

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50941/2023
(22) Anmeldetag: 21.11.2023
(43) Veröffentlicht am: 15.04.2025

(51) Int. Cl.: **G01R 31/3835** (2019.01)
G01R 31/385 (2019.01)
H01M 10/48 (2006.01)
G01R 19/00 (2006.01)
G01R 31/54 (2020.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 6255826 B1
JP 2007010580 A
CN 112748367 A
JP 6753730 B2
JP 2013036857 A
DE 102007046033 A1
US 2022037893 A1

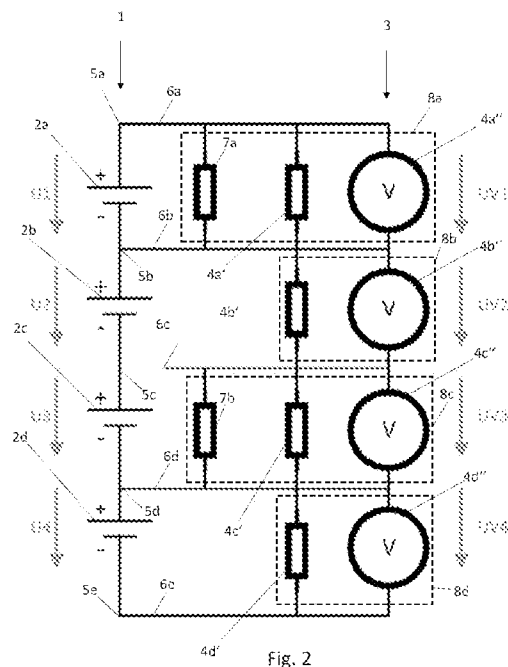
(71) Patentanmelder:
AVL List GmbH
8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:
Stocker Lukas BSc
8054 Graz (AT)

(74) Vertreter:
Babeluk Patentanwälte GmbH
1080 Wien (AT)

(54) VERFAHREN ZUR ÜBERWACHUNG EINES ELEKTROCHEMISCHEN ZELLENSYSTEMS

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines elektrochemischen Zellsystems, wobei das elektrochemische Zellsystem zumindest eine elektrochemische Einheit (1) umfasst, welche zumindest zwei in Serie geschaltete elektrochemische Zellen (2a-2d), vorzugsweise Batteriezellen, aufweist, wobei von den elektrochemischen Zellen (2a-2d) zumindest an einem ersten Messpunkt (5a-5e), an einem zweiten Messpunkt (5a-5e) und an einem dritten Messpunkt (5a-5e) das Potential über Ableitungen (6a-6e) abgenommen wird und eine erste Spannung (UV1-UV4) zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) gemessen wird und eine zweite Spannung (UV1-UV4) zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Summenwiderstand, und ein zweiter Summenwiderstand, unterschiedlich groß gewählt werden und das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellsystems basierend auf den gemessenen Spannungen (UV1-UV4) beurteilt wird.



Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines elektrochemischen Zellensystems, wobei das elektrochemische Zellensystem zumindest eine elektrochemische Einheit (1) umfasst, welche zumindest zwei in Serie geschaltete elektrochemische Zellen (2a-2d), vorzugsweise Batteriezellen, aufweist, wobei von den elektrochemischen Zellen (2a-2d) zumindest an einem ersten Messpunkt (5a-5e), an einem zweiten Messpunkt (5a-5e) und an einem dritten Messpunkt (5a-5e) das Potential über Ableitungen (6a-6e) abgenommen wird und eine erste Spannung (UV1-UV4) zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) gemessen wird und eine zweite Spannung (UV1-UV4) zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Summenwiderstand, und ein zweiter Summenwiderstand, unterschiedlich groß gewählt werden und das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellensystems basierend auf den gemessenen Spannungen (UV1-UV4) beurteilt wird.

Fig. 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines elektrochemischen Zellsystems, wobei das elektrochemische Zellsystem zumindest eine elektrochemische Einheit umfasst, welche zumindest zwei in Serie geschaltete elektrochemische Zellen, vorzugsweise Batteriezellen, aufweist, wobei von den elektrochemischen Zellen zumindest an einem ersten Messpunkt, an einem zweiten Messpunkt und an einem dritten Messpunkt das Potential über Ableitungen abgenommen wird und die Messpunkte mit jeweils zumindest einem Pol der zumindest zwei elektrochemischen Zellen elektrisch verbunden sind, wobei die Messpunkte jeweils mit unterschiedlichen Polen elektrisch verbunden sind und eine erste Spannung zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt gemessen wird und eine zweite Spannung zwischen dem zweiten Messpunkt und dem dritten Messpunkt gemessen wird.

Sie betrifft auch ein elektrochemisches Zellsystem umfassend zumindest eine elektrochemische Einheit, wobei die elektrochemische Einheit zumindest zwei elektrochemische Zellen, vorzugsweise Batteriezellen, umfasst, welche in Serie geschaltet sind, wobei das elektrochemische Zellsystem zumindest eine Spannungsmesseinheit aufweist, welche mit einem ersten Messpunkt, einem zweiten Messpunkt und einem dritten Messpunkt über Ableitungen elektrisch verbunden oder verbindbar ist, und die Messpunkte mit jeweils zumindest einem Pol der zumindest zwei elektrochemischen Zellen verbunden sind, wobei die Messpunkte jeweils mit unterschiedlichen Polen elektrisch verbunden sind und wobei die Spannungsmesseinheit dazu eingerichtet ist, eine erste Spannung zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt und eine zweite Spannung zwischen dem zweiten Messpunkt und dem dritten Messpunkt zu messen und wobei die Spannungsmesseinheit mit einer Auswerteeinheit zur Versorgung der Messdaten verbunden ist.

Elektrochemische Zellen eines elektrochemischen Zellsystems werden häufig durch Messung ihrer Spannung überwacht. Dabei kann anhand der gemessenen Spannung erkannt werden, in welchem Ladezustand sich die elektrochemische Einheit befindet oder Fehlfunktionen erkannt werden. Das elektrochemische Zellsystem kann insbesondere ein Batteriesystem oder ein Brennstoffzellsystem sein. Die elektrochemische Einheit kann insbesondere mehrere in Reihe geschaltete Batteriezellen oder einen Brennstoffzellenstack

umfassen oder besonders bevorzugt ein Brennstoffzellenstack sein. Die elektrochemische Zelle kann vorzugsweise eine Batteriezelle oder eine Brennstoffzelle sein. Durch die Vielzahl an elektrochemischen Zellen in Serienschaltung wird in der Regel nur eine Ableitung des Potentials zwischen zwei elektrochemischen Zellen angelegt, welche dann für die Spannungsmessung beider benachbarter elektrochemischer Zellen verwendet wird.

Kommt es zu einer Fehlverbindung zwischen den Bauteilen, wie einer fehlerhaften Weiterleitung durch eine Ableitung, so ist diese Fehlverbindung oft nicht erkennbar, da sich die Gesamtspannung der beiden benachbarten elektrochemischen Zellen im Wesentlichen gleichmäßig auf die zwei Spannungsmessungen verteilt.

In der US 2017/0266050 A1 wird ein Batteriesystem offenbart, in dem Widerstände parallel zu der Spannungsmesseinheit mittels Schalter schaltbar sind. Das System ist dazu eingerichtet, bei Erkennung einer Fehlfunktion einer elektrochemischen Zelle den entsprechenden Schalter zu schalten und so die betroffene Subeinheit über den entsprechenden Widerstand zu entladen. Jedoch unterstützt diese Ausführungsform nicht die Erkennung von Fehlverbindungen, welche oft unentdeckt bleiben.

Aufgabe der Erfindung ist, ein Verfahren zur Überwachung eines elektrochemischen Zellensystems sowie ein elektrochemisches Zellensystem bereitzustellen, das eine verbesserte Erkennung von Fehlverbindungen ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass ein erster Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung zwischen dem ersten Messpunkt und dem zweiten Messpunkt ergibt und ein zweiter Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung zwischen dem zweiten Messpunkt und dem dritten Messpunkt ergibt, unterschiedlich groß gewählt werden und das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellensystems basierend auf den gemessenen Spannungen beurteilt wird.

Sie wird auch dadurch gelöst, dass ein erster Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung zwischen dem ersten Messpunkt und dem zweiten Messpunkt ergibt und ein zweiter Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung zwischen dem zweiten Messpunkt und dem dritten Messpunkt ergibt, unterschiedlich groß sind und dass die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist, das Vorhandensein einer

Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellsystems basierend auf den gemessenen Spannungen zu beurteilen.

Durch die unterschiedlichen Summenwiderstände wird erreicht, dass bei einer Fehlverbindung die Spannungsverteilung zwischen dem ersten und dem dritten Messpunkt nicht gleichmäßig erfolgt. Somit können Fehlverbindungen einfach erkannt werden.

Die Bauteile des elektrochemischen Zellsystems können beispielsweise die elektrochemischen Zellen, die Ableitungen oder andere funktionelle Bauelemente sein.

Besonders vorteilhaft ist dabei, wenn eine Lokalisierung der Fehlverbindung basierend auf den gemessenen Spannungen durchgeführt wird. Durch die Spannungen kann nämlich auch eine Aussage über den Ort der Fehlverbindung getroffen werden. Mit Lokalisierung ist dabei die Eingrenzung der Fehlverbindung auf einen bestimmten Bereich der elektrischen Schaltung, in dem sich die Fehlverbindung befindet, oder vorzugsweise die Bestimmung, zwischen welchen Bauteilen die Fehlverbindung vorliegt, gemeint. In diesem Sinne ist auch vorteilhaft, wenn die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist, eine Lokalisierung der Fehlverbindung basierend auf den gemessenen Spannungen durchzuführen.

Die Messpunkte sind mit jeweils zumindest einem Pol zumindest einer elektrochemischen Zelle elektrisch verbunden. Damit entspricht das Potential des Messpunktes also dem des entsprechenden Poles oder der entsprechenden Pole. Die Messpunkte sind jeweils mit unterschiedlichen Polen verbunden, also beispielsweise der erste Messpunkt mit einem Pluspol einer ersten elektrochemischen Zelle, der zweite Messpunkt mit einem Minuspol der ersten und einem Pluspol einer zweiten elektrochemischen Zelle und der dritte Messpunkt mit dem Minuspol der zweiten elektrochemischen Zelle. Die drei Messpunkte messen die Potentiale somit an drei unterschiedlichen Orten in der Serienschaltung der elektrochemischen Zellen.

Mit „verbunden“ oder „geschaltet“ wird in weiterer Folge „elektrisch verbunden“ oder „elektrisch geschaltet“ gemeint, außer es ist ausdrücklich anders definiert.

Insbesondere wenn mehr als zwei elektrochemische Zellen vorgesehen sind, kann vorgesehen sein, dass mehr als drei Messpunkte vorgesehen sind. In diesem Fall können die Spannungen zwischen verschiedenen Messpunkten verglichen werden. Dabei kann ein Messpunkt für eine Messung einerseits als zweiter Messpunkt und andererseits auch als erster Messpunkt verwendet werden, abhängig davon, welche Bereiche des elektrochemischen Zellsystems überprüft werden sollen.

Vorzugsweise wird das Potential entlang der Serienschaltung der elektrochemischen Zellen zumindest an einem ersten Messpunkt, an einem zweiten Messpunkt und an einem dritten Messpunkt abgenommen. Mit anderen Worten sind also vorzugsweise der erste Messpunkt, der zweite Messpunkt und der dritte Messpunkt entlang der Serienschaltung angeordnet. Damit ist gemeint, dass entlang der Serienschaltung der zweite Messpunkt zwischen dem ersten und dritten Messpunkt liegt.

Die Schaltungen sind dabei jeweils parallel zu zumindest einer elektrochemischen Zelle geschaltet. Mit Schaltung ist dabei eine elektrische Schaltung gemeint, welche bei Normalbetrieb parallel zu der elektrochemischen Zelle oder den elektrochemischen Zellen geschaltet ist, die zwischen den jeweiligen Messpunkten geschaltet ist oder sind. Mit Normalbetrieb ist dabei gemeint, dass keine Fehlverbindungen auftreten. Denn es kann sein, dass eine Schaltung durch eine Fehlverbindung ungewollterweise von einem Messpunkt getrennt ist. Die Schaltung weist in der Regel ein Voltmeter auf, mithilfe dessen die Spannung zwischen den zwei Messpunkten gemessen wird. Sie kann auch weitere Elemente wie ohmsche Widerstände, Low-Pass-Filter oder ähnliches umfassen.

Mit Widerstand ist im Sinne dieser Erfindung ist der elektrische Widerstand und vorzugsweise der ohmsche Widerstand gemeint, außer es ist explizit anderes angegeben.

Dementsprechend ist mit Summenwiderstand jener elektrische Widerstand gemeint, der sich durch die Schaltung ergibt, welcher parallel zu der zumindest einer elektrochemischen Zelle zwischen den jeweiligen Messpunkten geschaltet ist. Weist die Schaltung bloß ein Voltmeter auf, so ist der Summenwiderstand bloß der Innenwiderstand des Voltmeters. Ist ein Adapter-Widerstand parallel zu einem Voltmeter geschaltet, so ergibt sich der Summenwiderstand aus dem Produkt von Adapterwiderstand und Innenwiderstand, dividiert durch die Summe von Adapterwiderstand und Innenwiderstand.

Fehlverbindungen im Sinne der Erfindung sind dabei fehlerhafte elektrische Verbindungen zwischen Bauteilen. Während der Herstellung oder während der Benutzung des elektrochemischen Zellsystems kann eine elektrische Verbindung fälschlicherweise nicht hergestellt werden oder getrennt werden. Solche Fehlverbindungen können zu einer fehlerhaften Funktion oder sogar Funktionslosigkeit des elektrochemischen Zellsystems führen.

Die erste und zweite Spannung müssen dabei nicht unbedingt gleichzeitig gemessen werden. Es kann vorgesehen sein, dass zuerst die eine und dann die andere Spannung gemessen wird. Jedenfalls ist aber vorteilhaft, wenn die Messungen möglichst zeitnah hintereinander durchgeführt werden, um Fehlinterpretationen bedingt durch zwischenzeitliche Ladezustandsänderungen der elektrochemischen Zellen zu verhindern.

Vorzugsweise sind alle elektrochemischen Zellen gleich ausgeführt und/oder weisen alle elektrochemischen Zellen die gleiche Ausgangsspannung auf. Vorzugsweise weist jede elektrochemische Zelle zumindest eine, besonders vorzugsweise genau eine Batteriezelle auf. Die elektrochemischen Zellen können auch mehrere Batteriezellen umfassen, ein Batteriemodul oder mehrere Batteriemodule umfassen. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass jede elektrochemische Zelle zumindest eine, besonders bevorzugt genau eine Brennstoffzelle aufweist.

Mit einer Serien- oder einer Parallelschaltung ist dabei eine elektrische Schaltung gemeint. Bei einer Serienschaltung zweier elektrochemischer Zellen ist also beispielsweise der negative Pol einer ersten elektrochemischen Zelle mit dem positiven Pol einer zweiten elektrochemischen Zelle verbunden.

Insbesondere wenn mehr als zwei elektrochemische Zellen vorgesehen sind, kann es vorteilhaft sein, zumindest einen weiteren Messpunkt vorzusehen, der mit zumindest einem Pol zumindest einer elektrochemischen Zelle elektrisch verbunden ist, wobei die Messpunkte jeweils mit unterschiedlichen Polen elektrisch verbunden sind. Die Spannungsmessungen wie beschrieben für die erste und zweite Spannung sowie deren Auswertung kann dann zwischen den zur Verfügung stehenden Vielzahl an Messpunkten, beispielsweise zwischen dem dritten und dem weiteren Messpunkt oder zwischen den weiteren Messpunkten dann analog erfolgen.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass die erste Spannung und die zweite Spannung miteinander verglichen werden und das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen basierend auf dem Vergleich der Spannungen beurteilt wird. In diesem Sinne kann vorgesehen sein, dass die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist, die erste Spannung und die zweite Spannung miteinander zu vergleichen und das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen basierend auf dem Vergleich der Spannungen zu beurteilen. Es kann beispielsweise die absolute Spannungsdifferenz zur Beurteilung herangezogen werden.

Besonders vorteilhaft ist auch, wenn ein erster Schwellenwert für die Differenz der ersten Spannung und zweiten Spannung vorgegeben wird, dass die Differenz der ersten Spannung und zweiten Spannung mit dem ersten Schwellenwert verglichen und das Vorhandensein einer Fehlverbindung

- als positiv beurteilt wird, wenn die Differenz auf einer ersten Seite, insbesondere oberhalb, des ersten Schwellenwertes liegt, und
- als negativ beurteilt wird, wenn die Differenz auf einer zweiten Seite, insbesondere unterhalb, des ersten Schwellenwertes liegt.

In diesem Sinne kann auch vorteilhaft sein, wenn vorgesehen ist, dass die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist, die Differenz der ersten Spannung und zweiten Spannung mit einem vorgegebenen ersten Schwellenwert zu vergleichen und das Vorhandensein einer Fehlverbindung

- als positiv zu beurteilen, wenn die Differenz auf einer ersten Seite, insbesondere oberhalb, des ersten Schwellenwertes liegt, und
- als negativ zu beurteilen, wenn die Differenz auf einer zweiten Seite, insbesondere unterhalb, des ersten Schwellenwertes liegt.

Es kann auch vorgesehen sein, dass ein zweiter Schwellenwert für einen Wert der ersten Spannung und/oder der zweiten Spannung vorgegeben wird, dass die erste Spannung und/oder die zweite Spannung mit dem zweiten Schwellenwert verglichen und das Vorhandensein einer Fehlverbindung

- als positiv beurteilt wird, wenn die erste Spannung und/oder die zweite Spannung auf einer ersten Seite, insbesondere oberhalb, des zweiten Schwellenwertes liegt, und
- als negativ beurteilt wird, wenn die erste Spannung und/oder die zweite Spannung auf einer zweiten Seite, insbesondere unterhalb, des Schwellenwertes liegt. Beispielsweise kann der zweite Schwellenwert oberhalb der Maximalspannung der jeweiligen elektrochemischen Zelle oder elektrochemischen Zellen liegen. Wird

sie überschritten, so ist somit klar, dass sich die gemessene Spannung nicht nur durch die tatsächliche Spannung der jeweiligen elektrochemischen Zelle oder elektrochemischen Zellen ergibt, sondern dass durch eine Fehlverbindung eine Spannung gemessen wird, die nicht der realen Spannung an der jeweiligen elektrochemischen Zelle oder elektrochemischen Zellen entspricht. In diesem Sinne kann auch vorteilhaft sein, wenn die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist, die erste Spannung und/oder die zweite Spannung mit einem vorgegebenen zweiten Schwellenwert zu vergleichen und das Vorhandensein einer Fehlverbindung

- als positiv zu beurteilen, wenn die erste Spannung und/oder die zweite Spannung auf einer ersten Seite, insbesondere oberhalb, des zweiten Schwellenwertes liegt, und
- als negativ zu beurteilen, wenn die erste Spannung und/oder die zweite Spannung auf einer zweiten Seite, insbesondere unterhalb, des Schwellenwertes liegt.

Es kann vorgesehen sein, dass der erste, zweite und dritte Messpunkt elektrisch mit Polen von zwei direkt nacheinander in Serie geschalteten elektrochemischen Zellen verbunden sind. In diesem Sinne kann auch vorgesehen sein, dass der erste, zweite und dritte Messpunkt elektrisch mit Polen von zwei direkt nacheinander in Serie geschalteten elektrochemischen Zellen elektrisch verbunden sind. Damit ist gemeint, dass keine dritte elektrochemische Zelle zwischen ihnen geschaltet ist. Somit ist vorzugsweise der erste Messpunkt mit einem positiven Pol einer ersten elektrochemischen Zelle, der zweite Messpunkt mit dem negativen Pol der ersten und dem positiven Pol einer zweiten elektrochemischen Zelle, sowie der dritte Messpunkt mit dem negativen Pol der zweiten elektrochemischen Zelle verbunden.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass das Vorhandensein einer Fehlverbindung von Ableitungen zur Abnahme der Potentiale von den Messpunkten und basierend auf den gemessenen Spannungen beurteilt wird. Mit Ableitung ist dabei die elektrische Verbindung zwischen dem Messpunkt und der spannungsmessenden Einheit, also in der Regel der Spannungsmesseinheit gemeint. Die Ableitung ist in der Regel eine elektrische Leitung wie ein Kabel oder eine Leiterbahn. Wenn ein Messpunkt mit zwei Polen von unterschiedlichen elektrochemischen Zellen verbunden ist – etwa weil diese direkt hintereinander in Serie geschaltet sind, kann der Messpunkt zur Potentialabnahme beider Pole dienen. Da in der Regel nur eine Ableitung pro Messpunkt vorgesehen ist, kann bei

fehlerhafter Abnahme durch eine unterbrochene Ableitung das Potential von keinem der Pole identifiziert werden. Dabei kann die Verbindung der Ableitung zum Messpunkt, die Ableitung selbst oder auch deren Verbindung zur Spannungsmesseinheit fehlerhaft, beispielsweise getrennt, sein. Durch die erfindungsgemäßen unterschiedlichen Summenwiderstände wird eine fehlerhafte Ableitung einfach identifizierbar. In diesem Sinne ist auch vorteilhaft, wenn die Auswerteeinheit dazu eingerichtet ist, das Vorhandensein einer Fehlverbindung von Ableitungen zur Abnahme der Potentiale von den Messpunkten und basierend auf den gemessenen Spannungen zu beurteilen.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die erste Spannung mittels eines ersten Voltmeters, und die zweite Spannung mittels eines zweiten Voltmeters gemessen wird. In diesem Sinne ist auch vorteilhaft, wenn die Spannungsmesseinheit ein erstes Voltmeter aufweist, das zwischen dem ersten Messpunkt und dem zweiten Messpunkt geschaltet ist und ein zweites Voltmeter aufweist, das zwischen dem zweiten Messpunkt und dem dritten Messpunkt geschaltet ist. Mit Voltmeter ist dabei jede Art von Spannungsmessvorrichtung gemeint, die direkt oder indirekt die Spannung zwischen zwei Messpunkten bestimmen kann.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Innenwiderstand des ersten Voltmeters und der Innenwiderstand des zweiten Voltmeters unterschiedlich gewählt werden. Dementsprechend ist auch vorteilhaft, wenn der Innenwiderstand des ersten und des zweiten Voltmeters unterschiedlich groß sind. Schon bei einfachen Schaltungen, die nur aus dem Voltmeter bestehen, wird so erreicht, dass die Summenwiderstände unterschiedlich groß sind.

Es kann auch vorgesehen sein, dass zur Einstellung des ersten und/oder zweiten Summenwiderstands zumindest ein Adapter-Widerstand zwischen dem ersten Messpunkt und dem zweiten Messpunkt und/oder dem zweiten Messpunkt und dem dritten Messpunkt geschaltet wird. In diesem Sinne kann auch vorgesehen sein, dass zwischen dem ersten Messpunkt und dem zweiten Messpunkt und/oder zwischen dem zweiten Messpunkt und dem dritten Messpunkt zumindest ein Adapter-Widerstand geschaltet ist. Dabei ist mit zwischen den jeweiligen Messpunkten vorzugsweise eine parallele Schaltung des Widerstands zur Spannungsmesseinheit gemeint, es kann aber auch eine serielle Schaltung

vorgesehen sein. Vorzugsweise ist ein Pol des Widerstandes direkt mit dem einen und ein anderer Pol des Widerstandes direkt mit dem anderen Messpunkt verbunden, es ist also vorzugsweise kein anderes elektrisches Bauteil dazwischen angeordnet.

Vorzugsweise ist der Adapter-Widerstand im Bereich des Spannungsmesseinheit angeordnet und besonders vorzugsweise parallel zu der Spannungsmesseinheit geschaltet. Weiters kann vorgesehen sein, dass der Adapter-Widerstand Teil der Spannungsmesseinheit ist. So kann sichergestellt werden, dass die Verbindung zum Adapter-Widerstand bei fehlerhafter Ableitung nicht auch gekappt wird.

Besonders vorteilhaft ist, wenn zur Einstellung des ersten und zweiten Summenwiderstands zumindest ein erster Adapter-Widerstand parallel zu dem ersten Messpunkt und dem zweiten Messpunkt geschaltet wird und zumindest ein zweiter Adapter-Widerstand parallel zu dem zweiten Messpunkt und dem dritten Messpunkt geschaltet wird und dass der erste und der zweite Adapter-Widerstand unterschiedlich groß gewählt werden. In diesem Sinne kann auch vorgesehen sein, dass zwischen dem ersten Messpunkt und dem zweiten Messpunkt und zwischen dem zweiten Messpunkt und dem dritten Messpunkt jeweils zumindest ein Adapter-Widerstand geschaltet ist und dass die Adapter-Widerstände unterschiedlich sind.

Besonders vorteilhaft ist, wenn zumindest ein Adapter-Widerstand dauerhaft zwischen dem ersten Messpunkt und dem zweiten Messpunkt und/oder zwischen dem zweiten Messpunkt und dem dritten Messpunkt geschaltet ist. Mit dauerhaft ist dabei gemeint, dass er nicht durch beispielsweise ein Relais oder ein anderes Schaltelement trennbar ist. Dies vereinfacht die Ausführungsform und stellt sicher, dass der Adapter-Widerstand stets bei einer Spannungsmessung bereitsteht und die Summenwiderstände entsprechend einstellt.

Weiters ist besonders vorteilhaft, wenn die elektrochemische Einheit zumindest drei in Serie geschaltete elektrochemische Zellen, vorzugsweise Batteriezellen, aufweist und dass an Messpunkten der Endpole der elektrochemischen Einheit sowie an Messpunkten der elektrisch verbundenen Pole von benachbarten elektrochemischen Zellen die Potentiale abgenommen werden und die Spannungen jeweils an den Messpunkten gemessen wird, die mit den zwei Polen einer elektrochemischen Zelle elektrisch verbunden sind und dass die Summenwiderstände, die sich durch eine Schaltung zwischen diesen Messpunkten ergeben, gegenüber den

Summenwiderständen zwischen den Messpunkten, die mit den Polen ihrer benachbarten elektrochemischen Zelle oder elektrochemischen Zellen elektrisch verbunden sind, unterschiedlich groß gewählt werden und dass das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellsystems basierend auf den gemessenen Spannungen beurteilt wird. So können die einzelnen elektrochemischen Zellen besonders gut überwacht werden.

Insbesondere weist zumindest ein Adapter-Widerstand einen ohmschen Widerstand von mindestens 1.000 k Ω , vorzugsweise mindestens 5.000 k Ω und besonders vorzugsweise mindestens 10.000 k Ω auf. Durch solche hohe Widerstände werden die Batteriezellen nicht wesentlich entladen, jedoch das Verhältnis der Summenwiderstände ausreichend verändert, um eine Detektion von Fehlverbindungen zu ermöglichen.

In weiterer Folge wird die Erfindung anhand einer nicht einschränkenden Ausführungsform in den Figuren beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 ein Schaltbild eines erfindungsgemäßen elektrochemischen Zellsystems zur Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens während des Normalbetriebs;

Fig. 2 ein Schaltbild eines erfindungsgemäßen elektrochemischen Zellsystems zur Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einer Fehlverbindung;

Fig. 3 ein Diagramm darstellend die tatsächliche Spannung der Batteriezellen der Ausführungsform im Vergleich zu den gemessenen Spannungen bei der Fehlverbindung gemäß Fig. 2.

In Fig. 1 wird ein elektrochemisches Zellsystem als schematisches Schaltbild gezeigt, das eine elektrochemische Einheit 1 aufweist, welche insgesamt vier elektrochemische Zellen 2 aufweist. Jede elektrochemischen Zelle 2a-2d ist in der dargestellten Ausführungsform als einzelne Batteriezelle ausgeführt, welche beispielsweise eine Nennausgangsspannung U_1 - U_4 von 3 V hat. Alternativ können die elektrochemischen Zellen 2a-2d beispielsweise auch als Batteriemodul, Batteriepack oder Brennstoffzelle ausgebildet sein. Das elektrochemische Zellsystem weist auch eine Spannungsmesseinheit 3 auf, welche für jede

elektrochemische Zelle 2 je ein Voltmeter 4a-4d aufweist. Schematisch ist jedes Voltmeter 4a-4d als ideales Voltmeter $4a''-4d''$ (also mit unendlich hohem ohmschen Widerstand) und einem parallel dazu geschalteten realen Innenwiderstand $4a'-4d'$ dargestellt.

Der Pluspol der ersten elektrochemischen Zelle 2a ist mit einem Messpunkt 5a elektrisch verbunden. Dieser Pluspol stellt einen Ausgangspol der elektrochemischen Einheit 1 dar. Der Minuspol der letzten elektrochemischen Zelle 2d ist mit einem Messpunkt 5e elektrisch verbunden. Dieser Minuspol stellt den anderen Ausgangspol der elektrochemischen Einheit 1 dar.

Die übrigen Pole der elektrochemischen Zellen 2a-2d sind jeweils gemäß einer Serienschaltung mit dem andersgepolten Pol der benachbarten elektrochemischen Zelle 2a-2d elektrisch verbunden. Auch mit jedem dieser Polpaare ist jeweils ein Messpunkt 5b-5d elektrisch verbunden.

Jeder Messpunkt 5a-5e ist mit je eine Ableitung 6a-6e elektrisch verbunden. Jedes Voltmeter 4a-4d ist mit seinen beiden Polen mit je zwei benachbarten Ableitungen 6a-6e elektrisch verbunden, womit sich eine Serienschaltung der Voltmeter 4a-4d ergibt.

Adapter-Widerstände 7a, 7b sind jeweils parallel zu dem ersten oder dritten Voltmeter 4a, 4c geschaltet. Dadurch ergibt sich bei intakter Kontaktierung, dass jeweils ein Adapter-Widerstand 7a, 7b zwischen Messpunkt 5a und Messpunkt 5b sowie zwischen Messpunkt 5c und Messpunkt 5d geschaltet ist. Die Adapter-Widerstände 7a, 7b sind dabei in räumlicher Nähe zu dem jeweiligen Voltmeter 4a, 4c geschaltet, sodass deren Parallelschaltung zu dem Voltmeter 4a, 4c einer geringen Gefahr der Fehlkontaktierung ausgesetzt ist.

Durch diese Beschaltung ergibt sich zwischen Messpunkt 5a und Messpunkt 5b eine erste Schaltung 8a, welche parallel zu ersten elektrochemischen Zelle 2a geschaltet ist und aus dem ersten Voltmeter 4a und dem parallel dazu geschalteten ersten Adapter-Widerstand 7a besteht. Der erste Summenwiderstand der ersten Schaltung 8a ergibt sich dadurch durch die Parallelschaltung vom ersten Adapter-Widerstand 7a und Innenwiderstand $4a'$ des ersten Voltmeters 4a.

Zwischen Messpunkt 5b und Messpunkt 5c ergibt sich eine zweite Schaltung 8b, welche parallel zu zweiten elektrochemischen Zelle 2b geschaltet ist und nur aus dem zweiten Voltmeter 4b besteht. Der zweite Summenwiderstand der zweiten Schaltung 8b ergibt sich dadurch durch den Innenwiderstand $4b'$ des zweiten Voltmeters 4b.

Analog zur ersten Schaltung 8a besteht die dritte Schaltung 8c zwischen Messpunkt 5c und Messpunkt 5d, welche parallel zur dritten elektrochemischen Zelle 2c geschaltet ist, aus dem dritten Voltmeter 4c und dem parallel dazu geschalteten zweiten Adapter-Widerstand 7b. Der dritte Summenwiderstand der dritten Schaltung 8c ergibt sich dadurch durch die Parallelschaltung von zweiten Adapter-Widerstands 7b und Innenwiderstand $4c'$ des dritten Voltmeters 4c. In der Regel weisen alle Voltmeter 4a-4d im Wesentlichen die gleichen Innenwiderstände $4a'$ - $4d'$ auf.

Analog zur zweiten Schaltung 8b besteht die vierte Schaltung 8d, welche parallel zur vierten elektrochemischen Zelle 2d geschaltet ist, nur aus dem vierten Voltmeter 4d. Der vierte Summenwiderstand der vierte Schaltung 8d ergibt sich dadurch durch den Innenwiderstand $4d'$ des vierten Voltmeters 4d.

Die Schaltungen 8a-8d sind alle seriell hintereinandergeschaltet. Zur besseren Übersicht sind die Schaltungen 8a-8d nur in der Fig. 2 hervorgehoben.

Im Normalbetrieb wie in Fig. 1 dargestellt kann mittels der Voltmeter 4a-4d überwacht werden, welche Spannung $U1-U4$ die einzelnen elektrochemischen Zellen 2a-2d aufweisen. Dazu können die Spannungen $UV1-UV4$, die an den einzelnen Voltmeter 4a-4d abfallen, gemessen werden. Da sämtliche Ableitungen 6a-6e intakt sind, entsprechen die Spannungen $U1-U4$ der elektrochemischen Zellen 2a-2d den gemessenen Spannungen $UV1-UV4$.

Die Voltmeter 4a-4d sind über Datenleitungen mit einer Auswerteeinheit 9 verbunden, welche die gemessenen Spannungen $UV1-UV4$ der Voltmeter 4a-4d empfängt und auswertet.

In Fig. 2 ist die gleiche Ausführungsform gezeigt, wenn eine Ableitung, in diesem Fall die dritte Ableitung 6c, fehlerhaft ist. Hier ist sie vollständig unterbrochen. Wird also erfindungsgemäß von Messpunkt 5c vermeintlich das Potential über Ableitung

6c abgenommen, so erfolgt dies nicht korrekterweise, da die Ableitung 6c defekt ist.

Somit teilt sich die Summenspannung U_2+U_3 aus der zweiten und dritten elektrochemischen Zelle 2b, 2c auf die zweite und dritte Schaltung 8b, 8c abhängig von deren beiden ohmschen Summenwiderständen auf. Der zweite Adapter-Widerstand 7b senkt den Summenwiderstand der dritten Schaltung 8c. Durch die sich dadurch ergebenden unterschiedlichen Summenwiderstände wird eine Spannungsdifferenz zwischen den gemessenen Spannungen UV2 und UV3 erreicht.

Wird nun der Messpunkt 5b als erster Messpunkt, Messpunkt 5c als zweiter Messpunkt und Messpunkt 5d als dritter Messpunkt verwendet, so stellt Spannung UV2 eine erste Spannung und Spannung UV3 eine zweite Spannung dar, welche eine wesentliche Spannungsdifferenz aufweisen.

In Fig. 3 ist diese Spannungsdifferenz sichtbar. Während die gemessene Spannung UV1 der realen Spannung U_1 an der ersten elektrochemischen Zelle 2a im Wesentlichen ident ist, ist die gemessene Spannung UV2 wesentlich höher, während UV3 wesentlich niedriger ist. Diese Spannungsdifferenz wird vorzugsweise von der Auswerteeinheit mit einem ersten Schwellenwert verglichen, welcher vorzugsweise so gewählt ist, dass er unter der gemessenen Spannungsdifferenz liegt. Somit kann die Auswerteeinheit eine Fehlverbindung feststellen.

Wird Messpunkt 5a als erster Messpunkt, Messpunkt 5b als zweiter Messpunkt und Messpunkt 5c als dritter Messpunkt verwendet, so stellt Spannung UV 1 die erste Spannung und Spannung UV 2 die zweite Spannung dar. Auch hier ist eine Spannungsdifferenz sichtbar, jedoch ist diese niedriger als die Spannungsdifferenz zwischen UV2 und UV3 und vorzugsweise niedriger als der erste Schwellenwert. Dies kann ebenso zur Beurteilung des Vorhandenseins einer Fehlverbindung, insbesondere bei der Lokalisierung der Fehlverbindung, verwendet werden. Dementsprechend kann auch der Messpunkt 5c als erster Messpunkt, Messpunkt 5d als zweiter Messpunkt und Messpunkt 5e als dritter Messpunkt verwendet werden.

UV2 übersteigt einen festgelegten zweiten Schwellenwert 10. Somit kann durch die Auswerteeinheit festgestellt werden, dass die dritte Ableitung 6c defekt ist.

Es können auch Differenzwerte zwischen UV1 und UV2, zwischen UV2 und UV3 sowie UV3 und UV4 berechnet werden und diese mit einem ersten Schwellenwert verglichen werden. Der erste Schwellenwert ist dabei vorzugsweise so festgelegt, dass die Differenz von UV2 und UV3 darüber liegt, die anderen Differenzen jedoch nicht. Auch so kann durch die Auswerteeinheit, welche diese Differenzen berechnen kann, feststellen, dass ein Fehlverbindung vorliegt und diese auch lokalisieren, nämlich in diesem Fall bei der dritten Ableitung 6c.

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur Überwachung eines elektrochemischen Zellsystems, wobei

das elektrochemische Zellsystem zumindest eine elektrochemische Einheit (1) umfasst, welche zumindest zwei in Serie geschaltete elektrochemische Zellen (2a-2d), vorzugsweise Batteriezellen, aufweist, wobei

von den elektrochemischen Zellen (2a-2d) zumindest an einem ersten Messpunkt (5a-5e), an einem zweiten Messpunkt (5a-5e) und an einem dritten Messpunkt (5a-5e) das Potential über Ableitungen (6a-6e) abgenommen wird und

die Messpunkte (5a-5e) mit jeweils zumindest einem Pol der zumindest zwei elektrochemischen Zellen (2a-2d) elektrisch verbunden sind, wobei

die Messpunkte (5a-5e) jeweils mit unterschiedlichen Polen elektrisch verbunden sind und

eine erste Spannung (UV1-UV4) zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) gemessen wird und

eine zweite Spannung (UV1-UV4) zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, dass

ein erster Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung (8a-8d) zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) ergibt und

ein zweiter Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung (8a-8d) zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) ergibt, unterschiedlich groß gewählt werden und

das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellsystems basierend auf den gemessenen Spannungen (UV1-UV4) beurteilt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Spannung (UV1-UV4) und die zweite Spannung (UV1-UV4) miteinander verglichen werden und das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen basierend auf dem Vergleich der Spannungen (UV1-UV4) beurteilt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Schwellenwert für die Differenz der ersten Spannung (UV1-UV4) und zweiten Spannung (UV1-UV4) vorgegeben wird, dass die Differenz der ersten Spannung (UV1-UV4) und zweiten Spannung (UV1-UV4) mit dem ersten Schwellenwert verglichen und das Vorhandensein einer Fehlverbindung
 - als positiv beurteilt wird, wenn die Differenz auf einer ersten Seite, insbesondere oberhalb, des ersten Schwellenwertes liegt, und
 - als negativ beurteilt wird, wenn die Differenz auf einer zweiten Seite, insbesondere unterhalb, des ersten Schwellenwertes liegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Schwellenwert (10) für einen Wert der ersten Spannung (UV1-UV4) und/oder der zweiten Spannung (UV1-UV4) vorgegeben wird, dass die erste Spannung (UV1-UV4) und/oder die zweite Spannung (UV1-UV4) mit dem zweiten Schwellenwert verglichen und das Vorhandensein einer Fehlverbindung
 - als positiv beurteilt wird, wenn die erste Spannung (UV1-UV4) und/oder die zweite Spannung (UV1-UV4) auf einer ersten Seite, insbesondere oberhalb, des zweiten Schwellenwertes liegt, und
 - als negativ beurteilt wird, wenn die erste Spannung (UV1-UV4) und/oder die zweite Spannung (UV1-UV4) auf einer zweiten Seite, insbesondere unterhalb, des Schwellenwertes liegt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste, zweite und dritte Messpunkt (5a-5e) elektrisch mit Polen von zwei direkt nacheinander in Serie geschalteten elektrochemischen Zellen (2a-2d) verbunden sind.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorhandensein einer Fehlverbindung zumindest einer Ableitung (6a-

6e) zur Abnahme der Potentiale von den Messpunkten (5a-5e) basierend auf den gemessenen Spannungen (UV1-UV4) beurteilt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Spannung (UV1-UV4) mittels eines ersten Voltmeters (4a-4d), und die zweite Spannung (UV1-UV4) mittels eines zweiten Voltmeters (4a-4d) gemessen wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenwiderstand (4a'-4d') des ersten Voltmeters (4a-4d) und der Innenwiderstand (4a'-4d') des zweiten Voltmeters (4a-4d) unterschiedlich gewählt werden.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des ersten und/oder zweiten Summenwiderstands zumindest ein Adapter-Widerstand (7a, 7b) parallel zu dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und/oder dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) geschaltet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des ersten und zweiten Summenwiderstands zumindest ein erster Adapter-Widerstand (7a) parallel zu dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) geschaltet wird und zumindest ein zweiter Adapter-Widerstand (7b) parallel zu dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) geschaltet wird und dass der erste und der zweite Adapter-Widerstand (7a, 7b) unterschiedlich groß gewählt werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrochemische Einheit zumindest drei in Serie geschaltete elektrochemische Zellen (2a-2d), vorzugsweise Batteriezellen, aufweist und dass an Messpunkten (5a-5e) der Endpole der elektrochemische Einheit sowie an Messpunkten (5a-5e) der elektrisch verbundenen Pole von benachbarten elektrochemischen Zellen (2a-2d) die Potentiale abgenommen werden und die Spannungen (UV1-UV4) jeweils an den Messpunkten gemessen wird, die mit den zwei Polen einer elektrochemischen Zelle (2a-2d) elektrisch verbunden sind und dass die Summenwiderstände, die sich durch eine Schaltung (8a-8d) zwischen diesen Messpunkten (5a-5e) ergeben, gegenüber den

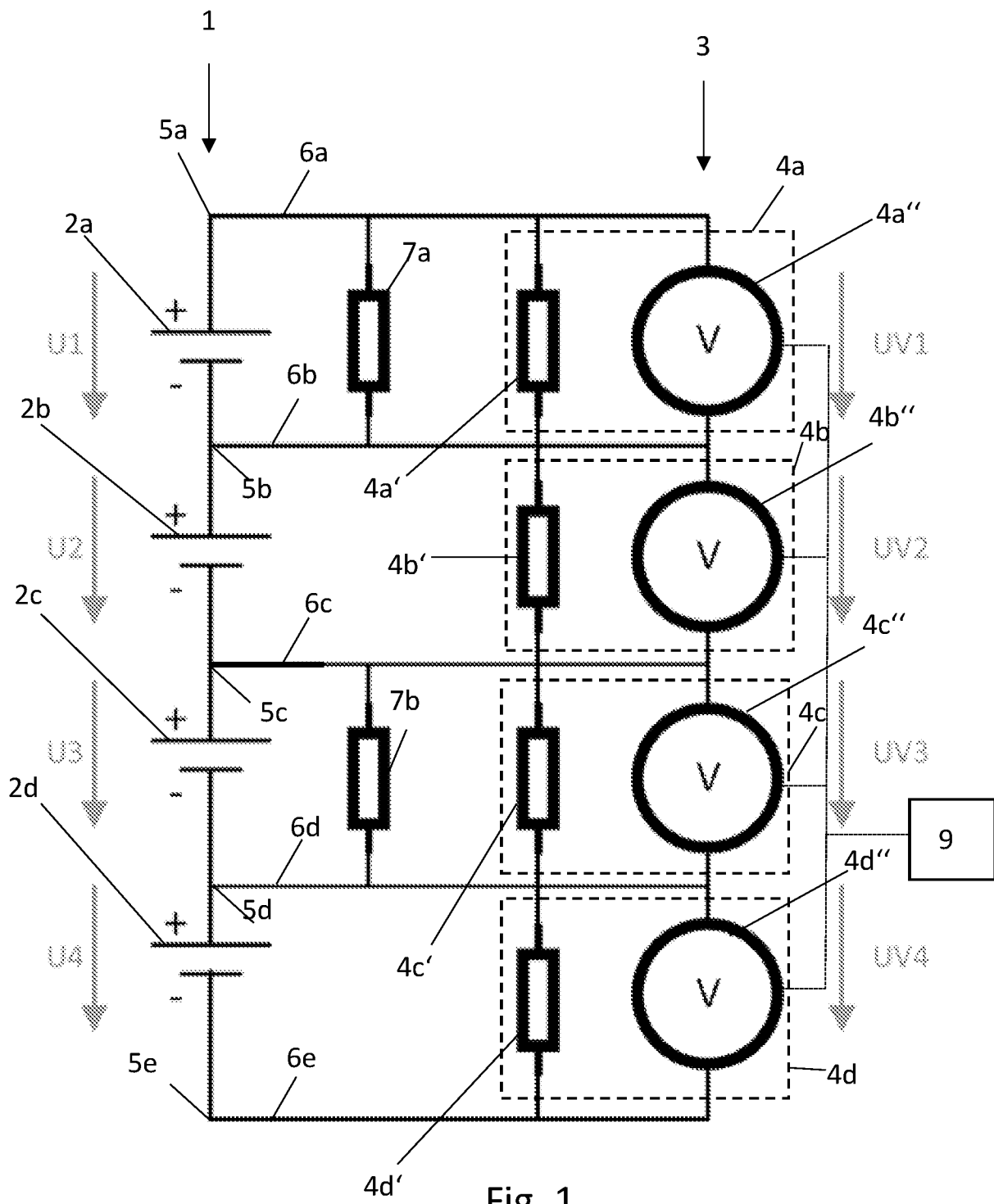
Summenwiderständen zwischen den Messpunkten (5a-5e), die mit den Polen ihrer benachbarten elektrochemischen Zelle (2a-2d) oder elektrochemische Zellen (2a-2d) elektrisch verbunden sind, unterschiedlich groß gewählt werden und dass das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellensystems basierend auf den gemessenen Spannungen (UV1-UV4) beurteilt wird.

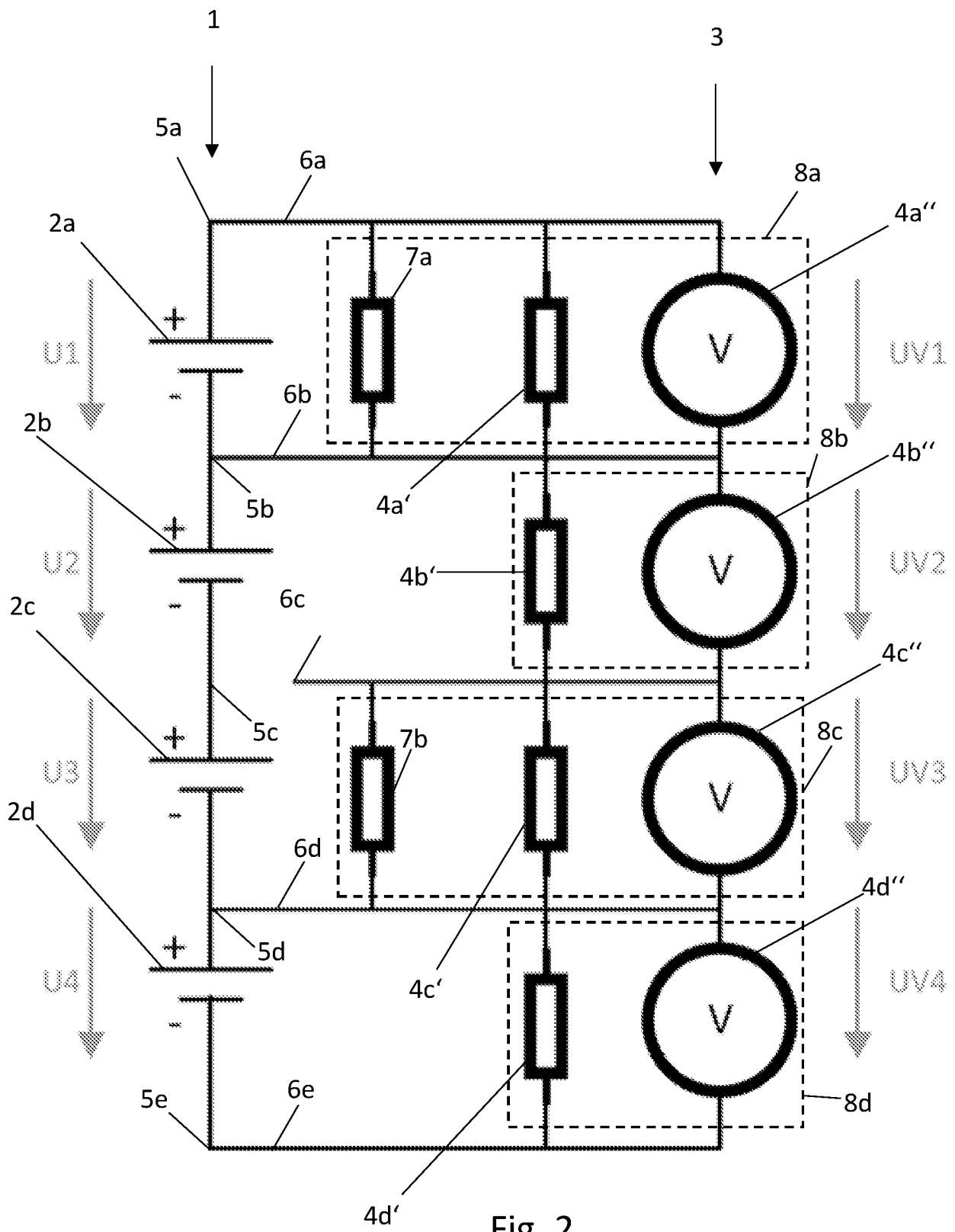
12. Elektrochemisches Zellensystem umfassend zumindest eine elektrochemische Einheit, wobei die elektrochemische Einheit zumindest zwei elektrochemische Zellen (2a-2d), vorzugsweise Batteriezellen, umfasst, welche in Serie geschaltet sind, wobei das elektrochemische Zellensystem zumindest eine Spannungsmesseinheit (3) aufweist, welche mit einem ersten Messpunkt (5a-5e), einem zweiten Messpunkt (5a-5e) und einem dritten Messpunkt (5a-5e) über Ableitungen (6a-6e) elektrisch verbunden oder verbindbar ist, und die Messpunkte (5a-5e) mit jeweils zumindest einem Pol der zumindest zwei elektrochemische Zellen (2a-2d) verbunden sind, wobei die Messpunkte (5a-5e) jeweils mit unterschiedlichen Polen elektrisch verbunden sind und wobei die Spannungsmesseinheit (3) dazu eingerichtet ist, eine erste Spannung (UV1-UV4) zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und eine zweite Spannung (UV1-UV4) zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) zu messen und wobei die Spannungsmesseinheit (3) mit einer Auswerteeinheit zur Versorgung der Messdaten verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung (8a-8d) zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) ergibt und ein zweiter Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung (8a-8d) zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) ergibt, unterschiedlich groß sind und dass die Auswerteeinheit (9) dazu eingerichtet ist, das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellensystems basierend auf den gemessenen Spannungen (UV1-UV4) zu beurteilen.
13. Elektrochemisches Zellensystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannungsmesseinheit (3) ein erstes Voltmeter (4a-4d) aufweist, das zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) geschaltet ist und ein zweites Voltmeter (4a-4d)

aufweist, das zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) geschaltet ist.

14. Elektrochemisches Zellensystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenwiderstand (4a'-4d') des ersten und des zweiten Voltmeters (4a-4d) unterschiedlich groß sind.
15. Elektrochemisches Zellensystem nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und/oder zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) zumindest ein Adapter-Widerstand (7a, 7b) geschaltet ist.
16. Elektrochemisches Zellensystem nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) jeweils zumindest ein Adapter-Widerstand (7a, 7b) geschaltet ist und dass die Adapter-Widerstände (7a, 7b) unterschiedlich sind.
17. Elektrochemisches Zellensystem nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Adapter-Widerstand (7a, 7b) dauerhaft zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und/oder zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) geschaltet ist.

21.11.2023
MT/MT





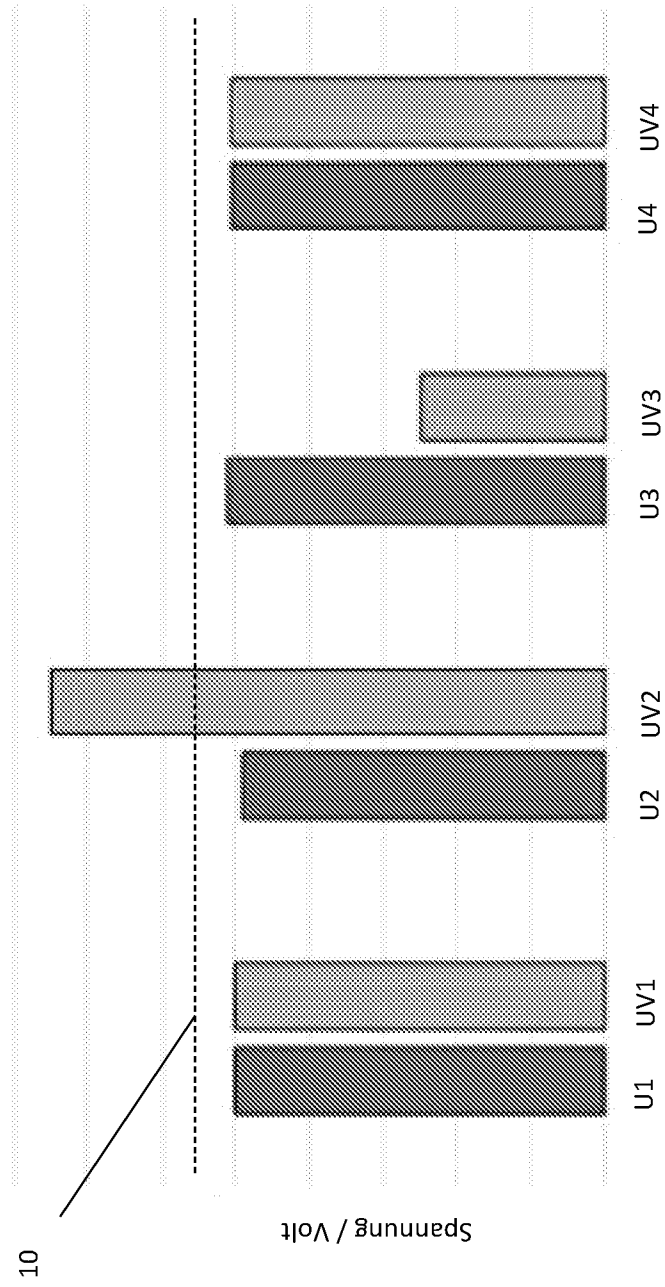


Fig. 3

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur Überwachung eines elektrochemischen Zellensystems, wobei

das elektrochemische Zellensystem zumindest eine elektrochemische Einheit (1) umfasst, welche zumindest zwei in Serie geschaltete elektrochemische Zellen (2a-2d), vorzugsweise Batteriezellen, aufweist, wobei

von den elektrochemischen Zellen (2a-2d) zumindest an einem ersten Messpunkt (5a-5e), an einem zweiten Messpunkt (5a-5e) und an einem dritten Messpunkt (5a-5e) das Potential über Ableitungen (6a-6e) abgenommen wird und

die Messpunkte (5a-5e) mit jeweils zumindest einem Pol der zumindest zwei elektrochemischen Zellen (2a-2d) elektrisch verbunden sind, wobei

die Messpunkte (5a-5e) jeweils mit unterschiedlichen Polen elektrisch verbunden sind und

eine erste Spannung (UV1-UV4) zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) gemessen wird und

eine zweite Spannung (UV1-UV4) zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) gemessen wird, wobei

ein erster Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung (8a-8d) zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) ergibt und

ein zweiter Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung (8a-8d) zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) ergibt, unterschiedlich groß gewählt werden und

das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellensystems basierend auf den gemessenen Spannungen (UV1-UV4) beurteilt wird, dadurch gekennzeichnet, dass

der Innenwiderstand (4a'-4d') des ersten Voltmeters (4a-4d) und der Innenwiderstand (4a'-4d') des zweiten Voltmeters (4a-4d) unterschiedlich gewählt werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Spannung (UV1-UV4) und die zweite Spannung (UV1-UV4) miteinander verglichen werden und das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen basierend auf dem Vergleich der Spannungen (UV1-UV4) beurteilt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Schwellenwert für die Differenz der ersten Spannung (UV1-UV4) und zweiten Spannung (UV1-UV4) vorgegeben wird, dass die Differenz der ersten Spannung (UV1-UV4) und zweiten Spannung (UV1-UV4) mit dem ersten Schwellenwert verglichen und das Vorhandensein einer Fehlverbindung
 - als positiv beurteilt wird, wenn die Differenz auf einer ersten Seite, insbesondere oberhalb, des ersten Schwellenwertes liegt, und
 - als negativ beurteilt wird, wenn die Differenz auf einer zweiten Seite, insbesondere unterhalb, des ersten Schwellenwertes liegt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Schwellenwert (10) für einen Wert der ersten Spannung (UV1-UV4) und/oder der zweiten Spannung (UV1-UV4) vorgegeben wird, dass die erste Spannung (UV1-UV4) und/oder die zweite Spannung (UV1-UV4) mit dem zweiten Schwellenwert verglichen und das Vorhandensein einer Fehlverbindung
 - als positiv beurteilt wird, wenn die erste Spannung (UV1-UV4) und/oder die zweite Spannung (UV1-UV4) auf einer ersten Seite, insbesondere oberhalb, des zweiten Schwellenwertes liegt, und
 - als negativ beurteilt wird, wenn die erste Spannung (UV1-UV4) und/oder die zweite Spannung (UV1-UV4) auf einer zweiten Seite, insbesondere unterhalb, des Schwellenwertes liegt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der erste, zweite und dritte Messpunkt (5a-5e) elektrisch mit Polen von zwei direkt nacheinander in Serie geschalteten elektrochemischen Zellen (2a-2d) verbunden sind.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Vorhandensein einer Fehlverbindung zumindest einer Ableitung (6a-6e) zur Abnahme der Potentiale von den Messpunkten (5a-5e) basierend auf den gemessenen Spannungen (UV1-UV4) beurteilt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Spannung (UV1-UV4) mittels eines ersten Voltmeters (4a-4d), und die zweite Spannung (UV1-UV4) mittels eines zweiten Voltmeters (4a-4d) gemessen wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des ersten und/oder zweiten Summenwiderstands zumindest ein Adapter-Widerstand (7a, 7b) parallel zu dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und/oder dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) geschaltet wird.
9. Verfahren nach Anspruch 89, dadurch gekennzeichnet, dass zur Einstellung des ersten und zweiten Summenwiderstands zumindest ein erster Adapter-Widerstand (7a) parallel zu dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) geschaltet wird und zumindest ein zweiter Adapter-Widerstand (7b) parallel zu dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) geschaltet wird und dass der erste und der zweite Adapter-Widerstand (7a, 7b) unterschiedlich groß gewählt werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrochemische Einheit zumindest drei in Serie geschaltete elektrochemische Zellen (2a-2d), vorzugsweise Batteriezellen, aufweist und dass an Messpunkten (5a-5e) der Endpole der elektrochemische Einheit sowie an Messpunkten (5a-5e) der elektrisch verbundenen Pole von benachbarten elektrochemischen Zellen (2a-2d) die Potentiale abgenommen werden und die Spannungen (UV1-UV4) jeweils an den Messpunkten gemessen wird, die mit den zwei Polen einer elektrochemischen Zelle (2a-2d) elektrisch verbunden sind und dass die Summenwiderstände, die sich durch eine Schaltung (8a-8d) zwischen diesen Messpunkten (5a-5e) ergeben, gegenüber den Summenwiderständen zwischen den Messpunkten (5a-5e), die mit den Polen ihrer benachbarten elektrochemischen Zelle (2a-2d) oder elektrochemischen Zellen (2a-2d) elektrisch verbunden sind, unterschiedlich groß gewählt werden

und dass das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellsystems basierend auf den gemessenen Spannungen (UV1-UV4) beurteilt wird.

11. Elektrochemisches Zellsystem umfassend zumindest eine elektrochemische Einheit, wobei die elektrochemische Einheit zumindest zwei elektrochemische Zellen (2a-2d), vorzugsweise Batteriezellen, umfasst, welche in Serie geschaltet sind, wobei das elektrochemische Zellsystem zumindest eine Spannungsmesseinheit (3) aufweist, welche mit einem ersten Messpunkt (5a-5e), einem zweiten Messpunkt (5a-5e) und einem dritten Messpunkt (5a-5e) über Ableitungen (6a-6e) elektrisch verbunden oder verbindbar ist, und die Messpunkte (5a-5e) mit jeweils zumindest einem Pol der zumindest zwei elektrochemische Zellen (2a-2d) verbunden sind, wobei die Messpunkte (5a-5e) jeweils mit unterschiedlichen Polen elektrisch verbunden sind und wobei die Spannungsmesseinheit (3) dazu eingerichtet ist, eine erste Spannung (UV1-UV4) zwischen dem ersten und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und eine zweite Spannung (UV1-UV4) zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) zu messen und wobei die Spannungsmesseinheit (3) mit einer Auswerteeinheit zur Versorgung der Messdaten verbunden ist, wobei ein erster Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung (8a-8d) zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) ergibt und ein zweiter Summenwiderstand, der sich durch eine Schaltung (8a-8d) zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) ergibt, unterschiedlich groß sind und dass die Auswerteeinheit (9) dazu eingerichtet ist, das Vorhandensein einer Fehlverbindung zwischen Bauteilen des elektrochemischen Zellsystems basierend auf den gemessenen Spannungen (UV1-UV4) zu beurteilen, dadurch gekennzeichnet, dass der Innenwiderstand (4a'-4d') des ersten und des zweiten Voltmeters (4a-4d) unterschiedlich groß sind.
12. Elektrochemisches Zellsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannungsmesseinheit (3) ein erstes Voltmeter (4a-4d) aufweist, das zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) geschaltet ist und ein zweites Voltmeter (4a-4d) aufweist, das zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) geschaltet ist.

13. Elektrochemisches Zellensystem nach einem der Ansprüche 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und/oder zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) zumindest ein Adapter-Widerstand (7a, 7b) geschaltet ist.
14. Elektrochemisches Zellensystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) jeweils zumindest ein Adapter-Widerstand (7a, 7b) geschaltet ist und dass die Adapter-Widerstände (7a, 7b) unterschiedlich sind.
15. Elektrochemisches Zellensystem nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Adapter-Widerstand (7a, 7b) dauerhaft zwischen dem ersten Messpunkt (5a-5e) und dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und/oder zwischen dem zweiten Messpunkt (5a-5e) und dem dritten Messpunkt (5a-5e) geschaltet ist.

23.08.2024
MT/iv

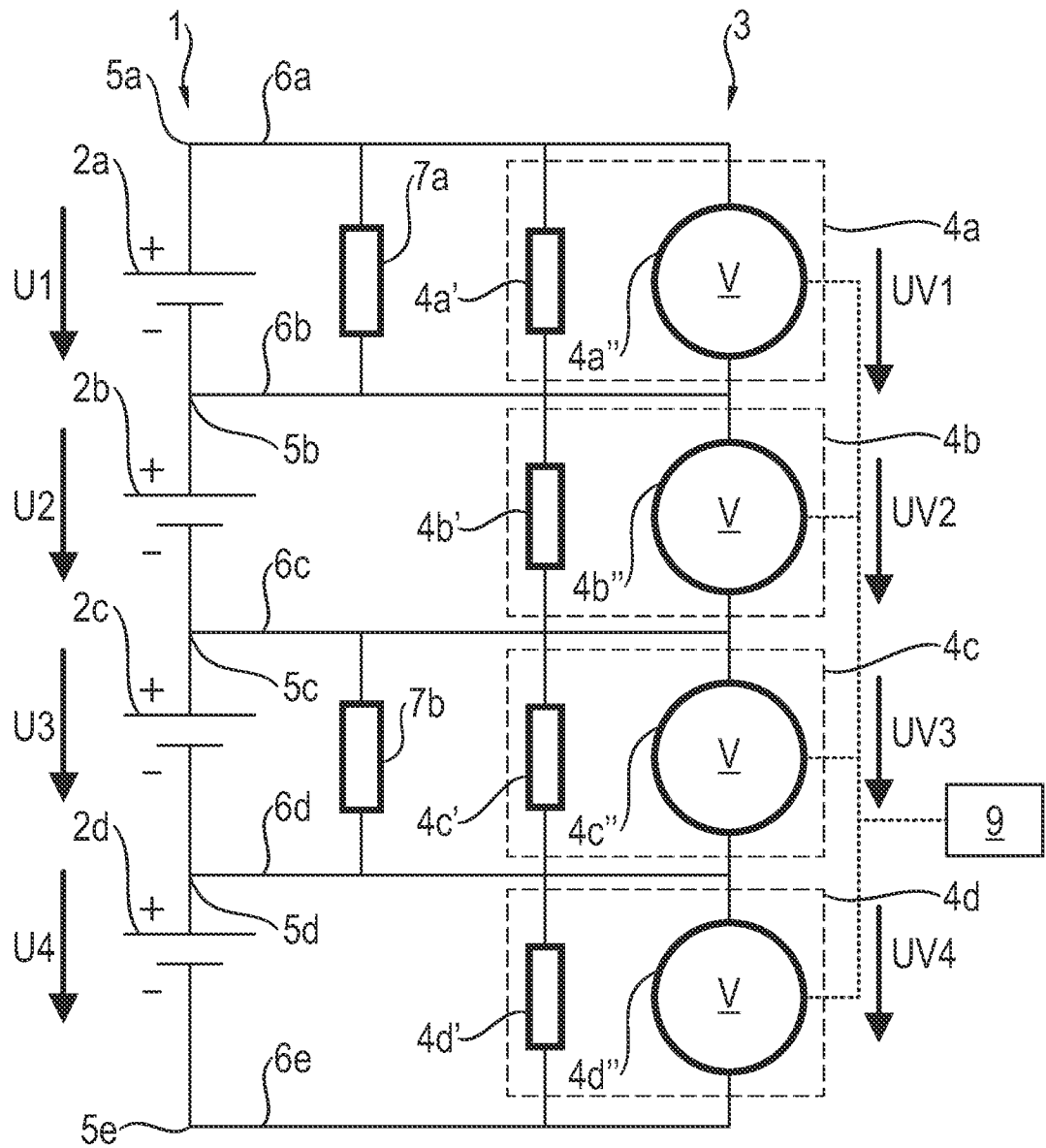


Fig. 1

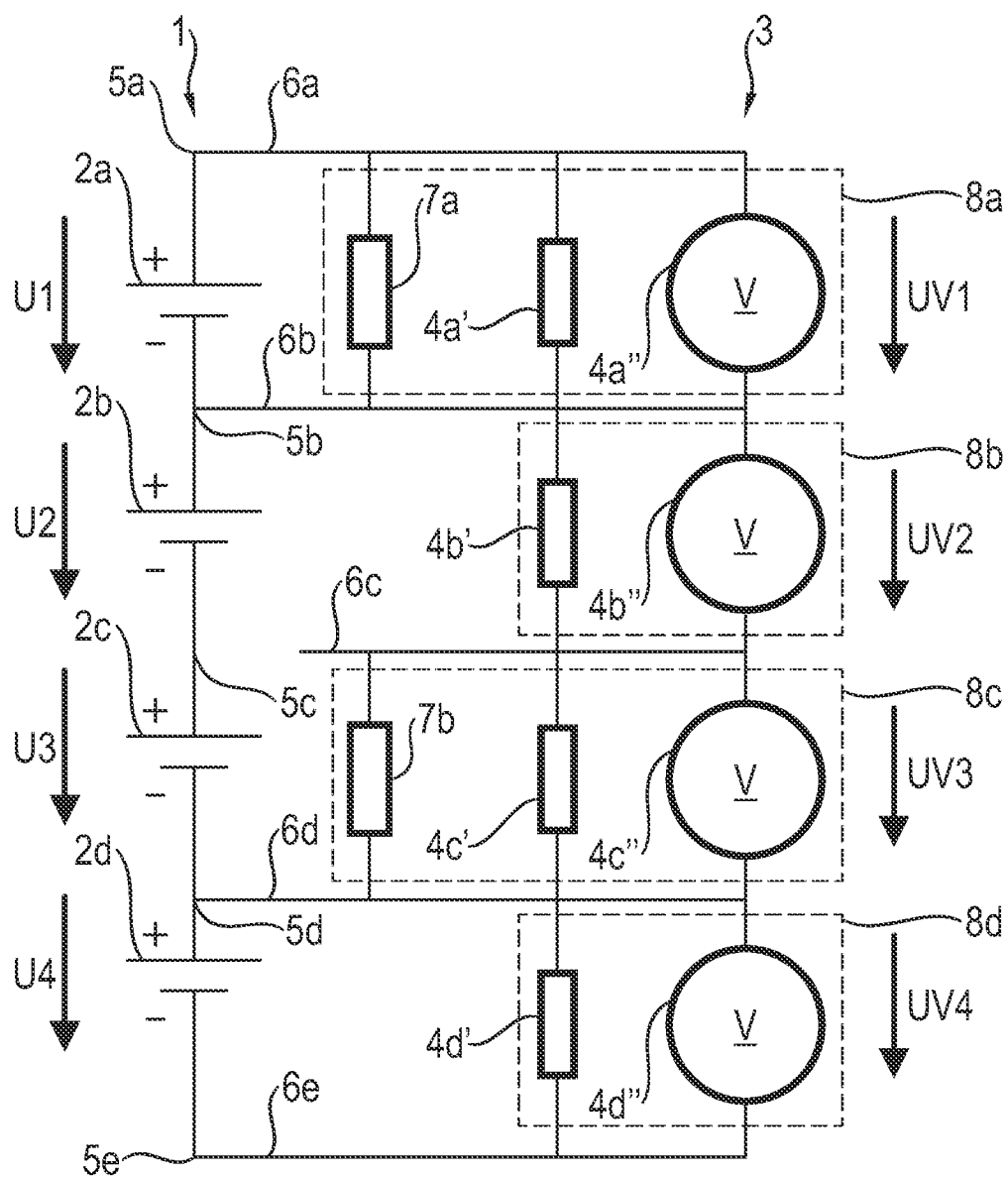


Fig. 2

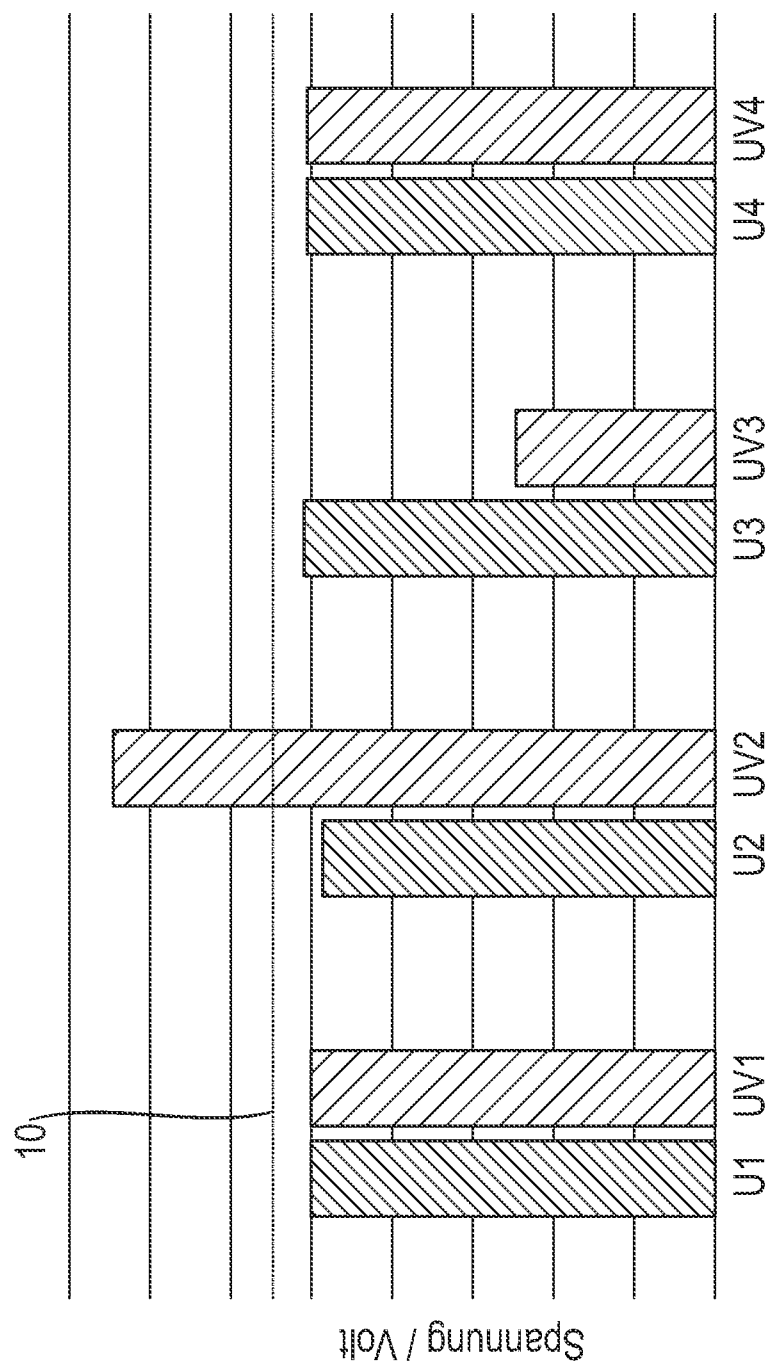


Fig. 3