

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50817/2022
(22) Anmeldetag: 21.10.2022
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2023

(51) Int. Cl.: **H01M 10/613** (2014.01)
H01M 10/615 (2014.01)
H01M 10/617 (2014.01)
H01M 10/647 (2014.01)
H01M 10/655 (2014.01)
G01R 31/374 (2019.01)

(56) Entgegenhaltungen:
CN 113625169 A
KR 20210066209 A
CN 112557924 A
KR 20160041257 A

(71) Patentanmelder:
Coren Federico
8010 Graz (AT)

(74) Vertreter:
WIRNSBERGER & LERCHBAUM
Patentanwälte OG
8700 Leoben (AT)

(54) **Testvorrichtung zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie sowie Verfahren hierzu**

(57) Die Erfindung betrifft eine Testvorrichtung (1) zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie (2), insbesondere zur Batteriemodellierung, wobei die Teststation eine Presseinrichtung zum Ausüben einer variablen Presskraft (F) auf eine in einem Einsatzzustand mit der Testvorrichtung (1) gekoppelte Batterie (2) und eine Temperierungseinrichtung zum gesteuerten Temperieren der Batterie (2) während einer Beaufschlagung der Batterie (2) mit der Presskraft (F) aufweist. Zur Erreichung einer hohen Genauigkeit ist vorgesehen, dass die Temperierungseinrichtung mit mehreren Festkörperwärmepumpen (3) gebildet ist, wobei die Festkörperwärmepumpen (3) derart angeordnet sind, dass mit den Festkörperwärmepumpen (3) im Einsatzzustand mehrere Bereiche der Batterie (2), insbesondere individuell, temperierbar sind. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie (2).

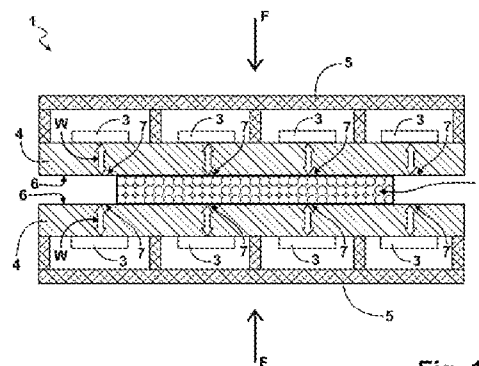


Fig. 1

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Testvorrichtung (1) zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie (2), insbesondere zur Batteriemodellierung, wobei die Teststation eine
5 Presseinrichtung zum Ausüben einer variierbaren Presskraft (F) auf eine in einem Einsatzzustand mit der Testvorrichtung (1) gekoppelte Batterie (2) und eine Temperierungseinrichtung zum gesteuerten Temperieren der Batterie (2) während einer Beaufschlagung der Batterie (2) mit der Presskraft (F) aufweist. Zur Erreichung einer hohen Genauigkeit ist vorgesehen, dass die Temperierungseinrichtung mit mehreren
10 Festkörperwärmepumpen (3) gebildet ist, wobei die Festkörperwärmepumpen (3) derart angeordnet sind, dass mit den Festkörperwärmepumpen (3) im Einsatzzustand mehrere Bereiche der Batterie (2), insbesondere individuell, temperierbar sind.

Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer
15 Batterie (2).

Fig. 1

Testvorrichtung zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie sowie Verfahren hierzu

Die Erfindung betrifft eine Testvorrichtung zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer
5 Batterie, insbesondere zur Batteriemodellierung, wobei die Testvorrichtung eine
Presseinrichtung zum Ausüben einer variierbaren Presskraft auf eine in einem
Einsatzzustand mit der Testvorrichtung gekoppelte Batterie und eine
Temperierungseinrichtung zum gesteuerten Temperieren der Batterie während einer
Beaufschlagung der Batterie mit der Presskraft aufweist.

10

Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer
Batterie, insbesondere zur Batteriemodellierung, wobei eine Batterie mit einer
Testvorrichtung, insbesondere einer Testvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
gekoppelt ist, wobei mit einer Presseinrichtung der Testvorrichtung eine variierbare
15 Presskraft auf die Batterie ausgeübt wird und während des Ausübens der Presskraft auf
die Batterie die Batterie mit einer Temperierungseinrichtung der Testvorrichtung
temperiert wird.

20

Ein elektrisches und mechanisches Verhalten einer Batteriezelle, insbesondere bei
Auslegung der Batteriezelle für eine Anwendung in einem Industriebereich oder
Automotive-Bereich, hängt üblicherweise stark von einer Temperatur der Batteriezelle und
einem auf die Batteriezelle wirkenden Druck ab. Für einen effizienten Betrieb der
Batteriezelle ist üblicherweise ein bestimmter auf die Batteriezelle wirkender Minimaldruck
erforderlich, wobei ab einem bestimmten Druck oberhalb des Minimaldrucks für eine
25 Betriebseffizienz und strukturelle Integrität der Batteriezelle schädliche Effekte zunehmen.

30

Um praktikable Anwendungsbedingungen für eine Batteriezelle festzulegen, werden
elektrische Eigenschaften der Batteriezelle üblicherweise mit einer Testvorrichtung
ermittelt, wobei die Testvorrichtung in der Regel eine Presseinrichtung und eine
30 Heizeinrichtung aufweist, um mit der Presseinrichtung eine Presskraft auf die Batteriezelle
auszuüben und mit der Heizeinrichtung die Batteriezelle zu heizen. Damit können
elektrische Eigenschaften der Batteriezelle abhängig von einem auf die Batteriezelle
wirkenden Druck und einer Temperatur der Batteriezelle ermittelt werden, um mit den
ermittelten elektrischen Eigenschaften eine Modellierung der Batteriezelle zur

Bestimmung und Optimierung von Anwendungsbedingungen für die Batteriezelle bzw. eine Auslegung der Batteriezelle durchzuführen.

5 Eine Genauigkeit eines Heizens der Batteriezelle mit der Heizeinrichtung wird häufig dadurch begrenzt, dass eine Temperatur der Batteriezelle abhängig von einer Wärmeproduktion der Batteriezelle im elektrischen Betrieb der Batteriezelle ist und die Wärmeproduktion bzw. Temperatur der Batteriezelle entlang einer Oberfläche der Batteriezelle nicht homogen verteilt ist. Häufig ist eine Änderung der Temperatur der Batteriezelle außerdem mit einer Änderung einer Steifigkeit der Batteriezelle verbunden,
10 sodass eine angepasste Steuerung einer Presskraftbeaufschlagung der Batteriezelle durch die Presseinrichtung erforderlich ist und eine Genauigkeit der Presskraftbeaufschlagung begrenzt wird. Dies wirkt sich nachteilig auf eine Genauigkeit einer Ermittlung von elektrischen Eigenschaften der Batteriezelle mit der Testvorrichtung aus.

15 Bekannt sind Testvorrichtungen, welche ein Temperieren der Batteriezelle mittels temperierten Luftstroms vorsehen. Eine derartige Temperierung weist in der Regel eine kleine Reaktionsfähigkeit in Bezug auf Temperaturänderung der Batteriezelle auf und ist aufgrund einer kleinen Wärmekapazität des Luftstromes häufig nur begrenzt zum
20 Ausgleich von Temperaturdifferenzen auf einer Oberfläche der Batteriezelle geeignet. Es wurden Testvorrichtungen entwickelt, welche eine Temperierung der Batteriezelle mit einer Temperierungsflüssigkeit, insbesondere mit Wasser, vorsehen. Eine solche Temperierung ist üblicherweise praktikabel zur Umsetzung eines hohen Wärmeflusses, führt allerdings zu einer ausgeprägten Wärmeträgheit des Systems, wobei
25 Temperaturunterschiede auf einer Oberfläche der Batteriezelle einer messtechnischen Berücksichtigung entzogen werden.

Hier setzt die Erfindung an. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Testvorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, welche eine Ermittlung elektrischer Eigenschaften
30 einer Batterie, insbesondere zur Batteriemodellierung, mit hoher Genauigkeit ermöglicht.

Weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, welches eine Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie, insbesondere zur Batteriemodellierung, mit hoher Genauigkeit ermöglicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einer Vorrichtung der eingangs genannten Art die Temperierungseinrichtung mit mehreren Festkörperwärmepumpen gebildet ist, wobei die Festkörperwärmepumpen derart angeordnet sind, dass mit den Festkörperwärmepumpen im Einsatzzustand mehrere, insbesondere räumlich verschiedene, Bereiche der Batterie, insbesondere individuell, 5 temperierbar, insbesondere heizbar und/oder kühlbar, sind.

Grundlage der Erfindung ist die Idee, die Testvorrichtung derart auszugestalten, dass eine Temperierungseinrichtung der Testvorrichtung eine schnelle Reaktionsfähigkeit in Bezug 10 auf Temperaturänderungen einer Batterie, welche im Einsatzzustand mit der Testvorrichtung gekoppelt ist, aufweist, um die Batterie bereichsabhängig mit der Temperierungseinrichtung zu temperieren, insbesondere zu heizen und/oder zu kühlen. Durch die schnelle Reaktionsfähigkeit wird ermöglicht, auf Temperaturänderungen der Batterie, insbesondere deren Oberfläche, zeiteffizient mit einer angepassten 15 Temperierung und/oder einer angepassten Beaufschlagung der Batterie mit der Presskraft durch die Presseinrichtung zu reagieren. Es hat sich gezeigt, dass dies umsetzbar ist, wenn die Temperierungseinrichtung mit mehreren Festkörperwärmepumpen zur Temperierung von mehreren Bereichen der Batterie gebildet ist.

20 Eine Festkörperwärmepumpe ermöglicht üblicherweise eine Wärmeübertragung zwischen zwei unterschiedlichen Temperaturreservoirs unter Nutzung einer Antriebsenergie als Nutzwärme, wobei zur Umsetzung ein Festkörpereffekt, insbesondere Materialeffekt eines Festkörpers, genutzt wird. Die Antriebsenergie ist üblicherweise eine elektrische und/oder 25 magnetische Energie, üblicherweise durch Anlegen eines elektrischen und/oder magnetischen Feldes. Der Festkörpereffekt kann ein Peltier-Effekt oder ein magnetokalorischer Effekt sein. Die Festkörperwärmepumpe ist üblicherweise mit den beiden Temperaturreservoirs wärmeübertragbar verbunden bzw. gesteuert verbindbar. Im Einsatzzustand ist eines der Temperaturreservoirs üblicherweise durch die Batterie, 30 insbesondere einem Bereich einer Oberfläche der Batterie gebildet, oder mit der Batterie, insbesondere dem Bereich der Oberfläche der Batterie, wärmeübertragbar gekoppelt. Das andere Temperaturreservoir ist üblicherweise durch einen von der Batterie bzw. Presseinrichtung im Wesentlichen wärmeflussentkoppelten Wärmespeicher gebildet,

sodass im Einsatzzustand eine, insbesondere gesamte, Wärmeübertragung zwischen den Temperaturniveaus im Wesentlichen durch die Festkörperwärmepumpe bestimmt wird.

Einsatzzustand bezeichnet üblicherweise einen Zustand der Testvorrichtung, in welchem
5 die Testvorrichtung mit einer Batterie gekoppelt ist, um elektrische Eigenschaften der Batterie mit der Testvorrichtung, insbesondere unter Beaufschlagung der Batterie mit einer Presskraft der Presseinrichtung bzw. Temperierung der Batterie mit der Temperierungseinrichtung, zu ermitteln. Temperierung kann ein Heizen und/oder Kühlen sein. Die Batterie kann mit, insbesondere aus, einer Batteriezelle oder einem Verbund von
10 mehreren Batteriezellen gebildet sein. Die Batteriezelle kann ein galvanisches Element, insbesondere eine Primärzelle oder eine Sekundärzelle oder eine Tertiärzelle, sein.

Vorzugsweise sind die Festkörperwärmepumpen derart angeordnet, dass mehrere Bereiche der Batterie mit den Festkörperwärmepumpen individuell, insbesondere
15 gesondert voneinander, temperierbar, insbesondere heizbar und/oder kühlbar, sind. Vorzugsweise kann eine Temperierung verschiedener der Bereiche mit den Festkörperwärmepumpen unterschiedlich variiert werden. Dadurch kann mit der Temperierungseinrichtung auf eine inhomogene Temperaturverteilung der Batterie reagiert werden. Üblicherweise werden die Festkörperwärmepumpen entsprechend
20 gesteuert, insbesondere geregelt, in der Regel mit einer, insbesondere nachfolgend definierten, Steuerungseinrichtung der Testvorrichtung.

Die Temperierungseinrichtung, insbesondere die Festkörperwärmepumpen, sind üblicherweise mit der Presseinrichtung gekoppelt, in der Regel mechanisch verbunden,
25 insbesondere derart, dass während einer Beaufschlagung der Batterie mit der Presskraft die Festkörperwärmepumpen wärmeübertragend mit der Batterie verbunden sind.

Bevorzugt ist es, wenn die Festkörperwärmepumpen derart mit der Presseinrichtung gekoppelt sind, dass die Festkörperwärmepumpen während eines Ausübens der
30 Presskraft mit der Presseinrichtung auf die Batterie nicht mit der Presskraft beaufschlagt sind. Dies gilt insbesondere im Einsatzzustand. Dadurch kann eine Beeinträchtigung der Festkörperwärmepumpen durch die Presskraft vermieden werden.

Wenngleich weniger bevorzugt, kann es zweckmäßig sein, wenn die Festkörperwärmepumpen derart mit der Presseinrichtung gekoppelt sind, dass die Festkörperwärmepumpen während eines Ausübens der Presskraft mit der Presseinrichtung auf die Batterie mit der Presskraft beaufschlagt sind. Eine solche Umsetzung kann bei kleinen Lasten und/oder robusten Festkörperwärmepumpen praktikabel sein. Im Besonderen können die Festkörperwärmepumpen derart mit der Presseinrichtung gekoppelt sein, dass die Presskraft über die Festkörperwärmepumpen auf die Batterie ausübbar ist. Dies gilt insbesondere im Einsatzzustand.

- 10 Üblicherweise weist die Presseinrichtung mehrere relativ zueinander bewegbare Presselemente auf, um die Batterie zwischen Pressflächen der Presselemente anzuordnen und mit Bewegen der Pressflächen relativ zueinander die Presskraft auf die Batterie aufzubringen. Die Presselemente können gesteuert, insbesondere geregelt, relativ zueinander bewegbar, insbesondere verschiebbar, ausgebildet sein. Üblicherweise
- 15 weist das jeweilige Presselement eine Pressfläche auf, um im Einsatzzustand zum Ausüben der Presskraft auf die Batterie die Pressfläche presskraftbeaufschlagt gegen die Batterie, insbesondere eine Oberfläche der Batterie, zu pressen. Im Einsatzzustand kann mit Ausüben und/oder Variieren der Presskraft auf die Batterie ein Druck in der Batterie geändert, insbesondere variiert, werden. Eine entsprechende Steuerung, insbesondere
- 20 Regelung, der Presseinrichtung kann mit einer, insbesondere nachfolgend definierten, Steuerungseinrichtung der Testvorrichtung erfolgen.

- Die Presselemente können plattenförmig ausgebildet sein. Die jeweilige Pressfläche kann im Wesentlichen eine ebene Fläche sein. Zweckmäßig ist es, wenn die Pressflächen von
- 25 zwei Presselementen, welche in Bezug auf eine im Einsatzzustand zwischen den Pressflächen angeordnete Batterie einander gegenüberliegen im Wesentlichen parallel zueinander orientiert sind.

- In der Regel sind die Presselemente derart angeordnet, dass zwischen den Pressflächen
- 30 ein größenvariierbarer Freiraum, insbesondere Abstand, zur Anordnung einer Batterie zwischen den Pressflächen, insbesondere im Freiraum, vorhanden ist. Die Presseinrichtung ist üblicherweise ausgebildet, die Presselemente relativ zueinander, insbesondere gesteuert, bevorzugt geregelt, zu bewegen, um eine Größe des Freiraums, insbesondere des Abstands, zu variieren. Mit Variieren einer Größe des Freiraumes,

insbesondere Abstandes, zwischen den Pressflächen kann die Presskraft auf die Batterie ausgeübt werden. In der Regel sind die Presselemente jeweils mit mehreren der Festkörperwärmepumpen, insbesondere mechanisch, gekoppelt. Üblicherweise sind die Festkörperwärmepumpen jeweils mit einem der Presselemente mitbewegbar mit dem
 5 Presselement verbunden, insbesondere an diesem angeordnet. In der Regel sind die Presselemente derart angeordnet, dass die Pressflächen der Presselemente dem Freiraum und/oder einander zugewandt sind. Beispielsweise kann die Testvorrichtung zwei relativ zueinander bewegbare Presselemente aufweisen, welche derart angeordnet sind, dass deren Pressflächen einander zugewandt sind und/oder zwischen deren
 10 Pressflächen ein größenvariierbarer Freiraum zur Aufnahme einer Batterie gebildet ist. Die Pressflächen der beiden Presselemente können im Wesentlichen parallel zueinander orientiert sein.

In der Regel definieren die Festkörperwärmepumpen mehrere Temperierungsabschnitte der Pressfläche zumindest eines der Presselemente, um die Temperierungsabschnitte mit
 15 den Festkörperwärmepumpen, insbesondere individuell, zu temperieren, insbesondere zu heizen oder zu kühlen. Vorzugsweise gilt dies für die Pressflächen von mehreren der Presselemente. Üblicherweise sind hierzu mehrere Festkörperwärmepumpen mit dem jeweiligen Presselement wärmeübertragbar gekoppelt, insbesondere am jeweiligen
 20 Presselement angeordnet, um die Temperierungsabschnitte mit den Festkörperwärmepumpen zu temperieren. Auf diese Weise können im Einsatzzustand mit den Temperierungsabschnitten wärmeübertragend verbundene Bereiche der Batterie über die Temperierungsabschnitte temperiert, insbesondere geheizt oder gekühlt, werden. Üblicherweise ist der jeweiligen Festkörperwärmepumpe ein eigener
 25 Temperierungsabschnitt einer der Pressflächen zur Temperierung des Temperierungsabschnittes mit der Festkörperwärmepumpe zugeordnet. Die mehreren Temperierungsabschnitte der jeweiligen Pressfläche sind üblicherweise räumlich verschiedene Abschnitte der Pressfläche. Vorzugsweise sind die Festkörperwärmepumpen individuell steuerbar, insbesondere regelbar, ausgebildet, um
 30 die Temperierungsabschnitte individuell, insbesondere mit individuell variierbaren Temperierungsleistungen, zu temperieren. Die Temperierungsleistungen können Heizleistungen oder Kühlleistungen sein. Üblicherweise sind die jeweilige Festkörperwärmepumpe und ein dieser zur Temperierung zugeordneter Temperierungsabschnitt an einander gegenüberliegenden Seiten des jeweiligen

5 Presseelementes angeordnet, um mit der Festkörperwärmepumpe den
 Temperierungsabschnitt durch das Presselement hindurch zu temperieren. Dies gilt
 insbesondere in Draufsicht auf die Pressfläche des jeweiligen Presseelementes. Draufsicht
 auf die Pressfläche bezeichnet üblicherweise eine Sicht auf die Pressfläche in einer
 Richtung orthogonal zur Pressfläche.

10 Praktikabel ist es, wenn an zumindest einem der Presselemente
 Festkörperwärmepumpen an einer von der Pressfläche abgewandten Seite des
 Presseelementes mit dem Presselement wärmeübertragbar verbunden, insbesondere am
 Presselement angeordnet, sind. Dies kann für mehrere der Presselemente gelten. Die
 abgewandte Seite ist vorzugsweise eine der Pressfläche des jeweiligen Presseelementes
 gegenüberliegende Seite des Presseelementes. Zweckmäßig können ein oder mehrere der
 Festkörperwärmepumpen zumindest teilweise in Vertiefungen der Presselemente
 angeordnet sein.

15 Vorteilhaft ist es, wenn die Temperierungsabschnitte der Pressfläche des Presseelementes
 in mehreren Reihen entlang der Pressfläche angeordnet sind. Zweckmäßig können die
 Festkörperwärmepumpen am jeweiligen Presselement entsprechend angeordnet sein.
 Dies gilt insbesondere in Draufsicht auf die Pressfläche des jeweiligen Presseelementes.
 20 Zweckmäßig können, insbesondere hierzu, die Festkörperwärmepumpen in mehreren
 Reihen wärmeübertragbar mit dem jeweiligen Presselement verbunden und/oder am
 Presselement angeordnet sein. Dadurch ist eine flexible Temperierung umsetzbar. Dies
 gilt für ein oder mehrere der Presselemente.

25 Die Festkörperwärmepumpen sind üblicherweise an einer der Pressfläche des jeweiligen
 Presseelementes gegenüberliegenden Seite des Presseelementes angeordnet. Dadurch
 kann ein der jeweiligen Festkörperwärmepumpe für eine Temperierung zugeordneter
 Temperierungsabschnitt mit der Festkörperwärmepumpe durch das jeweilige
 Presselement hindurch temperiert werden.

30 Die Testvorrichtung kann eine, insbesondere elektrische, Steuerungseinrichtung zur
 Steuerung, insbesondere Regelung, der Festkörperwärmepumpen und/oder der
 Presseinrichtung aufweisen. Die Steuereinrichtung ist vorzugsweise ausgebildet, die
 Festkörperwärmepumpen individuell, insbesondere gesondert voneinander, zu steuern,

insbesondere zu regeln. Insbesondere kann eine Temperierungsleistung, insbesondere Heizleistung oder Kühlleistung, der Festkörperwärmepumpen individuell variiert werden. Die Steuerungseinrichtung ist üblicherweise ausgebildet, die Presskraft zu steuern, insbesondere zu regeln. Die Steuereinrichtung kann hierzu einen Mikrocontroller
 5 aufweisen.

In der Regel ist die jeweilige Festkörperwärmepumpe mit einem ersten Temperaturreservoir und einem zweiten Temperaturreservoir wärmeübertragbar gekoppelt, um mit der Festkörperwärmepumpe Wärme zwischen den
 10 Temperaturreservoirs zu übertragen. Das erste Temperaturreservoir und zweite Temperaturreservoir weisen üblicherweise voneinander verschiedene Temperaturen auf. Das erste Temperaturreservoirs kann ein der Festkörperwärmepumpe zur Temperierung zugeordneter Temperierungsabschnitt bzw. im Einsatzzustand ein Bereich der Batterie sein. Das zweite Temperaturreservoir kann durch einen von der Batterie bzw.
 15 Presseinrichtung im Wesentlichen wärmeflussentkoppelten Wärmespeicher der Testvorrichtung gebildet sein, sodass im Einsatzzustand eine, insbesondere gesamte, Wärmeübertragung zwischen den Temperaturniveaus im Wesentlichen durch die Festkörperwärmepumpe bestimmt wird. Zweckmäßig können zumindest ein oder mehrere Festkörperwärmepumpen derart umgesetzt sein.

20 Von Vorteil ist es, wenn eine oder mehrere der Festkörperwärmepumpen zur Temperierung jeweils mit einem, insbesondere als, Peltier-Element ausgebildet sind. Das Peltier-Element kann durch mehrere, insbesondere miteinander gekoppelte, Peltier-Elemente umgesetzt sein. Mit dem Peltier-Element kann eine effiziente Temperierung der
 25 Temperierungsabschnitte bzw. Bereiche der Batterie umgesetzt werden. Im Besonderen kann dadurch eine schnelle Änderung der Temperierung, insbesondere mit genauer Steuerung, erfolgen. Üblicherweise sind mehrere, insbesondere im Wesentlichen sämtliche, der Festkörperwärmepumpen derart umgesetzt. In der Regel weist das Peltier-Element der jeweiligen Festkörperwärmepumpe einen elektrischen Leiterkreis mit
 30 zwei Kontaktstellen jeweils zwischen Materialien unterschiedlicher Peltier-Koeffizienten bzw. Seebeck-Koeffizienten auf, sodass mit einem elektrischen Strom durch die elektrische Leiterschleife Wärme von einer der Kontaktstellen zur andere Kontaktstelle basierend auf dem Peltier-Effekt transportiert wird. Zweckmäßig kann eine der Kontaktstellen mit dem ersten Temperaturreservoir und die andere Kontaktstelle mit dem

zweiten Temperaturreervoir wärmeübertragbar gekoppelt sein, um über die elektrische Leiterschleife Wärme zwischen den Temperaturreervoirs zu übertragen.

Alternativ oder kumulativ ist es günstig, wenn zumindest eine der

- 5 Festkörperwärmepumpen eine magnetokalorische Wärmepumpe ist, welche ausgebildet ist, zur Temperierung ein magnetisches Material der Festkörperwärmepumpe, in der Regel periodisch, mit einem Magnetfeld zu beaufschlagen, um eine Temperatur des magnetischen Materials zur Generierung eines Wärmeflusses, üblicherweise zwischen den Temperaturreervoirs, insbesondere zwischen dem ersten und dem zweiten
- 10 Temperaturreervoir, zu ändern. Es können mehrere, insbesondere im Wesentlichen sämtliche, der Festkörperwärmepumpen derart umgesetzt sein.

Alternativ oder kumulativ kann zumindest eine der Festkörperwärmepumpen eine elastokalorische Wärmepumpe sein, welche ausgebildet ist, zur Temperierung ein

- 15 Verformungsmaterial, insbesondere ein Formgedächtnismaterial, der Festkörperwärmepumpe, in der Regel periodisch, zu verformen, um eine Temperatur des Verformungsmaterials zur Generierung eines Wärmeflusses, üblicherweise zwischen den Temperaturreervoirs, insbesondere zwischen dem ersten und dem zweiten Temperaturreervoir, zu ändern. Es können mehrere, insbesondere im Wesentlichen
- 20 sämtliche, der Festkörperwärmepumpen derart umgesetzt sein.

Mit derartigen Umsetzungen von Festkörperwärmepumpen kann eine effiziente Temperierung sowie schnelle Änderung der Temperierung, insbesondere Heizung und/oder Kühlung, der Temperierungsabschnitte bzw. der Bereiche der Batterie mit den

25 Festkörperwärmepumpen erreicht werden.

Von Vorteil ist es, wenn die Testvorrichtung ein oder mehrere Wärmetauscher aufweist, welche mit den Festkörperwärmepumpen gekoppelt sind, um mit den Wärmetauschern Wärme von den Festkörperwärmepumpen abzuführen oder diesen zuzuführen. Auf diese

30 Weise kann mit den Festkörperwärmepumpen Wärme effizient zwischen den Temperaturreervoirs übertragen werden. Die Wärmetauscher können mit einem oder mehreren, insbesondere vorgenannten, Wärmespeichern gekoppelt sein, um mit den Wärmetauschern Wärme zwischen den Festkörperwärmepumpen und Wärmespeichern zu übertragen. Zweckmäßig kann das zweite Temperaturreervoir der jeweiligen

Festkörperwärmepumpe mit einem Wärmetauscher und/oder mit dem mit dem Wärmetauscher gekoppelten Wärmespeicher gebildet sein.

Günstig ist es, wenn die Testvorrichtung mehrere Temperatursensoren zur

5 Temperaturbestimmung aufweist, um eine Steuerung, insbesondere Regelung, der Festkörperwärmepumpen abhängig von Messdaten der Temperatursensoren durchzuführen. Dabei kann zweckmäßig die Temperatur von mehreren Bereichen der Batterie und/oder mehreren der Temperierungsabschnitte bestimmt werden. Vorteilhaft ist es, wenn mit den Temperatursensoren eine Temperatur von mehreren, insbesondere

10 einem Großteil, vorzugsweise sämtlichen der Temperaturabschnitte, vorzugsweise gesondert, bestimmbar ist. Zweckmäßig können die Temperatursensoren wärmeübertragend mit den Presselementen, insbesondere den Temperierungsabschnitten, verbunden sein, insbesondere an diesen angeordnet sein. Günstig ist es, wenn der jeweiligen Festkörperwärmepumpe ein, insbesondere eigener,

15 Temperatursensor zugeordnet ist, welcher Temperatursensor ausgebildet ist, eine Temperatur eines mit der Festkörperwärmepumpe zu temperierenden Abschnittes der Batterie bzw. Temperierungsabschnittes zu bestimmen. Dadurch kann die jeweilige Festkörperwärmepumpe abhängig von Messdaten des jeweiligen Temperatursensors gesteuert, insbesondere geregelt, werden. Zweckmäßig können mehreren, insbesondere

20 einer Mehrheit, vorzugsweise im Wesentlichen sämtlichen, der Festkörperwärmepumpen ein solcher Temperatursensor zugeordnet sein. Die Temperatursensoren können beispielsweise Thermoelemente sein. Zweckmäßig kann die Steuerungseinrichtung ausgebildet sein, die Festkörperwärmepumpen, insbesondere abhängig von einer Temperaturbestimmung mit den Temperatursensoren, zu steuern, insbesondere zu

25 regeln.

Üblicherweise ist zumindest eines der Presselemente mit einer Stützstruktur der Presseinrichtung, insbesondere starr, verbunden, um über die Stützstruktur die Presskraft auf das Presselement aufzubringen. Zweckmäßig können mehrere der Presselemente mit

30 einer, insbesondere eigenen, Stützstruktur verbunden sein. Zur Reduzierung von ungewollten Wärmeflüssen über die Stützstruktur ist es günstig, wenn die Stützstruktur mit miteinander verbundenen Balken, insbesondere in Form eines Stabwerkes oder Fachwerkes, gebildet ist. Zweckmäßig ist es, wenn in Draufsicht auf die Pressfläche des jeweiligen Presselementes die Stützstruktur zwischen den zum Presselement

korrespondierenden Festkörperwärmepumpen, insbesondere zwischen den am Presselement angeordneten Festkörperwärmepumpen, mit dem Presselement verbunden ist. Dadurch kann eine Beeinträchtigung der Festkörperwärmepumpen durch die Stützstruktur, insbesondere ein Aufbringen der Presskraft über die Stützstruktur, reduziert, insbesondere vermieden, werden. Beispielsweise kann die Stützstruktur ein oder mehrere, insbesondere balkenförmige, Anschlusselemente aufweisen, welche zwischen den Festkörperwärmepumpen mit dem Presselement verbunden sind. Draufsicht auf die Pressfläche bezeichnet üblicherweise eine Sicht auf die Pressfläche in einer Richtung orthogonal zur Pressfläche.

10

Die Stützstruktur ist in der Regel mit, insbesondere aus, einem Material gebildet, welches eine kleinere Wärmeleitfähigkeit als ein Material der Presselemente, insbesondere des Presselementes, an welchem die jeweilige Stützstruktur angeordnet ist, aufweist. Die Presselemente sind üblicherweise mit, insbesondere aus, Aluminium oder einer Aluminiumbasislegierung oder Kupfer oder einer Kupferbasislegierung gebildet. Die Stützstruktur ist üblicherweise mit, insbesondere aus, einer Eisenbasislegierung, insbesondere Stahl, gebildet.

15

Von Vorteil ist es, wenn ein Verfahren zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie, insbesondere zur Batteriemodellierung, umgesetzt ist, wobei eine Batterie mit einer Testvorrichtung, insbesondere einer in diesem Dokument beschriebenen Testvorrichtung, gekoppelt ist bzw. wird, wobei mit einer Presseinrichtung der Testvorrichtung eine variierbare Presskraft auf die Batterie ausgeübt wird und während des Ausübens der Presskraft auf die Batterie die Batterie mit einer

20

Temperierungseinrichtung der Testvorrichtung temperiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierungseinrichtung mit mehreren Festkörperwärmepumpen gebildet ist, wobei die Festkörperwärmepumpen derart angeordnet sind, dass mit den Festkörperwärmepumpen im Einsatzzustand mehrere Bereiche der Batterie, insbesondere individuell, temperiert werden. Wie vorstehend in diesem Dokument

25

beschrieben, können auf diese Weise elektrische Eigenschaften der Batterie mit hoher Genauigkeit ermittelt werden. Durch Ausüben, insbesondere Variieren, der Presskraft kann ein Druck in der Batterie eingestellt, insbesondere variiert werden. Dies kann mit Verformen einer Oberfläche der Batterie erfolgen. Damit können elektrische Eigenschaften der Batteriezelle abhängig von einem auf die Batteriezelle wirkenden Druck

30

und einer Temperatur der Batteriezelle ermittelt werden. Mit den ermittelten elektrischen Eigenschaften kann eine, insbesondere hardwaresimulierte und/oder computersimulierte, Modellierung der Batteriezelle durchgeführt werden. Dadurch können Anwendungsbedingungen für die Batteriezelle bestimmt und/oder optimiert werden.

5

Das Verfahren kann, entsprechend den Merkmalen und Wirkungen, welche im Rahmen einer Testvorrichtung, insbesondere vorstehend, in diesem Dokument beschrieben sind, ausgebildet sein. Analoges gilt auch für die Testvorrichtung im Hinblick auf das Verfahren.

- 10 Üblicherweise wird im Einsatzzustand während einer Beaufschlagung der Batterie mit der Presskraft durch die Presseinrichtung und einer Temperierung der Batterie mit der Temperierungseinrichtung die Batterie, insbesondere elektrisch, geladen oder entladen, um die elektrischen Eigenschaften der Batterie zu bestimmen. Das Laden oder das Entladen der Batterie kann mit der Steuerungseinrichtung gesteuert, insbesondere
- 15 geregelt, werden bzw. die Steuerungseinrichtung entsprechend ausgebildet sein.

- Bevorzugt ist es, wenn mehrere Bereiche der Batterie, insbesondere deren Oberfläche, individuell mit den Festkörperwärmepumpen temperiert, insbesondere geheizt oder gekühlt, werden. Vorteilhaft ist es, wenn die Festkörperwärmepumpen derart gesteuert,
- 20 insbesondere geregelt, werden, dass ein Temperaturgradient entlang einer Pressfläche zumindest eines Presselementes der Presseinrichtung, mit welcher Pressfläche die Presskraft auf die Batterie aufgebracht wird, erzeugt wird. Der Temperaturgradient kann im Wesentlichen linear sein. Bewährt hat es sich, wenn die Festkörperwärmepumpen derart gesteuert, insbesondere geregelt, werden, dass eine vorgegebene ungleichmäßige
- 25 Temperaturverteilung entlang einer Pressfläche zumindest eines Presselementes der Presseinrichtung, mit welcher Pressfläche die Presskraft auf die Batterie aufgebracht wird, erzeugt wird. Der Temperaturgradient bzw. die Temperaturverteilung kann durch gesteuerte, insbesondere geregelte, Temperierung von Temperierungsabschnitten der Pressfläche des jeweiligen Presselementes umgesetzt sein. Vorzugsweise werden die
- 30 Temperierungsabschnitte mit den Festkörperwärmepumpen individuell temperiert, insbesondere geheizt oder gekühlt, bzw. zu den Temperierungsabschnitten korrespondierende Festkörperwärmepumpen individuell gesteuert, insbesondere geregelt. Der Temperaturgradient bzw. die Temperaturverteilung kann sich jeweils auf die Temperatur der Temperierungsabschnitte als Datenpunkte beziehen. Üblicherweise

korrespondieren benachbarte Datenpunkte zu räumlich benachbarten
 Temperierungsabschnitten der jeweiligen Pressfläche. Der Temperaturgradient und/oder
 die Temperaturverteilung kann jeweils entlang einer oder mehreren zur jeweiligen
 Pressfläche parallelen Temperatureinstellrichtungen gebildet werden. Insbesondere
 5 können die mehreren Temperatureinstellrichtungen zwei zueinander winklige,
 insbesondere orthogonale, Temperatureinstellrichtungen sein. Zweckmäßig kann an
 Pressflächen von mehreren der Presselemente ein solcher Temperaturgradient und/oder
 eine solche Temperaturverteilung erzeugt werden.

- 10 Weitere Merkmale, Vorteile und Wirkungen der Erfindung ergeben sich aus der
 nachfolgenden Darstellung eines Ausführungsbeispiels. In den Zeichnungen, auf welche
 dabei Bezug genommen wird, zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Testvorrichtung mit einer zwischen
 15 Presselementen der Testvorrichtung eingefügten Batterie;
 Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Presseelementes der Testvorrichtung der Fig. 1
 mit auf dem Presselement angeordneten Festkörperwärmepumpen.

In Fig. 1 ist eine Testvorrichtung 1 zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer
 20 Batterie 2 schematisch dargestellt. Die Testvorrichtung 1 weist eine Presseinrichtung mit
 zwei relativ zueinander bewegbaren Presselementen 4 auf, um mit Bewegungen der
 Presselemente 4 eine variierbare Presskraft F auf eine im Einsatzzustand zwischen den
 Presselementen 4 angeordnete Batterie 2 auszuüben. Dadurch kann ein definierter Druck
 auf die Batterie 2 ausgeübt und/oder in der Batterie 2 eingestellt werden. Die
 25 Presselemente 4 weisen einander zugewandte Pressflächen 6 auf, zwischen welchen die
 Batterie 2 anordenbar ist. Die Testvorrichtung 1 weist eine mit mehreren
 Festkörperwärmepumpen 3 gebildete Temperierungseinrichtung auf, wobei die
 Festkörperwärmepumpen 3 derart mit den Presselementen 4 verbunden sind, dass im
 Einsatzzustand mehrere Bereiche der Batterie 2, vorzugsweise individuell, temperierbar,
 30 insbesondere heizbar oder kühlbar, sind. Hierzu sind am jeweiligen Presselement 4
 mehrere Festkörperwärmepumpen 3 angeordnet, sodass die Festkörperwärmepumpen 3
 mehrere Temperierungsabschnitte 7 der Pressfläche 6 des Presseelementes 4 definieren,
 um mit den Festkörperwärmepumpen 3 die Temperierungsabschnitte 7, insbesondere
 individuell, zu temperieren. Zweckmäßig kann jedem Temperierungsabschnitt 7 eine

eigene Festkörperwärmepumpe 3 zur Temperierung des Temperierungsabschnitts 7 zugeordnet sein.

Die Festkörperwärmepumpen 3 sind an einer der Pressfläche 6 gegenüberliegenden
 5 Seite des Presselementes 4 am jeweiligen Presselement 4 angeordnet. Der zu einer
 Festkörperwärmepumpe 3 korrespondierende Temperierungsabschnitt 7 ist jener
 Abschnitt der Pressfläche 6, welche der Festkörperwärmepumpe 3 am jeweiligen
 Presselement 4 gegenüberliegt. Dadurch kann mit der jeweiligen
 Festkörperwärmepumpe 3 eine Temperierung des jeweiligen Temperierungsabschnitts 7
 10 durch das jeweilige Presselement 4 hindurch bzw. mit einem Wärmefluss W im jeweiligen
 Presselement 4 zwischen der Festkörperwärmepumpe 3 und dem
 Temperierungsabschnitt 7 umgesetzt werden. Vorzugsweise ist die jeweilige
 Festkörperwärmepumpe 3 jeweils durch ein, insbesondere mehrere, Peltier-Elemente
 gebildet, um mit den Peltier-Elementen den jeweiligen Temperierungsabschnitt 7 zu
 15 temperieren, insbesondere zu heizen oder zu kühlen.

Das jeweilige Presselement 4 ist üblicherweise mit einer Stützstruktur 5 der
 Presseinrichtung verbunden, um durch Kraftbeaufschlagung der Stützstruktur 5 die
 Presskraft F auf das Presselement 4 aufzubringen. Vorteilhaft ist es, wenn in Draufsicht
 20 auf die Pressfläche 6 des jeweiligen Presselementes 4 die Stützstruktur 5 zwischen den
 am Presselement 4 angeordneten Festkörperwärmepumpen 3 mit dem Presselement 4
 verbunden ist.

In Fig. 2 ist eines der Presselemente 4 der Testvorrichtung 1 der Fig. 1 mit auf dem
 25 Presselement 4 angeordneten Festkörperwärmepumpen 3 schematisch dargestellt. Die
 Stützstruktur 5 ist in Fig. 2 nicht dargestellt, um eine Anordnung der
 Festkörperwärmepumpen 3 ersichtlich darzustellen. Die Festkörperwärmepumpen 3 sind
 am Presselement 4 auf einer der Pressfläche 6 gegenüberliegende Seite des
 Presselementes 4 in mehreren Reihen angeordnet. Die jeweilige
 30 Festkörperwärmepumpe 3 ist wärmeübertragend mit dem Presselement 4 verbunden.
 Dadurch sind korrespondierend zu den Festkörperwärmepumpen 3 die
 Temperierungsabschnitte 7 der Pressfläche 6 in mehreren Reihen angeordnet. In
 analoger Weise können am anderen Presselement 4 Festkörperwärmepumpen 3 in
 mehreren Reihen angeordnet sein.

Das jeweilige Presselement 4 kann beispielsweise eine Längserstreckung und/oder eine Breitenerstreckung jeweils zwischen 10 cm und 500 cm, insbesondere zwischen 20 cm und 100 cm, bevorzugt 40 cm, aufweisen. Die jeweilige Festkörperwärmepumpe 3, insbesondere deren Peltier-Element, bzw. eine Kontaktfläche dieser mit dem

- 5 Presselement 4 zur Wärmeübertragung kann beispielsweise eine Längserstreckung und/oder eine Breitenerstreckung jeweils zwischen 1 cm und 10 cm, insbesondere zwischen 2 cm und 7 cm, bevorzugt 5 cm, aufweisen. Üblicherweise sind die Längserstreckung und die Breitenerstreckung des Presselementes 4 bzw. der Festkörperwärmepumpe 3 jeweils im Wesentlichen parallel zur Pressfläche 6 des
10 jeweiligen Presselementes 4 orientiert.

Wenn die Temperierungseinrichtung mit mehreren Festkörperwärmepumpen 3 gebildet ist, sodass im Einsatzzustand mehrere Bereiche der Batterie 2 bzw. mehrere Temperierungsabschnitte 7 der Pressfläche 6 des jeweiligen Presselementes 4,

- 15 insbesondere individuell, temperierbar sind, ist eine Temperierung mehrerer Bereiche der Batterie 2, insbesondere deren Oberfläche, mit schneller Reaktionsfähigkeit ermöglicht. Dadurch kann auf Temperaturänderungen der Batterie 2, insbesondere wenn die Temperaturänderungen inhomogen verteilt auf der Batterie 2 erfolgen, mit einer angepassten Temperierung und/oder mit einer angepassten Beaufschlagung der
20 Batterie 2 mit der Presskraft F durch die Presseinrichtung, zeiteffizient reagiert werden. Dies ermöglicht eine Ermittlung von elektrischen Eigenschaften der Batterie 2 in Abhängigkeit von der Temperatur und Presskraft F mit hoher Genauigkeit.

Patentansprüche

1. Testvorrichtung (1) zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie (2), insbesondere zur Batteriemodellierung, wobei die Testvorrichtung (1) eine
5 Presseinrichtung zum Ausüben einer variierbaren Presskraft (F) auf eine in einem Einsatzzustand mit der Testvorrichtung (1) gekoppelte Batterie (2) und eine Temperierungseinrichtung zum gesteuerten Temperieren der Batterie (2) während einer Beaufschlagung der Batterie (2) mit der Presskraft (F) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierungseinrichtung mit mehreren Festkörperwärmepumpen (3) gebildet
10 ist, wobei die Festkörperwärmepumpen (3) derart angeordnet sind, dass mit den Festkörperwärmepumpen (3) im Einsatzzustand mehrere Bereiche der Batterie (2), insbesondere individuell, temperierbar sind.

2. Testvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
15 Festkörperwärmepumpen (3) derart mit der Presseinrichtung gekoppelt sind, dass die Festkörperwärmepumpen (3) während eines Ausübens der Presskraft (F) auf die Batterie (2) nicht mit der Presskraft (F) beaufschlagt sind.

3. Testvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die
20 Presseinrichtung mehrere relativ zueinander bewegbare Presselemente (4) aufweist, um die Batterie (2) zwischen Pressflächen (6) der Presselemente (4) anzuordnen und mit Bewegungen der Pressflächen (6) relativ zueinander die Presskraft (F) auf die Batterie (2) aufzubringen, wobei die Festkörperwärmepumpen (3) mehrere
Temperierungsabschnitte (7) der Pressfläche (6) zumindest eines der Presselemente (4)
25 definieren, um die Temperierungsabschnitte (7) mit den Festkörperwärmepumpen (3), insbesondere individuell, zu temperieren.

4. Testvorrichtung (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die
Temperierungsabschnitte (7) der Pressfläche des Presseelementes in mehreren Reihen
30 entlang der Pressfläche angeordnet sind.

5. Testvorrichtung (1) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die
Festkörperwärmepumpen (3) an einer von der Pressfläche (6) abgewandten Seite des
Presseelementes (4) mit dem Presselement (4) verbunden sind.

6. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine oder mehrere der Festkörperwärmepumpen (3) zur Temperierung mit einem Peltier-Element ausgebildet sind.

5 7. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Festkörperwärmepumpen (3) eine magnetokalorische Wärmepumpe ist, welche ausgebildet ist, zur Temperierung ein magnetisches Material der Festkörperwärmepumpe (3) mit einem Magnetfeld zu beaufschlagen, um eine Temperatur des magnetischen Materials zur Generierung eines Wärmeflusses zu ändern.

10

8. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Festkörperwärmepumpen (3) eine elastokalorische Wärmepumpe ist, welche ausgebildet ist, zur Temperierung ein Verformungsmaterial, insbesondere ein Formgedächtnismaterial, zu verformen, um eine Temperatur des Verformungsmaterials zur Generierung eines Wärmeflusses zu ändern.

15

9. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Testvorrichtung (1) ein oder mehrere Wärmetauscher aufweist, welche mit den Festkörperwärmepumpen (3) gekoppelt sind, um mit den Wärmetauschern Wärme von den Festkörperwärmepumpen (3) abzuführen oder diesen zuzuführen.

20

10. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Testvorrichtung (1) mehrere Temperatursensoren zur Temperaturbestimmung aufweist, um eine Steuerung, insbesondere Regelung, der Festkörperwärmepumpen (3) abhängig von Messdaten der Temperatursensoren durchzuführen.

25

11. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Testvorrichtung (1) eine Steuerungseinrichtung aufweist, welche ausgebildet ist, die Festkörperwärmepumpen (3), insbesondere abhängig von einer Temperaturbestimmung mit Temperatursensoren, zu steuern, insbesondere zu regeln.

30

12. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines der Presselemente (4) mit einer Stützstruktur (5) der Testvorrichtung (1) verbunden ist, um über die Stützstruktur (5) die Presskraft (F) auf

das Presselement (4) aufzubringen, wobei die Stützstruktur (5) mit miteinander verbundenen Balken, insbesondere in Form eines Stabwerkes oder Fachwerkes, gebildet ist.

- 5 13. Verfahren zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie (2), insbesondere zur Batteriemodellierung, wobei eine Batterie (2) mit einer Testvorrichtung (1), insbesondere einer Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekoppelt ist, wobei mit einer Presseinrichtung der Testvorrichtung (1) eine
- 10 der Presskraft (F) auf die Batterie (2) ausgeübt wird und während des Ausübens der Presskraft (F) auf die Batterie (2) die Batterie (2) mit einer Temperierungseinrichtung der Testvorrichtung (1) temperiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierungseinrichtung mit mehreren Festkörperwärmepumpen (3) gebildet ist, wobei die Festkörperwärmepumpen (3) derart angeordnet sind, dass mit den
- 15 Festkörperwärmepumpen (3) im Einsatzzustand mehrere Bereiche der Batterie (2), insbesondere individuell, temperiert werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkörperwärmepumpen (3) derart gesteuert, insbesondere geregelt, werden, dass ein Temperaturgradient entlang einer Pressfläche (6) zumindest eines Presselementes (4)
- 20 der Presseinrichtung, mit welcher Pressfläche (6) die Presskraft (F) auf die Batterie (2) aufgebracht wird, erzeugt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkörperwärmepumpen (3) derart gesteuert, insbesondere geregelt, werden, dass eine
- 25 vorgegebene ungleichmäßige Temperaturverteilung entlang einer Pressfläche (6) zumindest eines Presselementes (4) der Presseinrichtung, mit welcher Pressfläche (6) die Presskraft (F) auf die Batterie (2) aufgebracht wird, erzeugt wird.

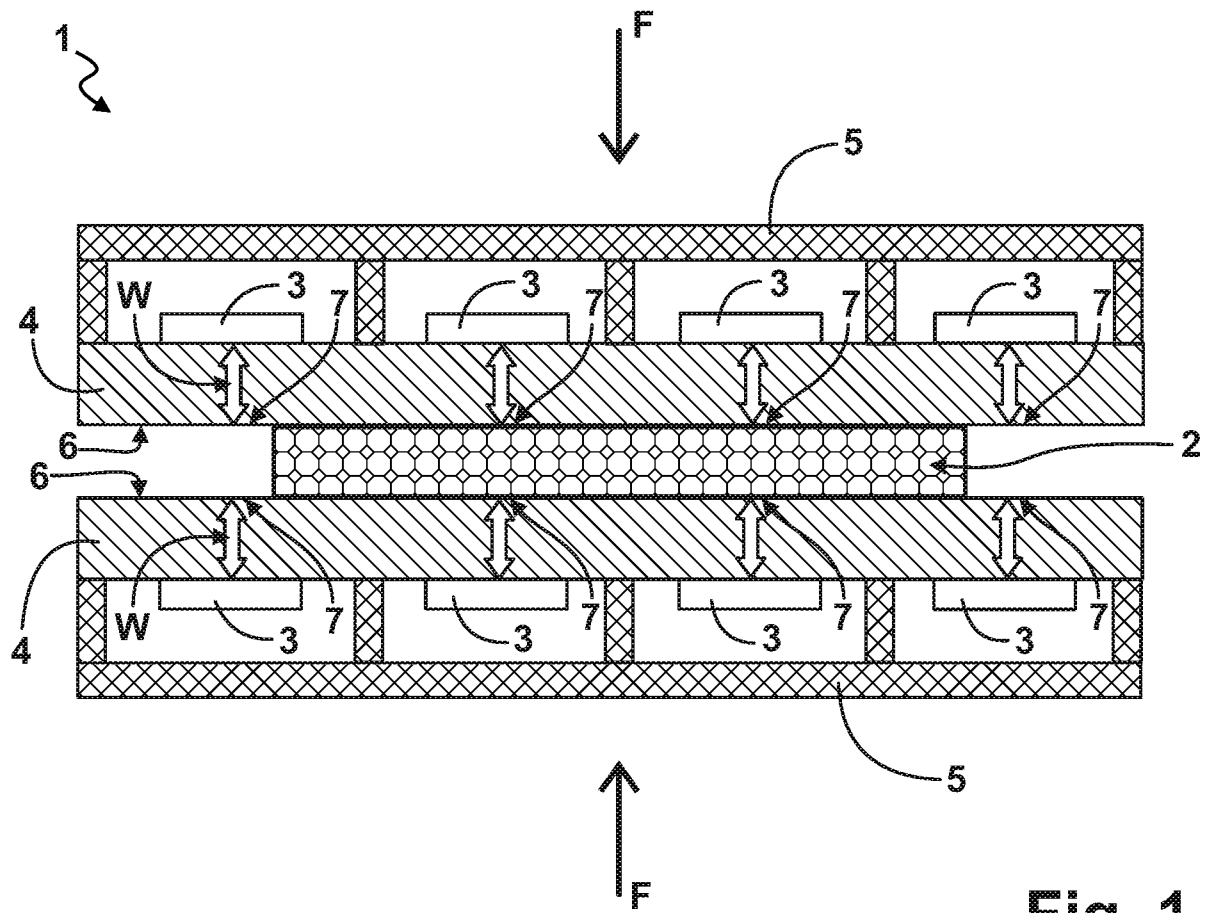


Fig. 1

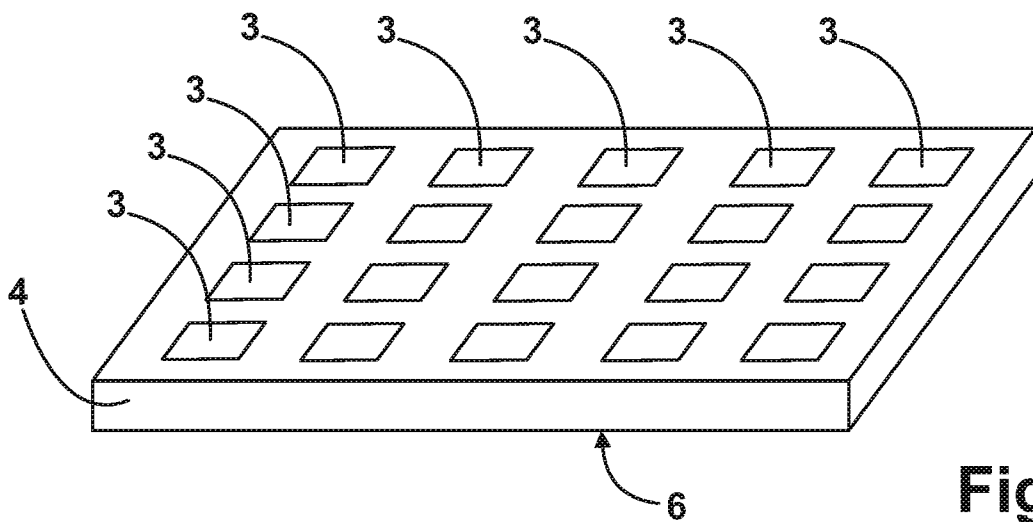


Fig. 2

Patentansprüche

1. Testvorrichtung (1) zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie (2), insbesondere zur Batteriemodellierung, wobei die Testvorrichtung (1) eine
5 Presseinrichtung zum Ausüben einer variierbaren Presskraft (F) auf eine in einem Einsatzzustand mit der Testvorrichtung (1) gekoppelte Batterie (2) und eine Temperierungseinrichtung zum gesteuerten Temperieren der Batterie (2) während einer Beaufschlagung der Batterie (2) mit der Presskraft (F) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierungseinrichtung mit mehreren Festkörperwärmepumpen (3) gebildet
10 ist, wobei die Festkörperwärmepumpen (3) derart angeordnet sind, dass mit den Festkörperwärmepumpen (3) im Einsatzzustand mehrere Bereiche der Batterie (2), insbesondere individuell, temperierbar sind.

2. Testvorrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die
15 Festkörperwärmepumpen (3) derart mit der Presseinrichtung gekoppelt sind, dass die Festkörperwärmepumpen (3) während eines Ausübens der Presskraft (F) auf die Batterie (2) nicht mit der Presskraft (F) beaufschlagt sind.

3. Testvorrichtung (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die
20 Presseinrichtung mehrere relativ zueinander bewegbare Presselemente (4) aufweist, um die Batterie (2) zwischen Pressflächen (6) der Presselemente (4) anzuordnen und mit Bewegungen der Pressflächen (6) relativ zueinander die Presskraft (F) auf die Batterie (2) aufzubringen, wobei die Festkörperwärmepumpen (3) mehrere
Temperierungsabschnitte (7) der Pressfläche (6) zumindest eines der Presselemente (4)
25 definieren, um die Temperierungsabschnitte (7) mit den Festkörperwärmepumpen (3), insbesondere individuell, zu temperieren.

4. Testvorrichtung (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest
eines der Presselemente (4) mit einer Stützstruktur (5) der Testvorrichtung (1) verbunden
30 ist, um über die Stützstruktur (5) die Presskraft (F) auf das Presselement (4) aufzubringen, wobei die Stützstruktur (5) mit miteinander verbundenen Balken, insbesondere in Form eines Stabwerkes oder Fachwerkes, gebildet ist.

5. Testvorrichtung (1) nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierungsabschnitte (7) der Pressfläche des Presselementes in mehreren Reihen entlang der Pressfläche angeordnet sind.
- 5 6. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkörperwärmepumpen (3) an einer von der Pressfläche (6) abgewandten Seite des Presselementes (4) mit dem Presselement (4) verbunden sind.
7. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
10 dass eine oder mehrere der Festkörperwärmepumpen (3) zur Temperierung mit einem Peltier-Element ausgebildet sind.
8. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Festkörperwärmepumpen (3) eine magnetokalorische
15 Wärmepumpe ist, welche ausgebildet ist, zur Temperierung ein magnetisches Material der Festkörperwärmepumpe (3) mit einem Magnetfeld zu beaufschlagen, um eine Temperatur des magnetischen Materials zur Generierung eines Wärmeflusses zu ändern.
9. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,
20 dass zumindest eine der Festkörperwärmepumpen (3) eine elastokalorische Wärmepumpe ist, welche ausgebildet ist, zur Temperierung ein Verformungsmaterial, insbesondere ein Formgedächtnismaterial, zu verformen, um eine Temperatur des Verformungsmaterials zur Generierung eines Wärmeflusses zu ändern.
- 25 10. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Testvorrichtung (1) ein oder mehrere Wärmetauscher aufweist, welche mit den Festkörperwärmepumpen (3) gekoppelt sind, um mit den Wärmetauschern Wärme von den Festkörperwärmepumpen (3) abzuführen oder diesen zuzuführen.
- 30 11. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Testvorrichtung (1) mehrere Temperatursensoren zur Temperaturbestimmung aufweist, um eine Steuerung, insbesondere Regelung, der Festkörperwärmepumpen (3) abhängig von Messdaten der Temperatursensoren durchzuführen.

12. Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Testvorrichtung (1) eine Steuerungseinrichtung aufweist, welche ausgebildet ist, die Festkörperwärmepumpen (3), insbesondere abhängig von einer Temperaturbestimmung mit Temperatursensoren, zu steuern, insbesondere zu regeln.

5

13. Verfahren zur Ermittlung elektrischer Eigenschaften einer Batterie (2), insbesondere zur Batteriemodellierung, wobei eine Batterie (2) mit einer Testvorrichtung (1), insbesondere einer Testvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekoppelt ist, wobei mit einer Presseinrichtung der Testvorrichtung (1) eine
 10 variierbare Presskraft (F) auf die Batterie (2) ausgeübt wird und während des Ausübens der Presskraft (F) auf die Batterie (2) die Batterie (2) mit einer Temperierungseinrichtung der Testvorrichtung (1) temperiert wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperierungseinrichtung mit mehreren Festkörperwärmepumpen (3) gebildet ist, wobei die Festkörperwärmepumpen (3) derart angeordnet sind, dass mit den
 15 Festkörperwärmepumpen (3) im Einsatzzustand mehrere Bereiche der Batterie (2), insbesondere individuell, temperiert werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Festkörperwärmepumpen (3) derart gesteuert, insbesondere geregelt, werden, dass ein
 20 Temperaturgradient entlang einer Pressfläche (6) zumindest eines Presselementes (4) der Presseinrichtung, mit welcher Pressfläche (6) die Presskraft (F) auf die Batterie (2) aufgebracht wird, erzeugt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die
 25 Festkörperwärmepumpen (3) derart gesteuert, insbesondere geregelt, werden, dass eine vorgegebene ungleichmäßige Temperaturverteilung entlang einer Pressfläche (6) zumindest eines Presselementes (4) der Presseinrichtung, mit welcher Pressfläche (6) die Presskraft (F) auf die Batterie (2) aufgebracht wird, erzeugt wird.