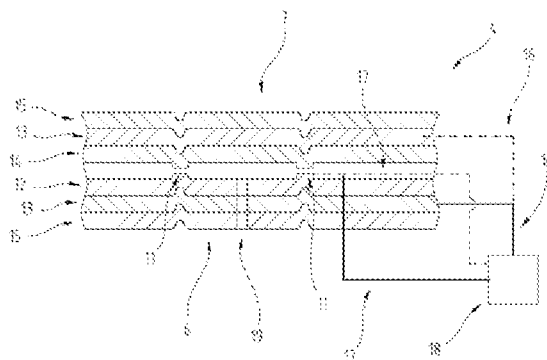
(56) Entgegenhaltungen:  
DE 102010032460 A1  
DE 102019007130 A1  
DE 102016210460 A1

(71) Patentanmelder:  
Miba eMobility GmbH  
4663 Laakirchen (AT)

(74) Vertreter:  
Anwälte Burger und Partner Rechtsanwalt  
GmbH  
4580 Windischgarsten (AT)

(54) **Wärmeübertragungselement**

(57) Die Erfindung betrifft ein Wärmeübertragungselement (4) mit zumindest einem Fluidkanal (8), der durch die Verbindung eines ersten Materials (6) mit einem zweiten Material (7) zwischen dem ersten und dem zweiten Material (6, 7) ausgebildet ist, wobei zumindest eines von dem ersten und dem zweiten Material (6, 7) eine Metallschicht (13) aufweist, die gegenüber dem Fluidkanal (8) elektrisch isoliert angeordnet ist, und die mit einem ersten elektrischen Strom leitenden Element (16) verbunden ist, und wobei im Fluidkanal (8) ein zweites elektrischen Strom leitendes Element (17) angeordnet ist, und das erste und das zweite elektrisch leitende Element (16, 17) mit einer Messvorrichtung (18) zur Messung des elektrischen Widerstandes verbunden sind, und/oder wobei zumindest eines von dem ersten und zweiten Verbundmaterial eine zweite Metallschicht aufweist, die elektrisch isoliert von der ersten Metallschicht im ersten oder zweiten Verbundmaterial angeordnet ist und die mit einem dritten elektrischen Strom leitenden Element verbunden ist.



## **Z u s a m m e n f a s s u n g**

Die Erfindung betrifft ein Wärmeübertragungselement (4) mit zumindest einem Fluidkanal (8), der durch die Verbindung eines ersten Materials (6) mit einem zweiten Material (7) zwischen dem ersten und dem zweiten Material (6, 7) ausgebildet ist, wobei zumindest eines von dem ersten und dem zweiten Material (6, 7) eine Metallschicht (13) aufweist, die gegenüber dem Fluidkanal (8) elektrisch isoliert angeordnet ist, und die mit einem ersten elektrischen Strom leitenden Element (16) verbunden ist, und wobei im Fluidkanal (8) ein zweites elektrischen Strom leitendes Element (17) angeordnet ist, und das erste und das zweite elektrisch leitende Element (16, 17) mit einer Messvorrichtung (18) zur Messung des elektrischen Widerstandes verbunden sind, und/oder wobei zumindest eines von dem ersten und zweiten Verbundmaterial eine zweite Metallschicht aufweist, die elektrisch isoliert von der ersten Metallschicht im ersten oder zweiten Verbundmaterial angeordnet ist und die mit einem dritten elektrischen Strom leitenden Element verbunden ist.

Fig. 5

Die Erfindung betrifft ein Wärmeübertragungselement umfassend einen Folienwärmetauscher mit zumindest einem Fluidkanal, der durch die Verbindung eines ersten, als Folienmaterial ausgebildeten Materials mit einem zweiten als zweites Folienmaterial oder als formsteifes Material ausgebildeten Material zwischen dem ersten und dem zweiten Material ausgebildet ist, wobei das erste Material durch ein erstes Verbundmaterial, das zweite Material durch ein zweites Verbundmaterial und das formstabile Material durch ein, ein Polymer umfassendes Element gebildet sind, und zumindest eines von dem ersten und dem zweiten Material eine erste Metallschicht aufweist, die gegenüber dem Fluidkanal elektrisch isoliert angeordnet ist, und die mit einem ersten elektrischen Strom leitenden Element verbunden ist.

Weiter betrifft die Erfindung einen Akkumulator umfassend zumindest ein wiederaufladbares Speicherelement für elektrische Energie und zumindest ein Wärmeübertragungselement, wobei das Wärmeübertragungselement an dem wiederaufladbaren Speicherelement anliegend angeordnet ist.

Zudem betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Bestimmung einer Leckage in einem Wärmeübertragungselement, insbesondere in einem Akkumulator, umfassend die Schritte: aneinander anliegende Anordnung eines ersten aus einem ersten Folienmaterial aus einem ersten Verbundmaterial und eines zweiten Materials aus einem zweiten Verbundmaterial gebildeten zweiten Folienmaterial oder aus einem formstabilen Material, wobei zumindest eines der beiden Materialien eine erste Metallschicht aufweist, die gegenüber einem Fluidkanal elektrisch isoliert angeordnet wird; partielles Verbinden des ersten und des zweiten Materials miteinander zur Ausbildung des Fluidkanals zwischen dem ersten und dem zweiten

Material; elektrisches Kontaktieren der Metallschicht mit einem ersten elektrischen Strom leitenden Element.

Die Lebensdauer und die Effektivität sowie auch die Sicherheit einer wiederaufladbaren Batterie für die sogenannte E-Mobility hängen unter anderem auch von der Temperatur im Betrieb ab. Aus diesem Grund wurden schon verschiedenste Konzepte für die Kühlung bzw. Temperierung der Akkumulatoren vorgeschlagen. Im Wesentlichen lassen sich die Konzepte in zwei Typen unterteilen, nämlich die Luftkühlung sowie die Wasserkühlung bzw. generell die Kühlung mit Flüssigkeiten. Für die Wasserkühlung werden Kühlkörper verwendet, in denen zumindest ein Kühlmittelkanal ausgebildet ist. Diese Kühlkörper werden zwischen den einzelnen Modulen des Akkumulators oder auf den Modulen angeordnet. Ein Modul ist dabei eine selbstständige Einheit des Akkumulators, also nicht zwingend nur eine Zelle. Beispielsweise beschreibt die AT 520 018 A1 einen Akkumulator mit zumindest einem Speichermodul für elektrische Energie und zumindest einer Kühlvorrichtung zur Kühlung oder Temperierung für das zumindest eine Speichermodul, wobei die Kühlvorrichtung zumindest einen Kühlmittelkanal, zumindest einen Kühlmittelleinlass und zumindest einen Kühlmittelauslass aufweist. Die Kühlvorrichtung weist eine ein- oder mehrschichtige Folie auf und liegt mit dieser Folie an dem zumindest einen Speichermodul an.

Bei der Kühlung von elektrischen Speichern mit Flüssigkeiten ist es wünschenswert, möglichst frühzeitig eine Undichtheit des Kühlkörpers zu entdecken, um damit Kurzschlüsse bzw. schwerwiegendere Folgen zu vermeiden. Für diesen Zweck beschreibt z.B. die AT 520 411 A1 einen Akkumulator mit zumindest einer Zelle zur Speicherung für elektrische Energie und zumindest einer Kühlvorrichtung zur Kühlung oder Temperierung der Zelle, die zumindest einen Kühlmittelkanal und zumindest eine ein- oder mehrschichtige Folie mit zumindest einem Sensorelement aufweist. Das zumindest eine Sensorelement kann u.a. ein Lecksensor sein.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Sicherheit eines Wärmeübertragungselements, insbesondere in der Verwendung an einem Akkumulator, zu verbessern.

Die Aufgabe der Erfindung wird bei dem eingangs genannten Wärmeübertragungselement dadurch gelöst, dass im Fluidkanal ein zweites elektrischen Strom leitendes Element angeordnet ist, und dass das erste und das zweite elektrisch leitende Element mit einer Messvorrichtung zur Messung des elektrischen Widerstandes verbunden sind, und/oder dass zumindest eines von dem ersten und zweiten Verbundmaterial eine zweite Metallschicht aufweist, die elektrisch isoliert von der ersten Metallschicht im ersten oder zweiten Verbundmaterial angeordnet ist und die mit einem dritten elektrischen Strom leitenden Element verbunden ist.

Weiter wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Akkumulator gelöst, der das Wärmeübertragungselement nach der Erfindung aufweist.

Schließlich wird die Aufgabe der Erfindung mit dem eingangs genannten Verfahren gelöst, nach dem vorgesehen ist, dass im Fluidkanal ein zweites elektrischen Strom leitendes Element angeordnet wird, und das erste und das zweite elektrisch leitende Element mit einer Messvorrichtung zur Messung des elektrischen Widerstandes verbunden und mit diesem der elektrische Widerstand zwischen dem ersten und dem zweiten elektrischen Strom leitenden Element gemessen wird, und/oder dass in zumindest einem von dem ersten und zweiten Verbundmaterial eine zweite Metallschicht elektrisch isoliert von der ersten Metallschicht im ersten oder zweiten Verbundmaterial angeordnet wird und mit einem dritten elektrischen Strom leitenden Element kontaktiert wird, und das erste und das dritte elektrisch leitende Element mit einer Messvorrichtung zur Messung des elektrischen Widerstandes verbunden und mit diesem der elektrische Widerstand zwischen dem ersten und dem dritten elektrischen Strom leitenden Element gemessen wird.

Von Vorteil ist dabei nicht nur, dass Leckagen in dem Wärmeübertragungselement im Betrieb erkannt werden, sondern dass im Vergleich zu der eingangs genannten Lösung mit dem Leckagesensor eine großflächigere Überwachung bzw. Detektion von Undichtigkeiten erreicht werden kann, indem zumindest eine Schicht des Verbundmaterials selbst zur Detektion von Leckagen herangezogen wird. Damit kann eine Leckage bereits früher erkannt werden, da nicht zuerst der Weg bis zu einem auf dem Verbundmaterial in einem diskreten Bereich angeordneten Sensor zurückgelegt werden muss. Eine Leckage kann also im Bereich des

Verbundmaterials „ortsunabhängig“ detektiert werden. Durch diese frühere Feststellbarkeit einer Leckage kann somit ein entsprechender Sicherheitsgewinn des Gesamtsystems erreicht werden. Darüber hinaus ist das System relativ einfach aufgebaut, da man sich eines ohnehin im Verbundmaterial vorhandenen Bestandteils, nämlich der Metallschicht und/oder einer zusätzlichen Metallschicht, zur Detektion bedient.

Zur weiteren Verbesserung dieser Effekte kann gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass das erste und das zweite Material eine erste Metallschicht aufweisen, und dass die beiden Metallschichten elektrisch leitend miteinander verbunden sind. Es ist damit möglich, Leckagen beidseitig des Wärmeübertragungselements zu erfassen. Durch die elektrischen Strom leitende Verbindung der beiden Metallschichten miteinander kann dabei der konstruktive Aufbau der Messanordnung vereinfacht werden.

Für die Erfassung durch von außen oder von innen in das erste oder zweite Verbundmaterial eindringenden Fremdkörpern verursachten Leckagen kann nach einer Ausführungsvariante auch vorgesehen werden, dass die erste Metallschicht des ersten Verbundmaterials elektrisch leitend mit der zweiten Metallschicht des ersten Verbundmaterials verbunden ist und/oder dass die erste Metallschicht des zweiten Verbundmaterials elektrisch leitend mit der zweiten Metallschicht des zweiten Verbundmaterials verbunden ist.

Nach anderen Ausführungsvarianten der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das erste Verbundmaterial eine erste Polymerschicht und das zweite Verbundmaterial eine zweite Polymerschicht aufweisen, und die erste und die zweite Polymerschicht den Fluidkanal begrenzen, wobei die erste Metallschicht auf der ersten oder der zweiten Polymerschicht angeordnet ist, oder dass das erste Verbundmaterial eine erste Polymerschicht aufweist, die mit dem Polymer des formstabilen Materials den Fluidkanal begrenzt, wobei die erste Metallschicht auf der ersten Polymerschicht oder die erste Metallschicht auf einer dem Fluidkanal abgewandten Oberfläche des formstabilen Materials angeordnet ist. Mit der ersten bzw. der zweiten Polymerschicht bzw. dem formstabilen Material ist es kostengünstig möglich, die elektrische Isolierung zwischen dem Fluidkanal und der Metallschicht

auszubilden, ohne dass auf Vorteile des Folienwärmetauschers, wie dessen Anpassbarkeit an unebene Untergründe, verloren gehen bzw. reduziert werden.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass ein Folienwärmetauscher im Sinne der Erfindung ein Wärmetauscher ist, der zumindest eine Folie aufweist, die den Fluidkanal mitausbildet.

Zur Verbesserung der „Unmittelbarkeit“ des Messergebnisses im Falle einer Leckage und zur weiteren konstruktiven Vereinfachung des Gesamtsystems kann dabei nach Ausführungsvarianten der Erfindung vorgesehen sein, dass der Fluidkanal von der ersten und der zweiten Polymerschicht oder dem formstabilen Material unmittelbar begrenzt ist.

Entsprechend einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann das zweite elektrisch leitende Element auf der ersten Polymerschicht oder auf der zweiten Polymerschicht oder auf dem formstabilen Material angeordnet sein, womit der Vorfertigungsgrad der Halbfertigprodukte für die Herstellung des Wärmeübertragungselementes erhöht werden kann. Zudem kann die Ortsgebundenheit des zweiten elektrisch leitenden Elementes verbessert werden, womit einerseits Änderungen in der Strömungsgeschwindigkeit bzw. Änderungen der Strömung eines Wärmeübertragungsfluids geringere bzw. keine Auswirkungen auf das Messsystem haben, und andererseits der Fluidkanal selbst durch die Anordnung des zweiten elektrisch leitenden Elementes relativ gering beeinflusst wird.

Gemäß einer Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass die erste Metallschicht zwischen zwei Polymerschichten angeordnet ist. Es ist damit möglich ein Wärmeübertragungselement bereitzustellen, bei dem eine Leckage bereits detektiert werden kann, bevor sie äußerlich in Erscheinung tritt, wenn die äußere der beiden Polymerschichten noch dicht ist und nur die innere, dem Fluidkanal nähere Polymerschicht undicht geworden ist. Mit dieser Ausführungsvariante ist ein weiterer Sicherheitsgewinn des Wärmeübertragungselements bzw. des Systems Akkumulator mit Wärmeübertragungselement erreichbar.

Nach einer anderen Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgesehen sein, dass sich die erste Metallschicht und/oder dass sich die zweite Metallschicht bis in die Stirnflächen des Folienwärmetauschers erstreckt/erstrecken. Es ist damit eine weitere Erhöhung der Sicherheit des Wärmeübertragungselementes erreichbar, indem auch Undichtigkeiten des Verbindungsstellen detektiert werden können.

Ebenfalls zur Erhöhung der Sicherheit des Wärmeübertragungselementes kann nach einer Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass der Folienwärmetauscher zumindest ein Anschlusselement für die Zufuhr oder die Abfuhr eines Arbeitsfluids aufweist, und dass die erste Metallschicht und/oder die zweite Metallschicht in direkter Anlage an dem zumindest einen Anschlusselement angeordnet ist bzw. sind. Mit dieser Anordnung der Metallschicht(en) können somit auch Leckagen im Bereich des Anschlusselementes erkannt werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsvariante der Erfindung kann vorgehen sein, dass auf der zweiten Metallschicht des ersten Verbundmaterials und/oder auf der zweiten Metallschicht des zweiten Verbundmaterials eine weitere Polymerschicht angeordnet ist bzw. sind. Es ist damit ein Schutz der zweiten Metallschicht erreichbar, sodass diese dünner ausgeführt werden kann. Es ist damit nicht nur möglich, den elektrischen Widerstand der Schicht zu verändern, sondern ist damit auch die Steifigkeit bzw. die Biegeschlaffheit des Wärmeübertragungselementes zu verändern, sodass sich die Wärmeübertragungsvorrichtung besser an Konturen von einem Akkumulator anpassen kann.

Von Vorteil ist dabei auch, wenn nach einer Ausführungsvariante dazu die weitere Kunststoffschicht flüssigkeitsdicht ist und/oder eine Wasserdampfdurchlässigkeit gemäß DIN 53122-1 / DIN 53122-A von maximal kleiner 200 g/m<sup>2</sup>d aufweist. Aufgrund dieser weiteren Kunststoffschicht können im Inneren des Wärmeübertragungselements auftretende Brüche ebenfalls bereits vor dem Auftreten einer Leckage erkannt werden, da durch innere Schichten durchtretendes Fluid aus dem Fluidkanal des Wärmeübertragungselements mit der weiteren Kunststoffschicht am Austreten gehindert werden kann.

Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Es zeigen jeweils in vereinfachter, schematischer Darstellung:

- Fig. 1 ein Kraftfahrzeug mit einem Elektromotor und einem Akkumulator;
- Fig. 2 einen Akkumulator in Schrägansicht mit einem Wärmeübertragungselement;
- Fig. 3 den Akkumulator nach Fig. 1 in Schrägansicht ohne Wärmeübertragungselement;
- Fig. 4 einen Ausschnitt aus dem Wärmeübertragungselement;
- Fig. 5 einen Ausschnitt aus dem Wärmeübertragungselement;
- Fig. 6 eine andere Ausführungsvariante eines Wärmeübertragungselementes;
- Fig. 7 eine weitere Ausführungsvariante eines Wärmeübertragungselementes;
- Fig. 8 eine Ausführungsvariante eines Wärmeübertragungselementes;
- Fig. 9 einen Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante eines Wärmeübertragungselementes;
- Fig. 10 einen Ausschnitt aus einer anderen Ausführungsvariante eines Wärmeübertragungselementes mit einem ersten Schadensfall;
- Fig. 11 den Ausschnitt aus der Ausführungsvariante der Wärmeübertragungselementes nach Fig. 10 mit einem zweiten Schadensfall;
- Fig. 12 einen Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante eines Wärmeübertragungselementes.

Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung

enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

Angaben zu Normen beziehen sich immer auf die zum Anmeldetag der die Priorität begründenden Erstanmeldung jeweils letztgültige Fassung dieser Normen, sofern nicht etwas anderes explizit angegeben ist.

In Fig. 1 ist ein Kraftfahrzeug 1, beispielsweise ein PKW, gezeigt. Das Kraftfahrzeug 1 weist einen Elektromotor 2 und einen Akkumulator 3 auf. Vorzugsweise ist der Elektromotor 2 der einzige Antrieb des Kraftfahrzeuges 1.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Erfindung auch in anderen Kraftfahrzeugen, wie beispielsweise in einem LKW, oder auch in einem Boot bzw. in weiteren Einsatzgebieten Anwendung finden kann.

In den Fig. 2 und 3 ist der Akkumulator 3, d.h. eine wiederaufladbare Batterie (Sekundärbatterie), in Schrägansicht dargestellt, wobei die Fig. 2 den Akkumulator 3 mit einem Wärmeübertragungselement 4 und die Fig. 3 den Akkumulator 3 ohne dieses Wärmeübertragungselement 4 zeigt.

Der Akkumulator 3 umfasst mehrere Speicherelemente 5 bzw. Zellen für die Speicherung von elektrischer Energie (im Folgenden nur mehr als Speicherelement 5 bezeichnet). Die Speicherelemente 5 können quaderförmig, würfelförmig, zylinderrförmig, etc., ausgebildet sein.

Da der prinzipielle Aufbau derartiger Akkumulatoren 3 (insbesondere für die E-Mobility) aus dem einschlägigen Stand der Technik bekannt ist, sei zur Vermeidung von Wiederholungen darauf verwiesen.

Wie aus dem Vergleich der beiden Fig. 2 und 3 zu ersehen ist, ist das Wärmeübertragungselement 4 an einer Seite des Akkumulators 3 angeordnet,

insbesondere oberhalb der Speicherelemente 5. Es kann aber auch vorgesehen werden, dass sich das Wärmeübertragungselement 4 über zumindest zwei Oberflächen des Akkumulators 1 erstreckt, beispielsweise oben und seitlich und gegebenenfalls unten. Alternativ oder zusätzlich dazu kann das Wärmeübertragungselement 4 auch zwischen den Speicherelementen 5 oder nur unterhalb der Speicherelemente 5 oder nur im Bereich der Seitenwände der Speicherelemente 5 angeordnet sein.

Das Wärmeübertragungselement 4 kann sich über sämtliche Speicherelemente 5 erstrecken (wie dies aus Fig. 1 ersichtlich ist), damit mit nur einem Wärmeübertragungselement 4 sämtliche Speicherelemente 5 gekühlt werden können. Es ist aber auch möglich, in dem Akkumulator 3 für die Speicherelemente 5 mehrere Wärmeübertragungselemente 4 vorzusehen, beispielsweise zwei oder drei oder vier.

Bevorzugt liegt das oder liegen die Speicherelement(e) 5 direkt (unmittelbar) an dem oder den Wärmeübertragungselement(en) 4 an.

Es sei darauf hingewiesen, dass sich die Begriffe Oberseite, etc., auf die Einbaulage des Akkumulators 3 beziehen.

Weiter sei darauf hingewiesen, dass die Speicherelemente 5 auch modulartig ausgebildet sein können, sodass diese also auch als Speichermodule bezeichnet werden können.

Zudem sei darauf hingewiesen, dass in der vorliegenden Beschreibung der Akkumulator 3 mit mehreren Speicherelementen 5 beschrieben wird. Der Akkumulator 3 kann aber auch nur ein Speicherelement 5 aufweisen. Die Ausführungen in der Beschreibung können daher entsprechend auch auf diese Ausführungsvariante angewandt werden.

Bei sämtlichen Ausführungsvarianten umfasst das Wärmeübertragungselement 4 ein erstes Material 6 und ein zweites Material 7 oder besteht aus diesen, wie dies aus den Fig. 4 und 5 ersichtlich ist. Das erste Material 6 ist als erstes Folienmaterial mehrschichtig ausgebildet. Vorzugsweise ist auch das zweite Material 7 als

zweites Folienmaterial und mehrschichtig ausgebildet. Das zweite Folienmaterial kann aber auch nur einschichtig sein.

Das mehrschichtige Folienmaterial des ersten Materials 6 des Wärmeübertragungselements 4 liegt an den Speicherelementen 5 an, insbesondere unmittelbar. Nachdem das mehrschichtige Folienmaterial flexibel ist, also nicht steif ist, kann sich dieses an Unebenheiten der Speicherelemente 5 oder zwischen den Speicherelementen 5 anpassen. Eine Ausgleichsmasse zwischen der Wärmeübertragungselement 4 und den Speicherelementen 5 ist nicht erforderlich.

Weiter umfasst das Wärmeübertragungselement 4 zumindest einen Fluidkanal 8, der sich von zumindest einem Anschlusselement 9 für die Zufuhr eines Arbeitsfluids bis zu zumindest einem Anschlusselement 10 für die Abfuhr des Arbeitsfluids erstreckt. Der zumindest eine Fluidkanal 8 ist zwischen dem ersten und dem zweiten Folienmaterial durch nur partielles Verbinden des ersten und zweiten Folienmaterials bzw. generell des ersten und des zweiten Materials 6, 7 ausgebildet. Beispielsweise kann der zumindest eine Fluidkanal 8 durch Verkleben oder Verschweißen der Folienmaterialien bzw. Materialien 6, 7 unter Ausbildung von Verbindungsbereichen 11, wie z.B. von Stegen (siehe Fig. 5) hergestellt werden. Der zumindest eine Fluidkanal 8 entsteht dabei in den nicht verbundenen Bereichen der Materialien 6, 7 neben den Verbindungsbereichen 11. Generell werden die Verbindungstechniken vorzugsweise derart gewählt, dass keine zusätzlichen Maßnahmen getroffen werden müssen, um eine flüssigkeitsdichte Ausführung der Verbindung zu erhalten.

Der Fluidkanal 8 kann mäanderförmig verlaufend in dem Wärmeübertragungselement 4 angeordnet sein, wie dies aus Fig. 4 ersichtlich ist. Die konkrete Darstellung des Verlaufs des zumindest einen Fluidkanals 8 in Fig. 4 ist nur beispielhaft zu verstehen. Der jeweils optimierte Verlauf des zumindest einen Fluidkanals 8 richtet sich u.a. nach der Wärmemenge, die abzuführen ist, der Geometrie des Akkumulators 3, etc. Es kann auch vorgesehen sein, dass mehr als ein Fluidkanal 8 in dem Wärmeübertragungselement 4 ausgebildet bzw. angeordnet ist. In diesem Fall ist es von Vorteil, wenn die mehreren Fluidkanäle 8 gemeinsame Anschlusselemente 9, 10 haben, die jeweils in einen Sammelkanal münden, von denen aus

sich die Fluidkanäle 8 verzweigen bzw. in den sie münden. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit, dass jeder Fluidkanal 8 eigene Anschlusselemente 9, 10 aufweist.

Das Arbeitsfluid, das das Wärmeübertragungselement 4 durchströmt, ist insbesondere eine Flüssigkeit, beispielsweise ein Wasser-Glykol-Gemisch.

Im Folgenden wird nur das erste Folienmaterial näher beschrieben. Die Ausführungen dazu können auf das zweite Folienmaterial übertragen werden, sofern dieses mehrschichtig ausgebildet ist. Vorzugsweise ist das zweite Folienmaterial gleich/ident aufgebaut/zusammengesetzt wie das erste Folienmaterial. Beispielsweise kann das zweite Folienmaterial auch durch Zusammenklappen bzw. Falten eines ersten Folienmaterials aus diesem gebildet sein. Das zweite Folienmaterial kann aber auch anderes als das erste Folienmaterial aufgebaut/zusammengesetzt sein, wobei vorzugsweise die im Rahmen dieser Beschreibung genannten Werkstoffe für das erste Folienmaterial auch für das zweite Folienmaterial verwendet werden.

Das Folienmaterial ist ein Verbundmaterial. Im einfachsten Fall weist es eine erste Polymerschicht 12 und eine Metallschicht 13 auf. Die Metallschicht 13 kann aus einer Metallfolie hergestellt sein, die mit der ersten Polymerschicht 12 verbunden wird, oder als Beschichtung/Bedampfung der ersten Polymerschicht 12.

Der zumindest eine Fluidkanal 8 ist nicht durch gesonderte Bauteile, sondern wird durch die nur partielle Verbindung des ersten mit dem zweiten Material 6, 7 gebildet. Der Fluidkanal 8 wird dabei vorzugsweise unmittelbar durch die erste Polymerschicht 12 des ersten Folienmaterials und eine zweite Polymerschicht 14 des zweiten Folienmaterials begrenzt, sodass das Arbeitsfluid, dass im Betrieb des Wärmeübertragungselementes 4 durch den Fluidkanal 8 fließt in direktem Kontakt mit der ersten Polymerschicht 12 und der zweiten Polymerschicht 14 steht.

Die zweite Polymerschicht 14 des zweiten Folienmaterials kann aus dem gleichen Werkstoff bestehen wie die erste Polymerschicht 12 der ersten Folienmaterials,

selbst wenn das zweite Folienmaterial nur aus der zweiten Polymerschicht 14 besteht.

Die erste Polymerschicht 12 besteht bevorzugt zu zumindest 80 Gew.-% bis 100 Gew.-% aus einem thermoplastischen Kunststoff oder einem Elastomer. Der thermoplastische Kunststoff kann ausgewählt sein aus einer Gruppe umfassend bzw. bestehend aus Polyethylen (PE), Polyoxymethylen (POM), Polyamid (PA), insbesondere PA 6, PA 66, PA 11, PA 12, PA 610, PA 612, Polyphenylensulfid (PPS), Polyethylenterephthalat (PET), vernetzte Polyolefine, bevorzugt Polypropylen (PP), Polytetrafluorethylen (PTFE). Das Elastomer kann ausgewählt sein aus einer Gruppe umfassend bzw. bestehend aus thermoplastische Elastomere wie z.B. thermoplastische Vulkanisate, olefin-, amin-, ester-basierende, thermoplastische Polyurethane, insbesondere thermoplastische Elastomere auf Ether-/Ester Basis, Styrol-Block-Copolymere, Silikonelastomere.

Es sei an dieser Stelle erwähnt, dass unter einem Polymer im Sinne der Erfindung ein synthetisches oder natürliches Polymer verstanden wird, das aus entsprechenden Monomeren hergestellt ist.

Vorzugsweise besteht die erste Polymerschicht 12 aus einer sogenannten Siegel- folie. Dies hat den Vorteil, dass das erste und zweite Folienmaterial bzw. das erste und das zweite Material 6, 7 direkt miteinander verbunden werden können.

Es ist aber auch möglich, andere Kunststoffe, wie z.B. duroplastische Kunststoffe bzw. duroplastische Werkstoffe einzusetzen, die dann beispielsweise mit einem Klebstoff miteinander verklebt werden. Hierzu eignen sich insbesondere Zweikomponenten Klebstoffsysteme auf Polyurethanbasis oder Silikonbasis oder auch Heißklebesysteme.

Generell kann zwischen zwei Schichten des ersten Folienmaterials eine Kleberschicht angeordnet sein, insbesondere vollflächig. Beispielsweise kann die erste Polymerschicht 12 mit der ersten Metallschicht 13 über eine Kleberschicht (nicht dargestellt) verbunden sein.

Die erste Metallschicht 13 ist insbesondere eine Aluminiumfolie. Es sind aber auch andere Metalle verwendbar, wie beispielsweise Kupfer oder Silber.

Die erste Metallschicht 13 kann beispielsweise eine Schichtstärke zwischen 5  $\mu\text{m}$  und 100  $\mu\text{m}$  aufweisen.

Die erste Polymerschicht 12 kann eine Schichtdicke zwischen 10  $\mu\text{m}$  und 200  $\mu\text{m}$  aufweisen.

Neben der der Verbindung der Einzelschichten des ersten Folienmaterials über Klebstoffe kann auch die Coextrusion und die Extrusionsbeschichtung als Verbindungsmöglichkeit eingesetzt werden. Selbstverständlich ist auch eine Kombination möglich, dass mehrere Polymere coextrudiert und mit einer extrusionsbeschichteten Metallschicht miteinander klebekaschiert werden. Generell können sämtliche bekannte Verfahren zur Herstellung von Verbundfolien bzw. Folienlaminaten verwendet werden.

Wie bereits erwähnt, kann das erste Folienmaterial aus der ersten Polymerschicht 12 und der ersten Metallschicht 13 bestehen. Das erste Folienmaterial kann aber auch noch weitere Schichten aufweisen. Beispielsweise kann nach einer Ausführungsvariante vorgesehen sein, dass die erste Metallschicht 13 zwischen der Polymerschicht 12 und einer zusätzlichen Polymerschicht 15 angeordnet ist. Die beiden Polymerschichten 12 und 15 können dabei direkt an der ersten Metallschicht 13 anliegen oder über Kleberschichten damit verbunden sein.

Die zusätzliche Polymerschicht 15 kann aus dem gleichen Polymer bestehen bzw. dieses umfassen wie die erste Polymerschicht 12. Die zusätzliche Polymerschicht 15 kann aber auch aus einem anderem Polymer bestehen bzw. dieses umfassen. Beispielsweise kann die erste Polymerschicht 12 aus PP und die zusätzliche Polymerschicht aus PTFE bestehen bzw. diese Polymere umfassen. Insbesondere ist die zusätzliche Polymerschicht 15 aus einem Polymer gebildet, das aus den voranstehend genannten Polymeren ausgewählt ist.

Neben der genannten dreischichtigen (bzw. fünfschichtigen) Ausführungsvariante des ersten Folienmaterials kann dieses noch weitere Schichten aufweisen.

Beispielweise kann das erste Folienmaterial folgenden Aufbau aufweisen: erste Polymerschicht 12 (Innenseite) – gegebenenfalls Klebstoffschicht – erste Metallschicht –3 - gegebenenfalls Klebstoffschicht – zusätzliche Polymerschicht 15 - gegebenenfalls Klebstoffschicht – weitere Polymerschicht (Außenseite).

Unabhängig von der Anzahl an Polymerschichten im Schichtaufbau des ersten Folienmaterials sind vorzugsweise sämtliche Polymerschichten aus einem Polymer gebildet, das aus den voranstehend genannten Polymeren ausgewählt ist. Dabei können mehrere oder alle Polymerschichten aus dem gleichen Polymer gebildet sein, oder mehrere oder alle Polymerschichten aus unterschiedlichen Polymeren gebildet sein.

Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass das erste und das zweite Folienmaterial gleich ausgebildet sein können. So zeigt die Fig. 5 auch für das zweite Folienmaterial einen dreischichtigen Schichtaufbau mit der zweiten Polymerschicht 14, die aus dem gleichen Polymer gebildet ist, wie die erste Polymerschicht 12, der ersten Metallschicht 13 und der zusätzlichen Polymerschicht 15 (jeweils von innen nach außen, wobei innen jene Seite ist, die am nächsten zu dem Fluidkanal 8 angeordnet ist, insbesondere diesen unmittelbar begrenzt).

Die erste Metallschicht 13 ist gegenüber dem Fluidkanal 8 elektrisch isoliert im Wärmeübertragungselement 4 angeordnet. Am einfachsten kann dies mit der ersten Polymerschicht 12 erreicht werden. Es können hierfür in dem ersten Folienmaterial aber auch andere/zusätzliche Schichten vorgesehen sein, sodass die erste Metallschicht 13 im Normalbetrieb des Wärmeübertragungselementes 4 also nicht in Kontakt mit dem Fluidkanal 8 steht.

Wie voranstehend ausgeführt, kann mit dem Wärmeübertragungselement 4 eine Leckage im ersten und vorzugsweise auch im zweiten (Folien-)Material 6, 7 erkannt werden. Dazu wird die erste Metallschicht 13 mit zumindest einem ersten, den elektrischen Strom leitenden Element 16 (im Folgenden erstes Element 16 genannt) elektrisch leitend verbunden. Das erste Element 16 kann beispielsweise aus dem Metall der ersten Metallschicht 13 oder aus einem dazu verschiedenen

Metall bestehen, beispielsweise aus Kupfer. Weiter kann das erste Element 16 beispielsweise als Rund- oder Flachdraht ausgeführt sein.

Im Fluidkanal 8 ist zumindest ein zweites, den elektrischen Strom leitendes Element 17 (im Folgenden zweites Element 17 genannt) angeordnet. Das zweite Element 17 kann gleich zum ersten Element 16 ausgebildet sein, also beispielsweise auch aus dem Metall der ersten Metallschicht 13 oder einem dazu verschiedenen Metall bestehen. Ebenso kann es beispielsweise als Rund- oder Flachdraht ausgeführt sein. Nach einer Ausführungsvariante des Wärmeübertragungselementes 4 kann vorgesehen sein, das zweite Element 17 auf der ersten Polymerschicht 12 und/oder auf der zweiten Polymerschicht 14 angeordnet ist. Beispielsweise kann das zweite Element 17 auf die erste Polymerschicht 12 oder auf die zweite Polymerschicht 14 aufgeklebt oder darauf aufgedampft sein, wie dies in Fig. 5 strichliert angedeutet ist. Das zweite Element 17 kann aber auch lose im Fluidkanal 8 angeordnet sein.

Das erste und das zweite Element 16, 17 werden/sind mit einer Messvorrichtung 18 zur Messung des elektrischen/ohmschen Widerstandes verbunden. Die Messvorrichtung 18 kann dem Stand der Technik für Widerstandsmessgeräte entsprechend ausgebildet sein, sodass bezüglich weiterer Einzelheiten dazu auf diesen Stand der Technik verwiesen sei.

Nachdem auch das Arbeitsfluid im Fluidkanal 8 elektrisch leitfähig ist (gegebenenfalls kann dem Arbeitsfluid hierfür ein entsprechender Zusatz beigefügt werden, der das Arbeitsfluid elektrisch leitfähig ausbildet) kann mit der Messvorrichtung 18 der elektrische Widerstand (insbesondere durch Potenzialmessung) zwischen dem Arbeitsfluid im Fluidkanal 8 und der Metallschicht 13 gemessen werden. Der elektrische Widerstand kann beispielsweise einen Wert zwischen 100 kOhm bis 1 MOhm aufweisen. Diese Werteangaben sollen jedoch nur als Verdeutlichung der Erfindung und nicht diese einschränkend verstanden werden.

Wenn nun im ersten Folienmaterial eine Leckage auftritt, z.B. in Form eines Loches 19, das bis in den Fluidkanal 8 reicht, beispielsweise in Folge eines Durchstoßens dieses Folienmaterials mit einem spitzen Gegenstand, tritt das Arbeitsfluid aus

dem Fluidkanal 8 aus. In der Folge kommt das Arbeitsfluid mit der ersten Metallschicht 13 in Kontakt, wodurch der gemessene Widerstand kleiner wird. Somit kann über die Veränderung des mit der Messvorrichtung 18 gemessenen elektrischen Widerstandes auf eine Leckage geschlossen werden und das Wärmeübertragungselement 4 außer Betrieb genommen werden, bevor ein weiterer/größerer Schaden am Wärmeübertragungselement 4 bzw. in dessen Umgebung, wie insbesondere den Speicherelementen 5, entsteht.

In einer einfachen Ausführungsvariante der Erfindung ist nur eine erste Metallschicht 13 eines ansonsten mit gleichen ersten und zweiten Folienmaterialien ausgebildeten Wärmeübertragungselementes 4 mit der Messvorrichtung 18 elektrisch leitend verbunden. Nach einer anderen Ausführungsvariante kann jedoch auch vorgesehen sein, dass sowohl die erste Metallschicht 13 des ersten Folienmaterials als auch die erste Metallschicht 13 des zweiten Folienmaterials mit der Messvorrichtung 18 elektrisch leitend verbunden sind. Dazu kann vorgesehen sein, dass die beiden ersten Metallschichten 13 elektrisch leitend miteinander verbunden sind, wie dies in Fig. 5 strichliert angedeutet ist. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass die beiden ersten Metallschichten 13 jeweils mit einer eigenen Messvorrichtung 18 elektrisch leitend verbunden sind. In diesem Fall können auch zwei zweite Elemente 17 im Fluidkanal 8 angeordnet sein. Es können also zwei voneinander getrennte Messkreise zur Messung des elektrischen Widerstandes im Wärmeübertragungselement 4 angeordnet bzw. ausgebildet werden.

Die Fig. 6 und 7 zeigen weitere Ausführungsvarianten der Erfindung, mit denen die Leckagedetektion weiter verbessert werden kann. So kann entsprechend der Ausführungsvariante nach Fig. 6 vorgesehen sein, dass die erste Metallschicht 13 sich bis in eine Stirnfläche 20 des Wärmeübertragungselementes 4 erstreckt, um damit auch einen Bruch des Verbindungsbereichs 11 zwischen dem ersten und dem zweiten Folienmaterial feststellen zu können.

Mit der Ausführungsvariante der Erfindung nach Fig. 7 kann auch eine Leckage im Bereich des Anschlusselementes 9 bzw. 10 festgestellt werden. Dazu wird/ist die erste Metallschicht 13 in direkter Anlage (oder geringfügig beabstandet dazu) an dem zumindest einen Anschlusselement 9 bzw. 10 angeordnet. Die erste

Metallschicht 13 ist in diesem Bereich freiliegend, um in Kontakt mit einem gegebenenfalls aus dem Anschlusselemente 9 bzw. 10 austretendem Arbeitsfluid kommen zu können.

Für den Fall, dass die erste Metallschicht 13 direkt auf die erste Polymerschicht 12 und/oder das zweite Element 17 direkt auf der dem Fluidkanal 8 zugewandten Seite der ersten Polymerschicht 12 aufgebracht werden, kann dies beispielsweise mit einem Druckverfahren (z.B. Siebdruck, Rollendruck, Tintenstrahldruck, Gravurdruck, Tiefdruck, Flachdruck, Stempeldruck), durch Aufsprühen, Aufdampfen, Plasmabeschichten, Sputtern, Pulverbeschichten, etc., erfolgen.

Das Wärmeübertragungselement 4 kann zur Kühlung und/oder zur Erwärmung in einem Akkumulators 3 eingesetzt werden. Es sind aber auch andere Verwendungen der Wärmeübertragungselementes 4 möglich, wie z.B. die Leistungselektronikkühlung, stationäre Akkumulatoren, industrielle Anlagenkühlung von Oberflächen (beispielsweise Gehäusen), sogenannte Busbars, etc.. Das Wärmeübertragungselement 4 kann daher für sich, also ohne die Speicherelemente 5 und den Akkumulator 3, eine eigenständige Erfindung darstellen. Die entsprechenden voranstehenden Ausführungen zum Wärmeübertragungselement 4 gelten daher auch für diese eigenständige Erfindung.

Fig. 8 zeigt einen Ausschnitt aus einer weiteren Ausführungsvariante des Wärmeübertragungselements 4. Dieses weist wieder das erste und das zweite Material 6, 7 auf, die miteinander unter Ausbildung des zumindest einen Fluidkanals 8 auf.

Das erste Material 6 ist als Verbundmaterial gebildet und umfasst zumindest die erste Polymerschicht 12 und die erste Metallschicht 13, vorzugsweise auch die weitere Polymerschicht 15 bzw. weitere Schichten. Es wird daher bezüglich des ersten Materials 6 auf voranstehende Ausführungen verwiesen. Das erste Material 6 ist also wieder als erstes Folienmaterial und biegeschlaff ausgebildet.

Ebenso sei bezüglich der Verbindung des ersten Materials 6 mit dem zweiten Material 7 auf voranstehende Ausführungen verwiesen. Generell sei mit Ausnahme

der Ausführungen zum zweiten Material 7 auf die voranstehenden Ausführungen verwiesen.

Anders als das erste Material 6 ist das zweite Material 7 nicht biegeschlaff, sondern formstabil, also biegesteif, ausgebildet. Im einfachsten Fall besteht das zweite Material 7 aus einem Plattenelement 21 aus einem Polymer. Das Polymer kann aus der voranstehend genannten Gruppe ausgewählt sein. Beispielsweise kann das zweite Material 7 ein Gehäuse bzw. einen Teil eines Gehäuses bilden.

Das zweite Material 7 kann auch mehrschichtig aus mit mehreren Polymerschichten ausgebildet sein.

Weiter kann das zweite Material 7 an einer äußeren, vom Fluidkanal 8 abgewandten Oberfläche 22 die Metallschicht 13 aufweisen, die mit dem Element 16 elektrisch kontaktiert ist und die gegebenenfalls mit der ersten Metallschicht 13 des ersten Materials 6 elektrisch leitend verbunden ist. Das Wärmeübertragungselement 4 kann auch nur eine erste Metallschicht 13 auf dem zweiten Material 7 aufweisen, d.h. das erste Material 6 kann auch ohne erste Metallschicht 13 ausgebildet sein.

Im Falle der Anordnung einer ersten Metallschicht 13 auf der Oberfläche 22 des zweiten Materials 7, insbesondere des Plattenelements 21, ist diese vorzugsweise mit einer weiteren Schicht abgedeckt, beispielsweise einer weiteren Polymerschicht, die für sich wieder biegeschlaff sein kann, oder mit einer Lackschicht, etc.

Es ist weiter möglich, dass auch eine dem Fluidkanal 8 zugewandte innere Oberfläche 23 mit einer ersten Metallschicht versehen ist, die das zweite Element 17 (siehe z.B. Fig. 4) bildet. Damit kann also das zweite Material 7 beidseitig mit einer ersten Metallschicht bzw. einem metallischen Element versehen sein, wobei die beiden metallischen Schichten/Elemente über das Polymer des Plattenelementes 21 gegeneinander elektrisch isoliert sind.

In den Fig. 9 bis 12 sind Ausschnitte weiterer Ausführungsvarianten des Wärmeübertragungselements 4 dargestellt. Dabei ist jeweils nur ein Ausschnitt des ersten Folienmaterials gezeigt. Die Ausführungen dazu können auch auf das zweite,

nicht dargestellte Folienmaterial übertragen werden, sofern das Wärmeübertragungselement 4 das zweite Folienmaterial aufweist. Das zweite Folienmaterial kann aber auch anders ausgeführt sein, beispielsweise als voranstehende erstes oder zweites Material 6, 7. Es sind als auch Wärmeübertragungselemente 4 möglich, die aus einer Kombination von voranstehenden Ausführungen mit den nachfolgenden Ausführungen gebildet werden. Weiter gilt auch für die nachstehenden Ausführungsvarianten, dass das zweite Folienmaterial gleich ausgeführt sein kann, wie das erste Folienmaterial, insbesondere ident zu diesem ausgebildet sein kann, sodass die nachstehenden Ausführungen zum ersten Folienmaterial auch auf das zweite Folienmaterial übertragen werden können.

Bei der Ausführungsvariante des Wärmeübertragungselements 4 nach Fig. 9 ist das erste Folienmaterial des Wärmeübertragungselements 4 ebenfalls ein Verbundmaterial. In dieser Ausführungsvariante weist es in der angegebenen Reihenfolge von innen nach außen übereinander die erste Polymerschicht 12, die erste Metallschicht 13, die zusätzliche Polymerschicht 15 und eine zweite Metallschicht 23 auf.

Die erste Polymerschicht 12 ist unmittelbar anliegend an den zumindest einen Fluidkanal 8 und diesen begrenzend angeordnet, sodass das Arbeitsfluid, das im Betrieb der Wärmeübertragungsvorrichtung 4 durch den Fluidkanal 8 fließt in direktem Kontakt mit der ersten Polymerschicht 12 steht. Die zweite Metallschicht 23 bildet bei dieser Ausführungsvariante die äußerste Schicht, die am weitesten vom Fluidkanal 8 entfernte Schicht des Verbundmaterials.

Gemäß einer Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass die erste Metallschicht 13 unmittelbar auf der ersten Polymerschicht 12, die zusätzliche Polymerschicht 15 unmittelbar auf der ersten Metallschicht 13 und die zweite Metallschicht 23 unmittelbar auf der zusätzlichen Polymerschicht 15 angeordnet sind.

Die zweite Metallschicht 23 kann aus einem der voranstehend zur ersten Metallschicht genannten Metalle bestehen. Vorzugsweise besteht die zweite Metallschicht 23 aus dem gleichen Metall wie die erste Metallschicht.

Die erste Metallschicht 13 und/oder die zweite Metallschicht 23 kann/können beispielsweise eine Schichtstärke zwischen 5 µm und 100 µm aufweisen. Nach einer Ausführungsvariante kann dabei vorgesehen sein, dass die zweite Metallschicht 23 eine zweite Schichtdicke aufweist, die gleich oder größer ist zu einer ersten Schichtdicke der ersten Metallschicht 13. Es kann aber umgekehrt auch die erste Metallschicht 13 eine größere Schichtdicke aufweist als die zweite Metallschicht 23.

Die weitere Metallschicht 23 ist elektrisch isoliert von der ersten Metallschicht 13 angeordnet. Vorzugsweise wird die elektrische Isolierung mittels der zusätzlichen Polymerschicht 15 ausgebildet.

Wie weiter aus Fig. 9 ersichtlich ist, ist die erste Metallschicht 13 wieder mit dem Element 16 elektrisch leitend verbunden. Es sei dazu auf die voranstehend Ausführungen verwiesen, Die zweite Metallschicht 23 ist mit einem dritten elektrischen Strom leitenden Element 24 (im Folgenden nur mehr als Element 24 bezeichnet) verbunden. Das dritte Element 24 kann gleich zum ersten Element 16 ausgebildet sein, auf das in diesem Zusammenhang verwiesen wird.

Die beiden Elemente 16, 23 sind mit der Messvorrichtung 18 verbunden. Bezüglich dieser Messvorrichtung 18 sei ebenfalls auf die voranstehenden Ausführungen dazu verwiesen.

Tritt nun eine Leckage auf, z.B. als Loch 19 in dem ersten Folienmaterial, kommt es wieder zu einer Veränderung des elektrischen Widerstandes, da die beiden Metallschichten 13, 23 über das durch das Loch 19 austretende Arbeitsfluid miteinander „kontaktiert“ werden. Das Arbeitsfluid weist wieder eine elektrische Leitfähigkeit auf, wie dies voranstehend ausgeführt wurde.

Bei dieser und bei den nachstehenden Ausführungsvarianten ist im Fluidkanal 8 das zweite Element 17 nicht vorhanden. Bei weiteren Ausführungsvarianten kann dieses Element 17 im Fluidkanal 8 aber zusätzlich vorhanden und mit der Messvorrichtung 18 elektrisch leitend verbunden sein.

Bei der in Fig. 9 dargestellten Ausführungsvariante findet also die Detektion einer Leckage durch Feststellung der Veränderung des elektrischen Widerstands zwischen den beiden Metallschichten 13, 23 statt. Um dabei das Vorliegen einer Leckage oder des Eindringens eines (metallischen bzw. elektrisch leitenden) Fremdpartikels in das erste Folienmaterial bereits vor dem Austreten des Arbeitsfluids feststellen zu können, kann nach einer Ausführungsvariante vorgesehen sein, auf der zweiten Metallschicht 23 des ersten Verbundmaterials eine weitere Polymerschicht 25 angeordnet ist, wie dies in den Fig. 10 und 11 dargestellt ist.

Die weitere Polymerschicht 25 kann gemäß einer Ausführungsvariante flüssigkeitsdicht sein und/oder eine Wasserdampfdurchlässigkeit (bei 23 °C) gemäß DIN 53122-1 / DIN 53122-A von kleiner 200 g/m<sup>2</sup>d, insbesondere zwischen 0,2 g/m<sup>2</sup>d und 150 g/m<sup>2</sup>d, aufweisen.

Die weitere Polymerschicht 25 kann aus einem der voranstehend zur ersten Polymerschicht 12 genannten Polymere bestehend bzw. dieses umfassen. Bevorzugt besteht die weitere Polymerschicht 25 aus einem Polymer ausgewählt aus der Gruppe PET, PA, PP, PE.

Dringt nun beispielsweise ein Metallsplitter von außen in das erste Folienmaterial des Wärmeübertragungselements 4 ein, wie dies in Fig. 10 gezeigt ist, ohne dabei jedoch das erste Folienmaterial bis in den Fluidkanal 8 zu durchstoßen, kann dies wieder über eine Veränderung des elektrischen Widerstands im ersten Folienmaterial mit der Messvorrichtung 18 festgestellt werden. Es ist damit möglich, das Wärmeübertragungselement 4 bereits vor dem Austritt des Arbeitsfluids stillzulegen.

Dies ist auch dann möglich, wenn an der dem Fluidkanal 8 zugewandten Innenseite des ersten Folienmaterials ein Loch 19 auftritt, durch das das Arbeitsfluid mit der ersten Metallschicht 13 und der zweiten Metallschicht 23 in Kontakt tritt, wie dies in Fig. 11 gezeigt ist.

Wie bereits voranstehend zu Fig. 8 ausgeführt, kann auch bei der Ausführungsvariante des ersten Folienmaterials gemäß Fig. 9 oder Fig. 10 das zweite Material 7

formstabil, z.B. als Plattenelement 21, ausgebildet sein, wie dies ausschnittsweise in Fig. 12 dargestellt ist. Insbesondere kann das zweite Material 7 aus dem voranstehend dazu genannten polymeren Werkstoffen bestehen. Vorzugsweise besteht das zweite Material 7 aus einem Werkstoff bzw. weist diesen auf, der ein E-Modul lt. ISO 527 von mindestens 100 MPa, insbesondere zwischen 3000 MPa und 15000 MPa aufweist. Der Werkstoff kann beispielsweise ein faserverstärkter, z.B. glasfaserverstärkter Kunststoff, z.B. e-PP oder PA6, sein.

Die Anbindung des ersten Folienmaterials an das formstabile Material kann beispielsweise direkt mit der ersten Kunststoffschicht 12 oder über einen Klebstoff (beispielsweise einen der voranstehend genannten) erfolgen.

Das formstabile Material kann eine Schichtdicke zwischen 1 mm und 10 mm aufweisen.

Bei der in Fig. 12 dargestellten Ausführungsvariante bildet das formstabile Material einen Teil des zumindest einen Fluidkanals 8. Das formstabile Material kann aber auch das erste oder zweite Folienmaterial zumindest teilweise abdeckend angeordnet sein.

Nach einer anderen Ausführungsvariante kann vorgesehen sein, dass die erste Metallschicht 13 des ersten Verbundmaterials elektrisch leitend mit der zweiten Metallschicht 23 des ersten Verbundmaterials verbunden ist und/oder dass die erste Metallschicht 13 des zweiten Verbundmaterials elektrisch leitend mit der zweiten Metallschicht 23 des zweiten Verbundmaterials verbunden ist. Dies kann beispielsweise über zumindest ein Element 16 erfolgen.

Weiter können auch mit dem in Fig. 9 oder 10 gezeigtem ersten Folienmaterial Ausführungsvarianten des Wärmeübertragungselements 4 zur Detektion von Leckagen in einem Verbindungsbereich 11 oder an einem Anschlusselement 9, 10 gebildet werden, wie sie in den Fig. 6 und 7 gezeigt sind.

Nach einer Ausführungsvariante kann das erste Folienmaterial den Schichtaufbau erste Polymerschicht 12 (z.B. aus PP) / erste Kleberschicht / erste Metallschicht 13 (z.B. aus Al) / zweite Kleberschicht / zusätzliche Polymerschicht 15 (z.B. aus

PET) / dritte Kleberschicht / zweite Metallschicht 23 (z.B. aus Al), vierte Kleberschicht / weitere Polymerschicht 25 (z.B. aus PET) aufweisen. Das erste Folienmaterial kann aber auch einen Schichtaufbau erste Polymerschicht 12 (z.B. aus PP) / erste Metallschicht 13 (z.B. aus Al) / zusätzliche Polymerschicht 15 (z.B. aus PET) / zweite Metallschicht 23 (z.B. aus Al) / dritte Polymerschicht 25 (z.B. aus PET) aufweisen, sodass also die Schichten unmittelbar aufeinander angeordnet sind. Mischvarianten aus diesen Ausführungsvarianten sind auch hier möglich.

Die zweite elektrisch leitfähige Schicht kann auch aus einem leitfähigem Aufdruck bestehen bzw. gebildet sein, wie z.B. aus einer Carbon Paste, einem Lack oder einem druckfähigen Material, das mit leitfähigen Partikeln versetzt ist, wie z.B. metallischen Partikeln oder Graphit, Ruß. Es ist auch eine Kunststoffschicht (Folie) einsetzbar, die durch elektrisch leitfähige Fasern oder Partikel elektrisch leitfähig wird.

Die weitere Polymerschicht 25 kann eine Schichtdicke zwischen 10 µm und 200 µm aufweisen.

Sämtliche Polymerschichten 12, 15, 25 können eine gleich große oder eine unterschiedliche Schichtdicke aufweisen.

Die Ausführungsbeispiele zeigen bzw. beschreiben mögliche Ausführungsvarianten des Wärmeübertragungselementes 4 und des Akkumulators 3, wobei auch Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind.

Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus des Akkumulators 1 bzw. des Wärmeübertragungselementes 4 diese nicht zwingenderweise maßstäblich dargestellt wurden.

### **Bezugszeichenaufstellung**

|    |                          |
|----|--------------------------|
| 1  | Kraftfahrzeug            |
| 2  | Elektromotor             |
| 3  | Akkumulator              |
| 4  | Wärmeübertragungselement |
| 5  | Speicherelement          |
| 6  | Material                 |
| 7  | Material                 |
| 8  | Fluidkanal               |
| 9  | Anschlusselement         |
| 10 | Anschlusselement         |
| 11 | Verbindungsbereich       |
| 12 | Polymerschicht           |
| 13 | Metallschicht            |
| 14 | Polymerschicht           |
| 15 | Polymerschicht           |
| 16 | Element                  |
| 17 | Element                  |
| 18 | Messvorrichtung          |
| 19 | Loch                     |
| 20 | Stirnfläche              |
| 21 | Plattenelement           |
| 22 | Oberfläche               |
| 23 | Metallschicht            |
| 24 | Element                  |
| 25 | Polymerschicht           |

## **P a t e n t a n s p r ü c h e**

1. Wärmeübertragungselement (4) umfassend einen Folienwärmetauscher mit zumindest einem Fluidkanal (8), der durch die Verbindung eines ersten, als Folienmaterial ausgebildeten Materials (6) mit einem zweiten, als zweites Folienmaterial oder als formsteifes Material ausgebildeten Material (7) zwischen dem ersten und dem zweiten Material (6, 7) ausgebildet ist, wobei das erste Material (6) durch ein erstes Verbundmaterial, das zweite Material (7) durch ein zweites Verbundmaterial und das formstabile Material durch ein, ein Polymer umfassendes Element gebildet sind, und zumindest eines von dem ersten und dem zweiten Material (6, 7) eine erste Metallschicht (13) aufweist, die gegenüber dem Fluidkanal (8) elektrisch isoliert angeordnet ist, und die mit einem ersten elektrischen Strom leitenden Element (16) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass
  - im Fluidkanal (8) ein zweites elektrischen Strom leitendes Element (17) angeordnet ist, und dass das erste und das zweite elektrisch leitende Element (16, 17) mit einer Messvorrichtung (18) zur Messung des elektrischen Widerstandes verbunden sind, und/oder
  - dass zumindest eines von dem ersten und zweiten Verbundmaterial eine zweite Metallschicht (23) aufweist, die elektrisch isoliert von der ersten Metallschicht (13) im ersten oder zweiten Verbundmaterial angeordnet ist und die mit einem dritten elektrischen Strom leitenden Element (24) verbunden ist.
2. Wärmeübertragungselement (4) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das erste und das zweite Material (6, 7) die erste Metallschicht (13) aufweisen, und dass die beiden Metallschichten (13) elektrisch leitend miteinander verbunden sind.
3. Wärmeübertragungselement (4) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Metallschicht (13) des ersten Verbundmaterials elektrisch leitend mit der zweiten Metallschicht (23) des ersten Verbundmaterials verbunden ist und/oder dass die erste Metallschicht (13) des zweiten

Verbundmaterials elektrisch leitend mit der zweiten Metallschicht (23) des zweiten Verbundmaterials verbunden ist.

4. Wärmeübertragungselement (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Verbundmaterial eine erste Polymerschicht (12) und das zweite Verbundmaterial eine zweite Polymerschicht (14) aufweisen, und die erste und die zweite Polymerschicht (12, 14) den Fluidkanal (8) begrenzen, wobei die erste Metallschicht (13) auf der ersten oder der zweiten Polymerschicht (12, 14) angeordnet ist.

5. Wärmeübertragungselement (4) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Fluidkanal (8) von der ersten und der zweiten Polymerschicht (12, 14) unmittelbar begrenzt ist.

6. Wärmeübertragungselement (4) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Verbundmaterial eine erste Polymerschicht (12) aufweist, die mit dem Polymer des formstabilen Materials den Fluidkanal (8) begrenzt.

7. Wärmeübertragungselement (4) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Metallschicht (13) auf der ersten Polymerschicht (12) oder dass die erste Metallschicht (13) auf einer dem Fluidkanal (8) abgewandten Oberfläche des formstabilen Materials angeordnet ist.

8. Wärmeübertragungselement (4) nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Fluidkanal (8) von der ersten Polymerschicht (12) und dem formstabilen Material unmittelbar begrenzt ist.

9. Wärmeübertragungselement (4) nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite elektrisch leitende Element (17) auf der ersten Polymerschicht (12) oder auf der zweiten Polymerschicht (14) angeordnet ist.

10. Wärmeübertragungselement (4) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite elektrisch leitende Element (17) auf der ersten Polymerschicht (12) oder auf dem formstabilen Material angeordnet ist.
11. Wärmeübertragungselement (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Metallschicht (13) zwischen zwei Polymerschichten (12, 15) angeordnet ist.
12. Wärmeübertragungselement (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Metallschicht (13) und/oder dass die zweite Metallschicht (23) sich bis in die Stirnflächen (20) des Folienwärmetauschers erstreckt/erstrecken.
13. Wärmeübertragungselement (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Folienwärmetauscher zumindest ein Anschlusselement (9, 10) für die Zufuhr oder die Abfuhr eines Arbeitsfluids aufweist, und dass die Metallschicht (13) und/oder die zweite Metallschicht (23) in direkter Anlage an dem zumindest einen Anschlusselement (9, 10) angeordnet ist/sind.
14. Wärmeübertragungselement (4) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass auf der zweiten Metallschicht (23) des ersten Verbundmaterials und/oder auf der zweiten Metallschicht (23) des zweiten Verbundmaterials eine weitere Polymerschicht (25) angeordnet ist/sind.
15. Wärmeübertragungselement (4) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die weitere Polymerschicht (25) flüssigkeitsdicht ist und/oder eine Wasserdampfdurchlässigkeit gemäß DIN 53122-1 / DIN 53122-A von maximal kleiner 200 g/m<sup>2</sup>d aufweist.
16. Akkumulator (3) umfassend zumindest ein wiederaufladbares Speicherelement (5) für elektrische Energie und zumindest ein

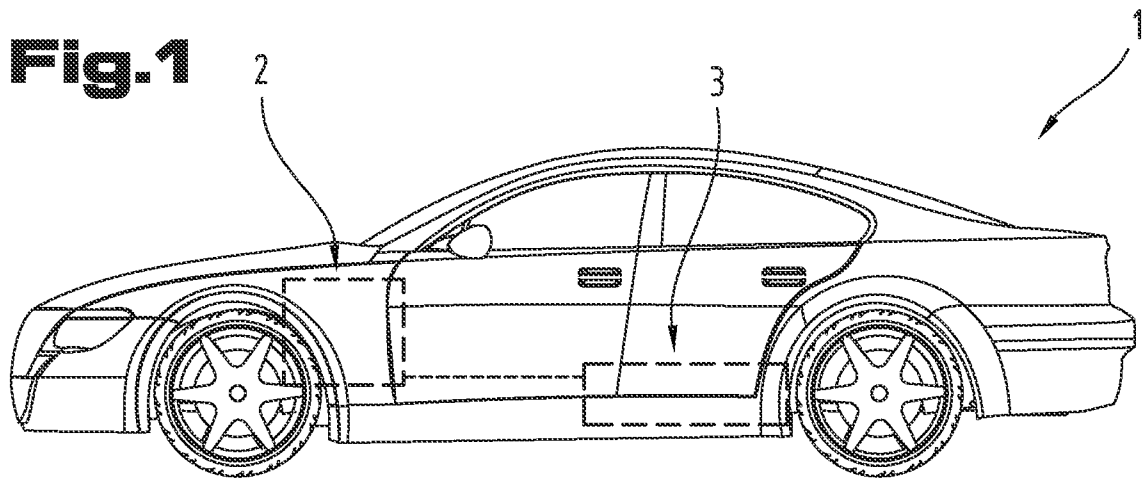
Wärmeübertragungselement (4), wobei das Wärmeübertragungselement (4) an dem wiederaufladbaren Speicherelement (5) anliegend angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Wärmeübertragungselement (4) entsprechend einem der Ansprüche 1 bis 15 gebildet ist.

17. Verfahren zur Bestimmung einer Leckage in einem Wärmeübertragungselement (4), insbesondere in einem Akkumulator (3), umfassend die Schritte:

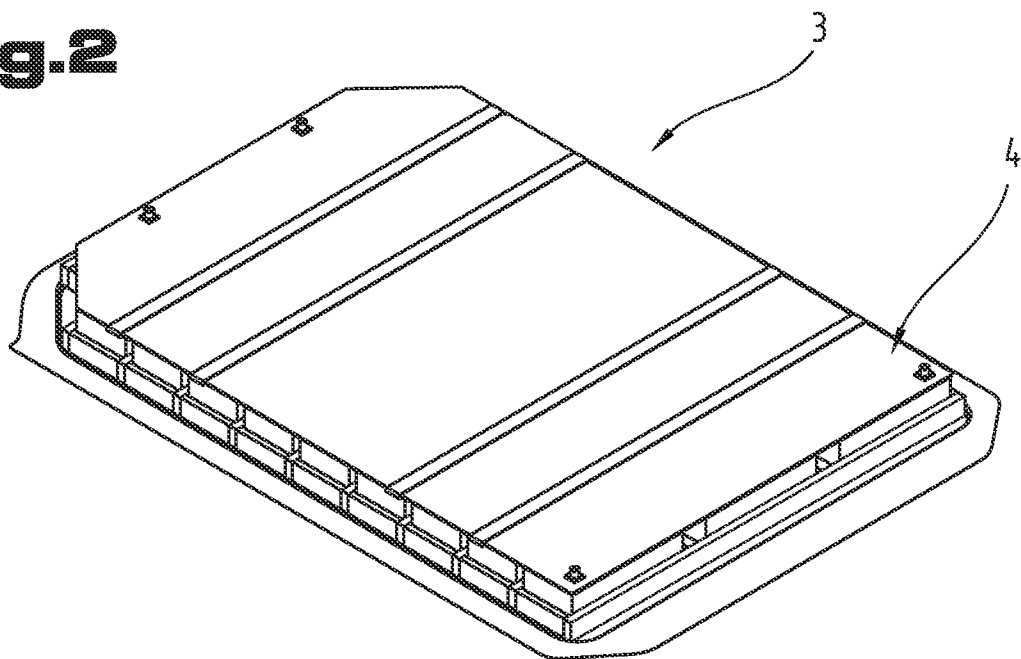
- aneinander anliegende Anordnung eines ersten Materials (6) aus einem ersten Verbundmaterial gebildeten ersten Folienmaterial und eines zweiten Materials (7) aus einem zweiten Verbundmaterial gebildeten zweiten Folienmaterial oder aus einem formstabilen Material, wobei zumindest eines der beiden Materialien (6, 7) eine erste Metallschicht (13) aufweist, die gegenüber einem Fluidkanal (8) elektrisch isoliert angeordnet wird,
- partielles Verbinden des ersten und des zweiten Materials (6, 7) miteinander zur Ausbildung des Fluidkanals (8) zwischen dem ersten und dem zweiten Material (6, 7),
- elektrisches Kontaktieren der Metallschicht (13) mit einem ersten elektrischen Strom leitenden Element (16),

dadurch gekennzeichnet, dass im Fluidkanal (8) ein zweites elektrischen Strom leitendes Element (17) angeordnet wird, und dass das erste und das zweite elektrisch leitende Element (16, 17) mit einer Messvorrichtung (18) zur Messung des elektrischen Widerstandes verbunden und mit diesem der elektrische Widerstand zwischen dem ersten und dem zweiten elektrischen Strom leitenden Element (16, 17) gemessen wird und/oder dass in zumindest einem von dem ersten und zweiten Verbundmaterial eine zweite Metallschicht (23) elektrisch isoliert von der ersten Metallschicht (13) im ersten oder zweiten Verbundmaterial angeordnet wird und mit einem dritten elektrischen Strom leitenden Element (24) kontaktiert wird, und das erste und das dritte elektrisch leitende Element (16, 24) mit einer Messvorrichtung (18) zur Messung des elektrischen Widerstandes verbunden und mit diesem der elektrische Widerstand zwischen dem ersten und dem dritten elektrischen Strom leitenden Element (16, 24) gemessen wird.

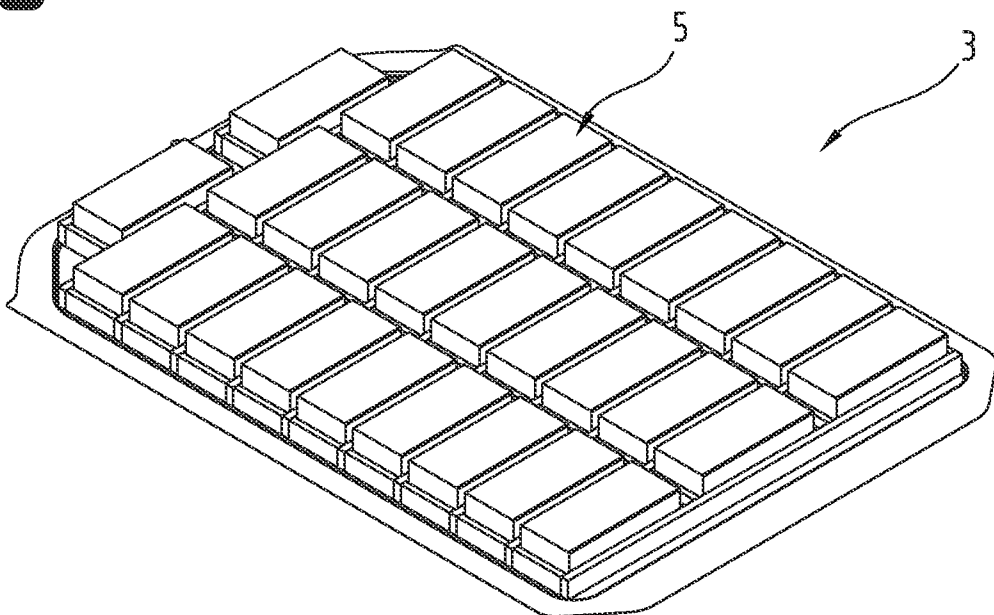
**Fig.1**



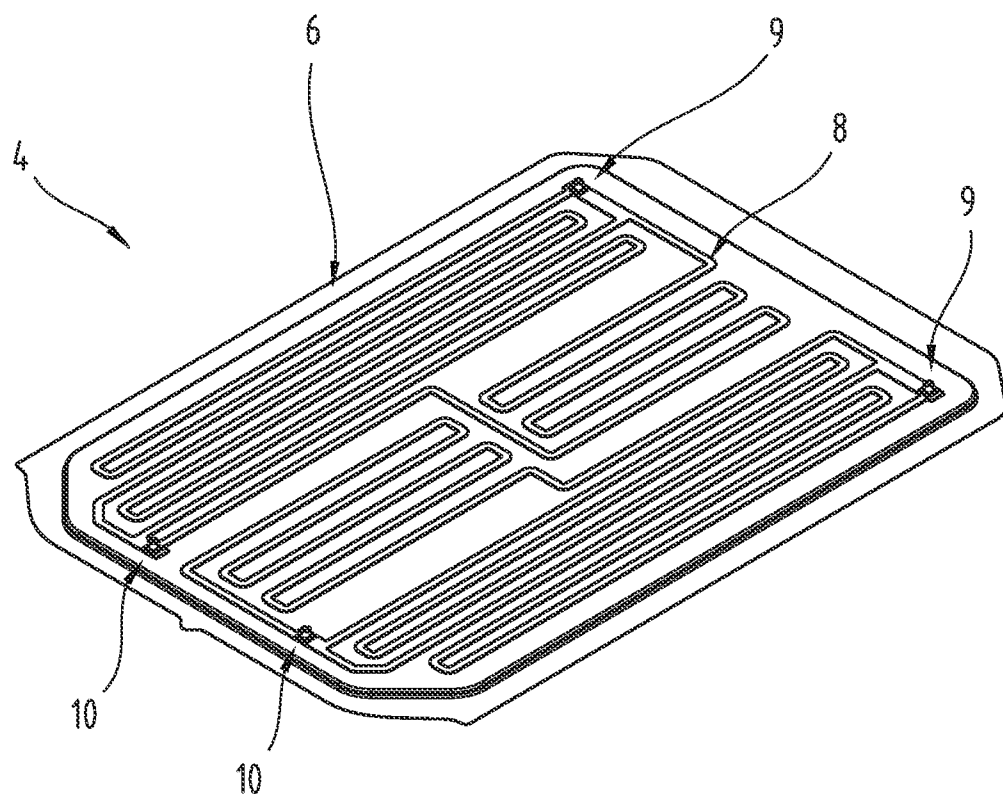
**Fig.2**



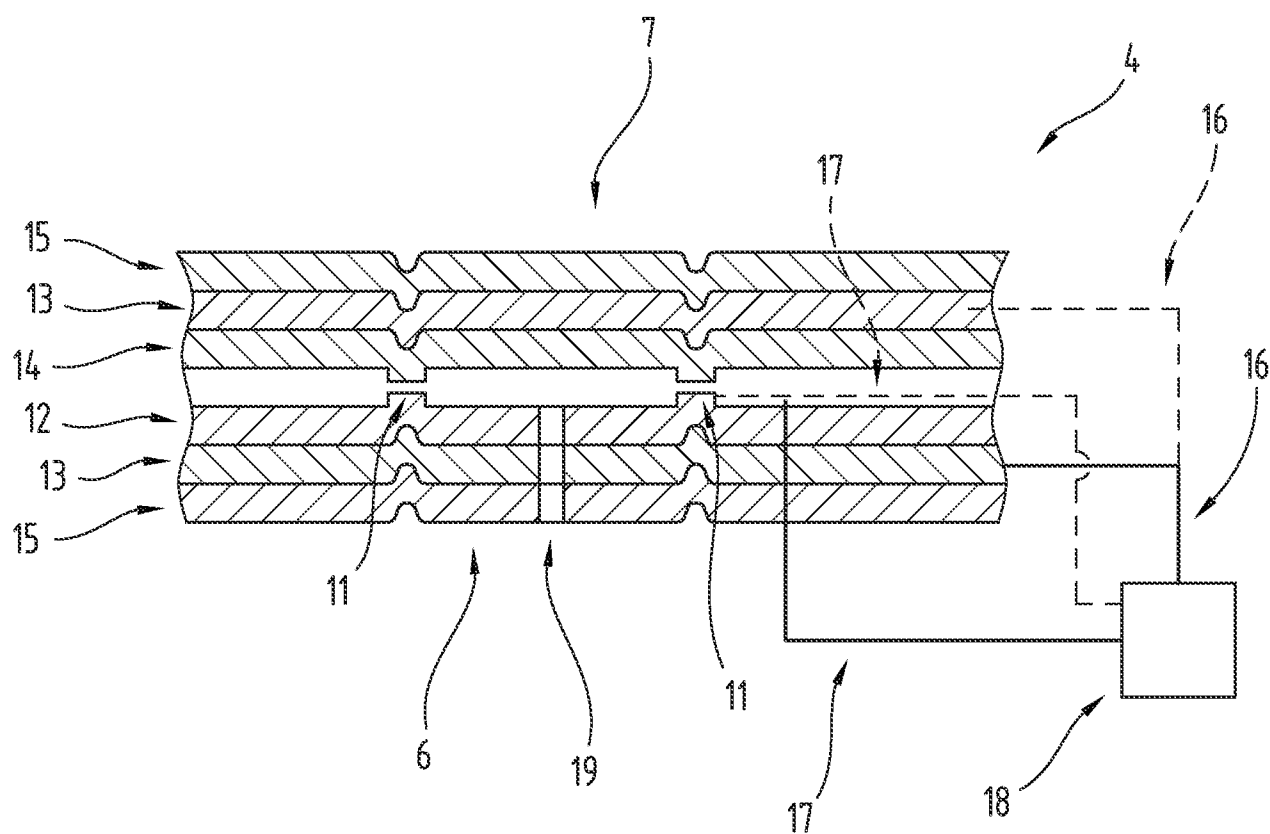
**Fig.3**



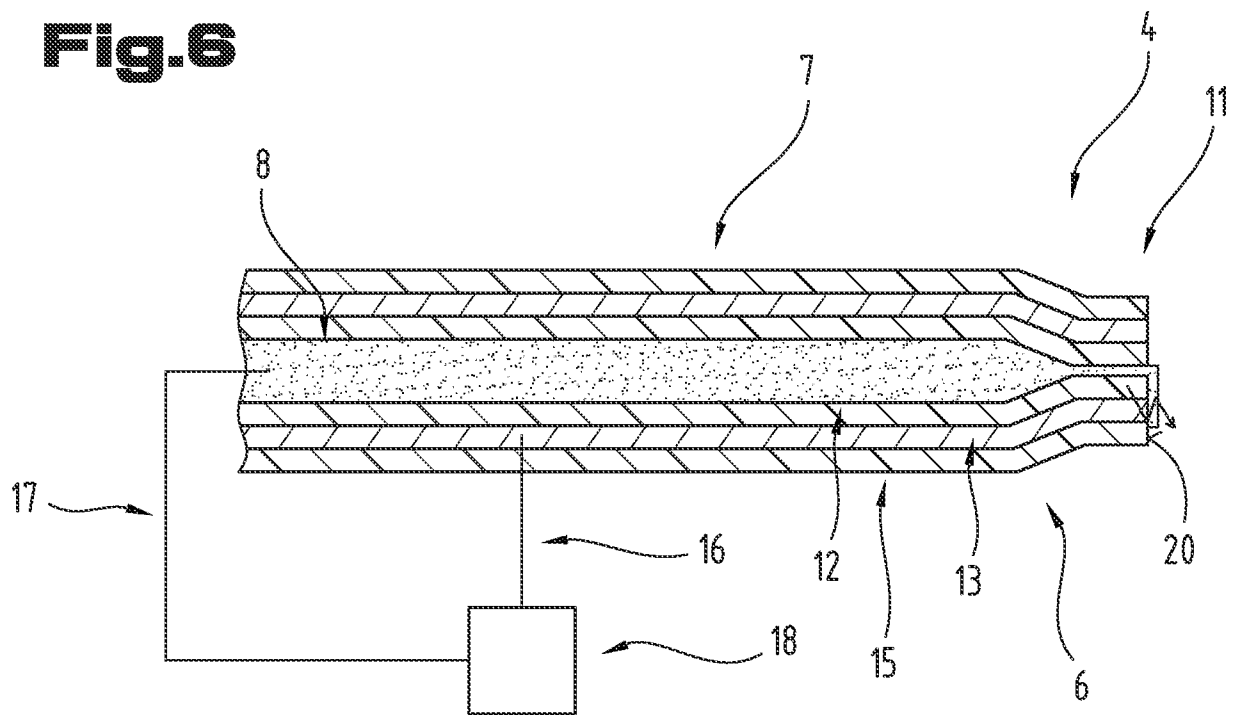
**Fig.4**



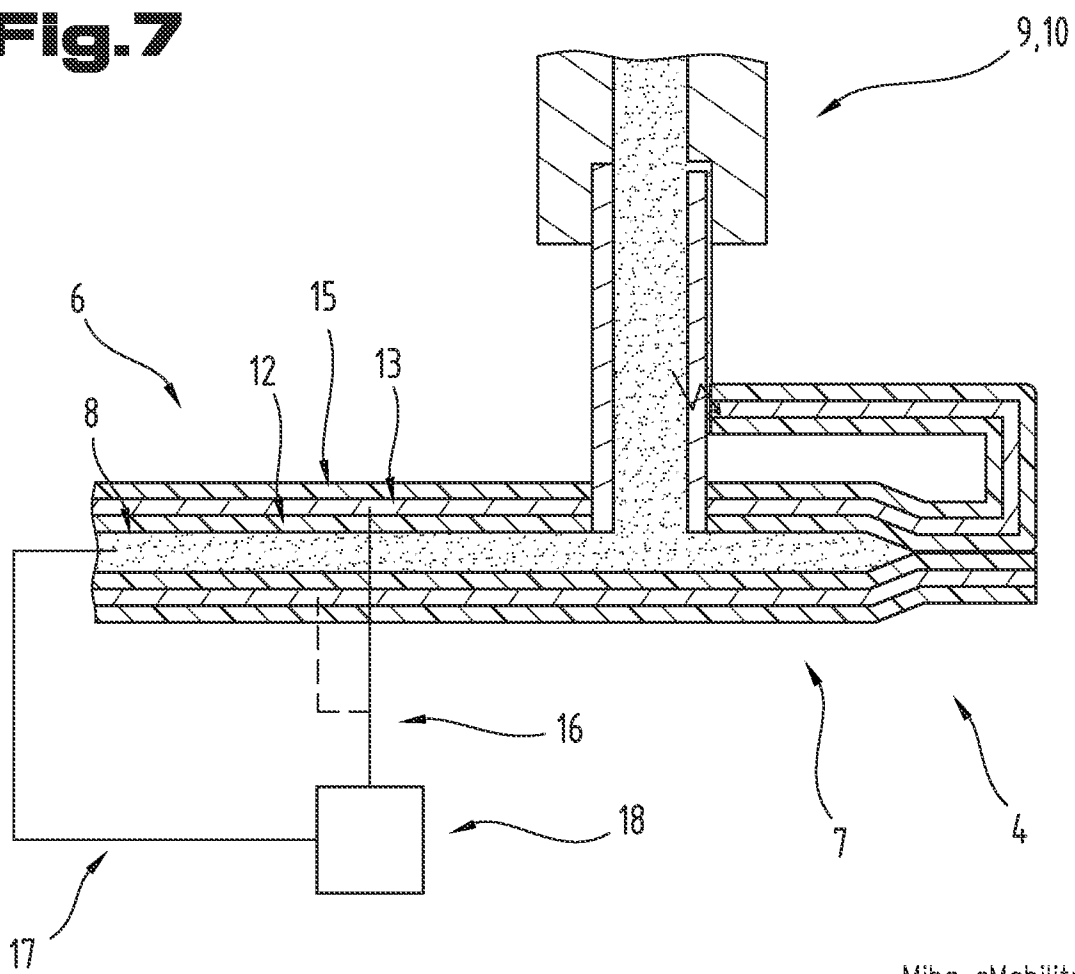
**Fig.5**



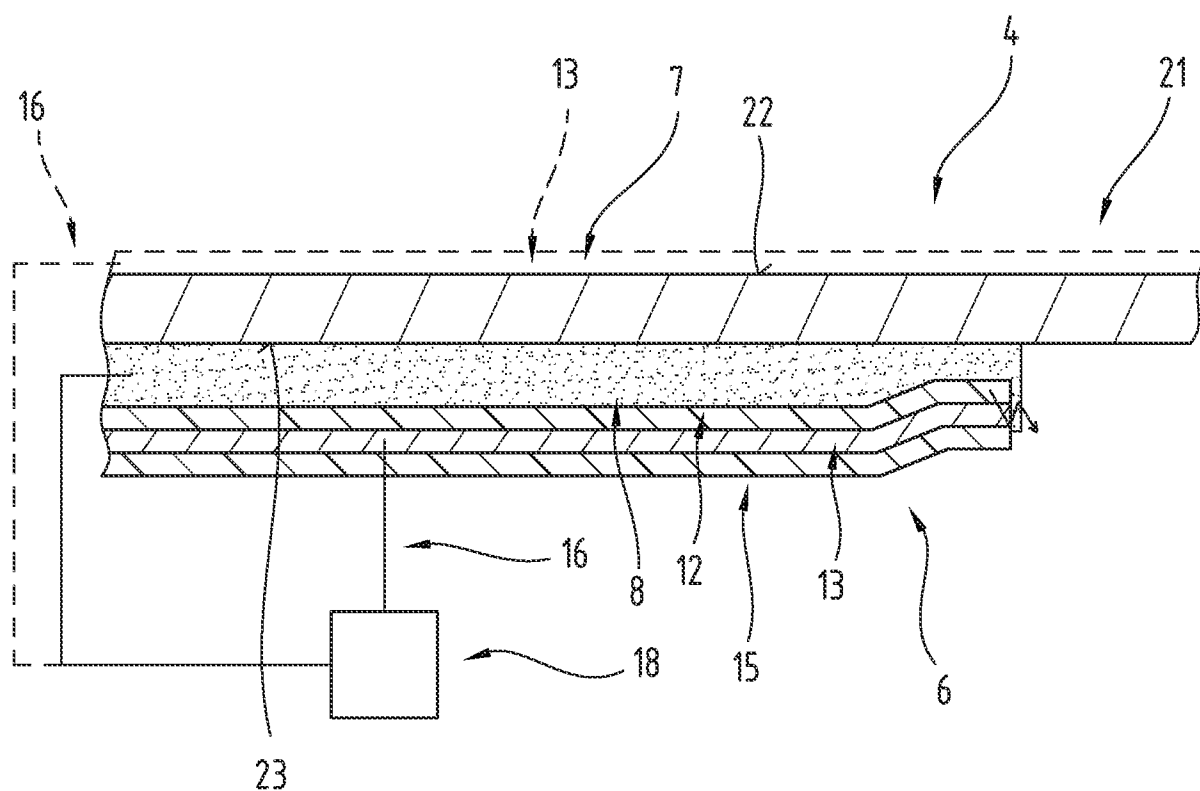
**Fig.6**



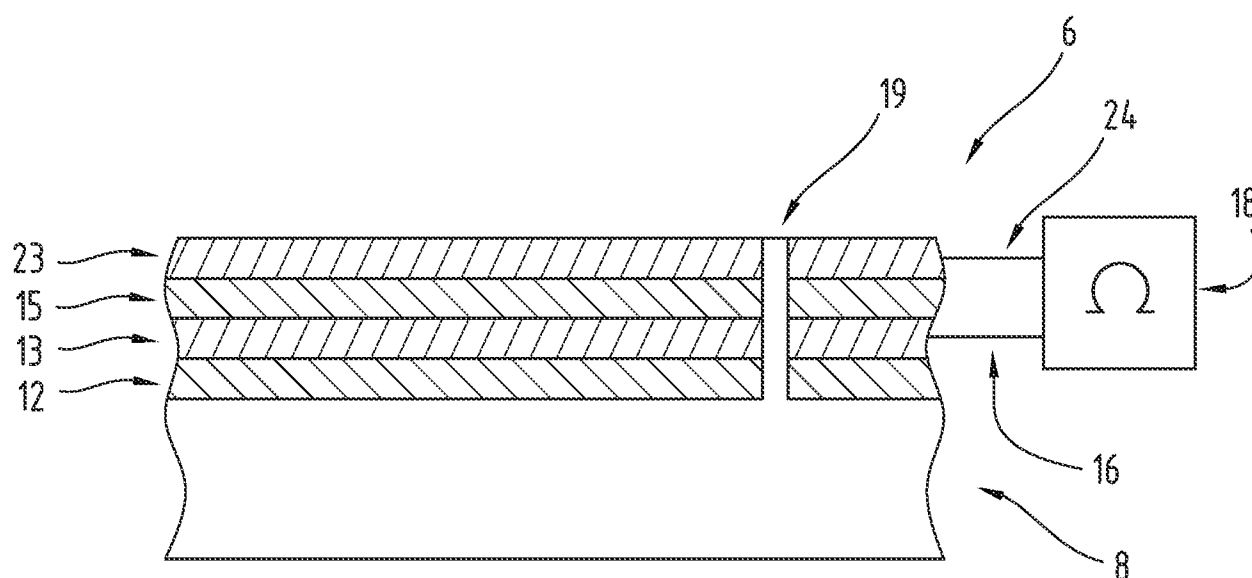
**Fig.7**



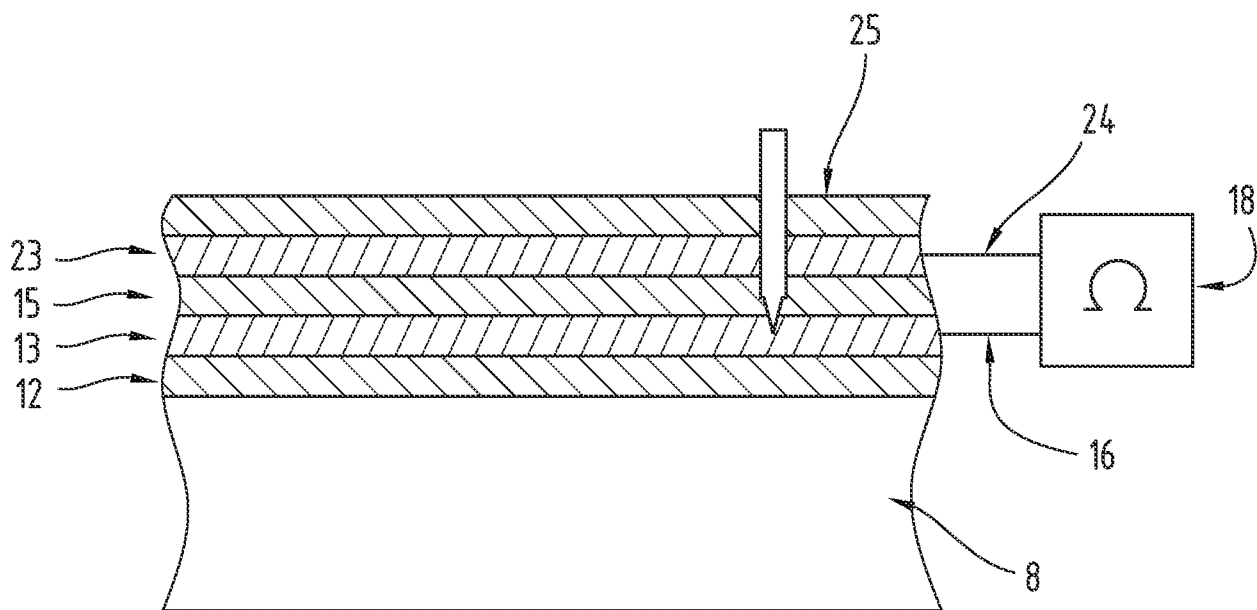
**Fig.8**



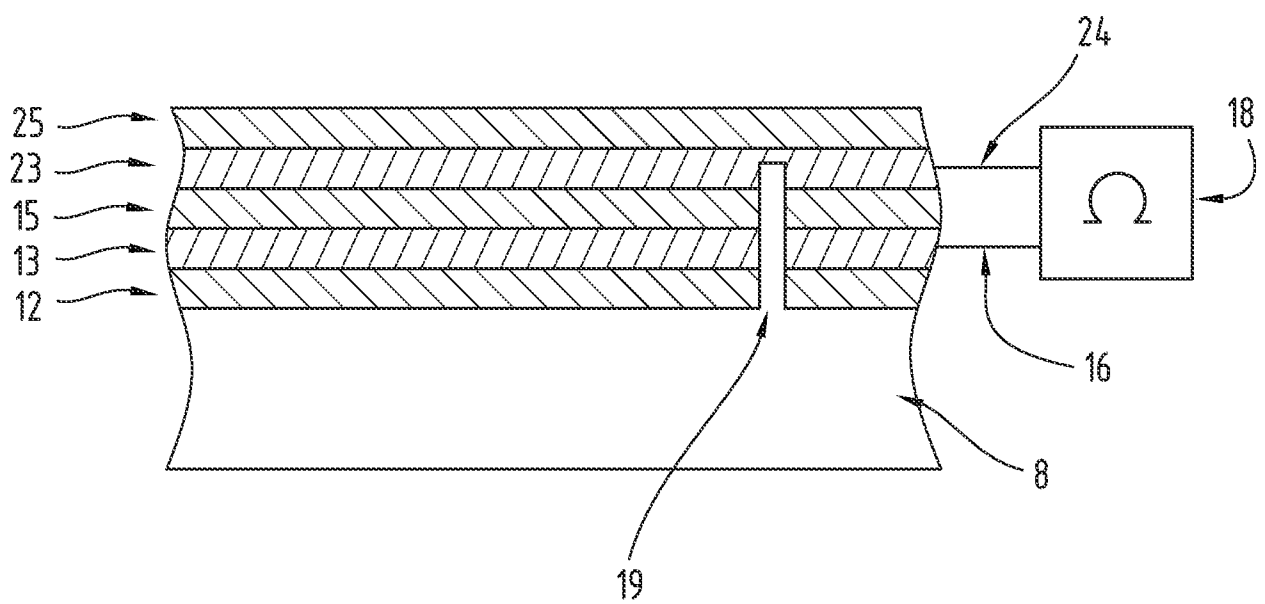
**Fig.9**



**Fig.10**



**Fig.11**



**Fig.12**

