

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Februar 2024 (15.02.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/032837 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H01M 50/503 (2021.01) H01M 50/522 (2021.01)
H01M 50/516 (2021.01) H01R 11/28 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2023/000085

(22) Internationales Anmeldedatum:
01. August 2023 (01.08.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 002 895.6 10. August 2022 (10.08.2022) DE
10 2022 004 394.7 24. November 2022 (24.11.2022) DE

(71) Anmelder: GENTHERM GMBH [DE/DE]; Rudolf-Diesel-Straße 12, 85235 Odelzhausen (DE).

(72) Erfinder: MASCAZZINI, Tiziano; Wolfgangstraße 15, 86153 Augsburg (DE). BORIÀN, Marcell; Cseresznyés u. 27, 2071 PÁTY (HU). MANTA, Gabrial; Am Steinacker 2, 86637 Zusamaltheim (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH,

(54) Title: CELL CONNECTOR FOR AN ELECTROCHEMICAL ENERGY STORAGE DEVICE

(54) Bezeichnung: ZELLVERBINDER FÜR EINEN ELEKTROCHEMISCHEN ENERGIESPEICHER

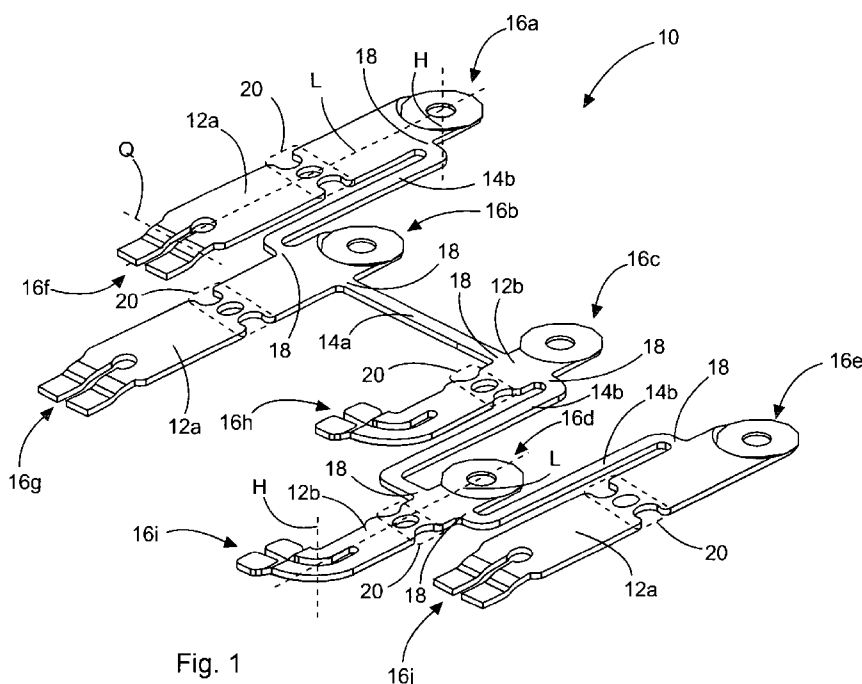


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a cell connector (10) for an electrochemical energy storage device comprising a plurality of main connecting elements (12a, 12b), which each comprise two contact points (16a-16j) and are designed to electrically conductively connect two storage cell poles of different electrical polarities to one another via the contact points (16a-16j) during operation of the cell connector (10), and comprising a plurality of secondary connecting elements (14a, 14b), each of which electrically conductively connects two main connecting elements (12a, 12b) to one another via connecting points (18) of the main connecting elements (12a, 12b).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Zellverbinder (10) für einen elektrochemischen Energiespeicher mit einer Vielzahl von Hauptverbindungselementen (12a, 12b), welche jeweils zwei Kontaktstellen (16a-16j) umfassen und dazu eingerichtet sind,

TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS,
ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

im Betrieb des Zellverbinders (10) über die Kontaktstellen (16a-16j) zwei Speicherzellen-Pole unterschiedlicher elektrischer Polarität elektrisch leitfähig miteinander zu verbinden, und mit einer Vielzahl von Nebenverbindungselementen (14a, 14b), welche jeweils zwei Hauptverbindungselemente (12a, 12b) über Verbindungsstellen (18) der Hauptverbindungselemente (12a, 12b) elektrisch leitfähig miteinander verbinden.

Zellverbinder für einen elektrochemischen Energiespeicher

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Zellverbinder für einen elektrochemischen Energiespeicher nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, ein Zellsystem nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 15, ein Verfahren zum Herstellen
5 eines Zellsystems nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 16 und ein Verfahren zum Betreiben eines Zellsystems nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 18.

Elektrochemische Energiespeicher, insbesondere Akkus, wie sie beispielsweise zur Stromversorgung in elektrisch angetriebenen Fahrzeugen eingesetzt werden,
10 sind häufig aus mehreren Speicherzellen aufgebaut. Die mehreren Speicherzellen werden zur Realisierung der gewünschten Parameter des Energiespeichers, beispielsweise der Leistung oder der Kapazität, zu einem Zellsystem miteinander verbunden, indem die einzelnen Speicherzellen in Reihe und/oder parallelgeschaltet werden.

15 Um die Speicherzellen eines elektrochemischen Energiespeichers miteinander zu verbinden, werden Zellverbinder eingesetzt, welche die Speicherzellen in der gewünschten Konfiguration über Hauptverbindungselemente in Reihe und über Nebenverbindungselemente parallel zusammenschalten. Der Zellverbinder, insbesondere sein Aufbau, hat dabei einen Einfluss auf die Auslastung der
20 einzelnen Speicherzellen, wobei eine möglichst gleichmäßige Belastung aller Speicherzellen angestrebt wird, um die Lebensdauer der einzelnen Speicherzellen und folglich des gesamten Energiespeichers zu erhöhen.

Aus dem Stand der Technik sind keine Zellverbinder bekannt, welche alle miteinander verbundenen Speicherzellen so gleichmäßig auslasten, dass die
25 maximal mögliche Lebensdauer des Energiespeichers optimal ausgenutzt werden kann.

Werden einzelne Speicherzellen eines Energiespeichers häufiger und/oder stärker belastet als andere Speicherzellen, kann es zu einer unbeabsichtigten schnelleren Alterung dieser einzelnen Speicherzellen kommen, wobei ein Defekt einer einzelnen Speicherzelle häufig für einen Defekt des gesamten
5 Energiespeichers verantwortlich sein kann. Defekte Energiespeicher verursachen hohe Kosten für den Austausch oder die Instandsetzung des Energiespeichers. Außerdem bedeutet die Entsorgung defekter Energiespeicher eine hohe Umweltbelastung.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe liegt somit darin einen
10 Zellverbinder bereitzustellen, welcher für eine gleichmäßige Auslastung aller miteinander verbundenen Speicherzellen eines Energiespeichers sorgt, sodass der Energiespeicher seine maximale Lebensdauer erreichen kann, um den vorzeitigen Ausfall des Energiespeichers und damit verbundene Kosten und Umweltbelastungen zu verhindern.

15 Die Aufgabe wird gelöst mit einem Zellverbinder der eingangs genannten Art, wobei die Verbindungsstellen derart positioniert sind, dass die Nebenverbindungselemente von einem geringeren Strom durchflossen werden als die Hauptverbindungselemente.

Dadurch, dass die Nebenverbindungselemente des Zellverbinders von einem
20 geringeren Strom als die Hauptverbindungselemente durchflossen werden, werden alle mittels des Zellverbinders miteinander verbundenen Speicherzellen des Energiespeichers gleichmäßig ausgelastet. Durch die gleichmäßige Auslastung der Speicherzellen wird verhindert, dass einzelne Speicherzellen schneller altern und einen Defekt des Energiespeichers herbeiführen. Auf diese
25 Weise wird die maximale Lebensdauer des Energiespeichers erreicht, sodass frühzeitige Defekte und somit hohe Kosten für die Instandsetzung oder den Austausch des defekten Energiespeichers vermieden. Außerdem kann die Umweltbelastung durch defekte Energiespeicher reduziert werden.

Die Hauptverbindungselemente können benachbart zueinander angeordnet sein.
30 Die Hauptverbindungselemente sind vorzugsweise in einer Querrichtung beabstandet zueinander angeordnet. Die Hauptverbindungselemente können in

ihrer Längsrichtung versetzt angeordnet sein. Die Längsrichtungen der Hauptverbindungselemente verlaufen vorzugsweise parallel zueinander. Die Hauptverbindungselemente und/oder die Nebenverbindungselemente sind vorzugsweise aus einem elektrisch leitfähigen Material ausgebildet. Die Hauptverbindungselemente und/oder die Nebenverbindungselemente sind vorzugsweise aus einem metallischen Werkstoff, insbesondere aus Aluminium oder Kupfer, ausgebildet. Der Zellverbinder und/oder die Hauptverbindungselemente und/oder die Nebenverbindungselemente sind vorzugsweise Blechteile, insbesondere Stanzteile und/oder Biegeteile. Der Zellverbinder mit mehreren Hauptverbindungselementen und mehreren Nebenverbindungselementen ist vorzugsweise einstückig ausgebildet. Die Hauptverbindungselemente sind vorzugsweise als S-Verbindungen (Busbars) zur seriellen Verbindung der Speicherzellen-Pole ausgebildet. Die Nebenverbindungselemente sind vorzugsweise als P-Verbindungen zur parallelen Querverbindung der Hauptverbindungselemente ausgebildet.

Die Hauptverbindungselemente verbinden vorzugsweiseweise den Plus-Pol einer ersten Speicherzelle mit dem Minus-Pol einer zweiten Speicherzelle eines elektrochemischen Speichers elektrisch leitfähig miteinander (Pole unterschiedlicher elektrischer Polarität). Vorzugsweise können die Hauptverbindungselemente und die Nebenverbindungselemente beliebig miteinander kombiniert werden, um den Zellverbinder flexibel an verschiedene Typen von Energiespeichern mit unterschiedlichem Aufbau der Speicherzellen anzupassen. Vorzugsweise werden mittels des Zellverbinders mehrere Speicherzellen zu einem Batteriepack miteinander verbunden. Der elektrochemische Energiespeicher kann beispielsweise eine Batterie oder ein Akku, insbesondere ein Lithium-Ionen-Akku oder ein Lithium-Polymer-Akku, sein. Ein Hauptverbindungselement umfasst vorzugsweise zwei Kontaktstellen und/oder zwei Verbindungsstellen.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zellverbinders sind die Verbindungsstellen derart positioniert, dass das elektrische Potential an den über die Nebenverbindungselemente elektrisch leitfähig miteinander verbundenen Verbindungsstellen im Betrieb des Zellverbinders weniger als 10%,

- vorzugsweise weniger als 5%, voneinander abweicht. Weicht das elektrische Potential an den über ein Nebenverbindungselement elektrisch leitfähig miteinander verbundenen Verbindungsstellen maximal 10%, vorzugsweise maximal 5%, voneinander ab, so ergibt sich nur eine geringfügige Potentialdifferenz zwischen den Verbindungsstellen und eine elektrische Spannung zwischen den Verbindungsstellen wird minimiert. Durch das Minimieren der Potentialdifferenz zwischen den Verbindungsstellen kann ein fließender Strom über die Nebenverbindungselemente minimiert werden. Die Verbindungsstellen sind vorzugsweise sogenannte Äquipotentialbereiche.
- 10 In einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zellverbinders sind die Verbindungsstellen derart positioniert sind, dass ein zwischen den elektrisch leitfähig miteinander verbundenen Verbindungsstellen durch die Nebenverbindungselemente fließender Strom im Betrieb des Zellverbinders maximal 2%, vorzugsweise maximal 1%, besonders bevorzugt maximal 0,3%, eines jeweils durch die Hauptverbindungselemente fließender Strom ist. Der jeweils in den Hauptverbindungselementen fließende Strom ist vorzugsweise ein Nominalstrom. Vorzugsweise fließt in allen Hauptverbindungselementen jeweils der gleiche Strom. Der durch die Nebenverbindungselemente fließende Strom ist ein sogenannter Querstrom.
- 20 Querströme durch die Nebenverbindungselemente sollten so gering wie möglich sein, um eine gleichmäßige Auslastung von allen beteiligten Speicherzellen zu erreichen, um die Alterung der Speicherzellen zu verlangsamen und somit die Lebensdauer der Speicherzellen zu erhöhen. Der jeweils in den Nebenverbindungselementen fließende Strom beträgt besonders bevorzugt maximal 0,3 % des jeweils in den Hauptverbindungselementen fließenden Nominalstroms. Ein Nominalstrom beträgt beispielsweise zwischen 100 Ampere und 200 Ampere, insbesondere zwischen 140 und 160 Ampere. Ein Strom durch die Nebenverbindungselemente beträgt vorzugsweise maximal 0,45 Ampere, vorzugsweise maximal 0,35 Ampere. Entlang der Hauptverbindungselemente bildet sich jeweils ein Stromflusspfad aus. Vorzugsweise fließt Strom nicht durch Nebenverbindungselemente in benachbarte Stromflusspfade.
- 30

In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Zellverbinders ist zumindest ein Hauptverbindungselement als, vorzugsweise um eine Hochachse des Hauptverbindungselements, gekrümmtes Flachleiterelement ausgebildet und/oder ist zumindest ein Hauptverbindungselement als gerades
5 Flachleiterelement ausgebildet. Zumindest ein Hauptverbindungselement kann zumindest abschnittsweise um seine Hochachse gekrümmt sein, um beispielsweise versetzt angeordnete Speicherzellen-Pole verbinden zu können. Zumindest ein Hauptverbindungselement kann in einem oder mehreren Abschnitten um seine Hochachse gekrümmt sein. Das zumindest eine
10 Hauptverbindungselement kann zwischen 30 Grad und 160 Grad, vorzugsweise zwischen 70 Grad und 110 Grad, besonders bevorzugt um 90 Grad, um seine Hochachse gekrümmt sein. Vorzugsweise ist das Hauptverbindungselement entlang einer Krümmungsachse gekrümmt. Ein gerades Hauptverbindungselement ist krümmungsfrei um seine Hochachse.

15 Es ist weiterhin ein erfindungsgemäßer Zellverbinder bevorzugt, bei welchem zumindest ein Nebenverbindungselement als, vorzugsweise um eine Hochachse des Nebenverbindungselements, gekrümmtes Flachleiterelement ausgebildet ist und/oder bei welchem zumindest ein Nebenverbindungselement als gerades Flachleiterelement ausgebildet ist. Zumindest ein Nebenverbindungselement
20 kann zumindest abschnittsweise um seine Hochachse gekrümmt sein, um beispielsweise versetzt angeordnete Hauptverbindungselemente verbinden zu können. Zumindest ein Nebenverbindungselement kann in einem oder mehreren Abschnitten um seine Hochachse gekrümmt sein. Das zumindest eine Nebenverbindungselement kann zwischen 30 Grad und 160 Grad, vorzugsweise
25 zwischen 70 Grad und 110 Grad, besonders bevorzugt um 90 Grad, um seine Hochachse gekrümmt sein. Ein gerades Nebenverbindungselement ist krümmungsfrei um seine Hochachse.

Ferner ist ein erfindungsgemäßer Zellverbinder vorteilhaft, bei welchem die elektrischen Widerstände der Hauptverbindungselemente um weniger als 1 Ohm,
30 vorzugsweise um weniger als 0,5 Ohm, voneinander abweichen. Alternativ oder zusätzlich weichen die elektrischen Widerstände der Hauptverbindungselemente um weniger als 0,5 %, vorzugsweise um weniger als 0,2 %, voneinander

abweichen. Die Abweichung des elektrischen Widerstands ist vorzugsweise unabhängig von der Gestalt der Hauptverbindungselemente, insbesondere unabhängig von einer Krümmung, von der Materialstärke, der Länge und/oder der Breite der Hauptverbindungselemente, möglichst gering. Durch möglichst
5 geringe Abweichungen der elektrischen Widerstände zwischen den Hauptverbindungselementen wird sichergestellt, dass die durch die Hauptverbindungselemente fließenden Ströme jeweils möglichst wenig voneinander abweichen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsmäßigen
10 Zellverbinders, weichen die elektrischen Widerstände der Nebenverbindungselemente um weniger als 1 Ohm, vorzugsweise um weniger als 0,5 Ohm, voneinander ab. Alternativ oder zusätzlich weichen die elektrischen Widerstände der Nebenverbindungselemente um weniger als 0,5 %, vorzugsweise um weniger als 0,2 %, voneinander ab. Die Abweichung des
15 elektrischen Widerstands ist vorzugsweise unabhängig von der Gestalt der Nebenverbindungselemente, insbesondere unabhängig von einer Krümmung, von der Materialstärke, der Länge und/oder der Breite der Nebenverbindungselemente, möglichst gering.

In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Zellverbinders weisen die
20 Hauptverbindungselemente einen geringeren elektrischen Widerstand als die Nebenverbindungselemente auf. Vorzugsweise haben die direkten elektrisch leitfähigen Verbindungen von Speicherzellen-Pol zu Speicherzellen-Pol (Hauptverbindungselemente) einen geringeren elektrischen Widerstand als die parallelen Querverbindungen (Nebenverbindungselemente) zwischen den
25 Hauptverbindungselementen. Durch den geringeren elektrischen Widerstand der Hauptverbindungselemente fließt ein Strom bevorzugt durch die Hauptverbindungselemente und nicht durch die Nebenverbindungselemente. So werden sogenannte Querströme minimiert, sodass alle Speicherzellen möglichst gleichmäßig belastet werden.

30 In einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zellverbinders weist zumindest ein Hauptverbindungselement zumindest einen

elektrischen Sicherungsbereich auf, wobei ein Querschnitt des Hauptverbindungselements in dem zumindest einen elektrischen Sicherungsbereich, vorzugsweise mittels einer oder mehrerer Ausnehmungen des Hauptverbindungselements im Sicherungsbereich, reduziert ist.

5 Vorzugsweise ist in dem zumindest einen Sicherungsbereich die Breite des Hauptverbindungselements reduziert. In dem zumindest einen Sicherungsbereich kann zudem die Materialstärke des Hauptverbindungselements reduziert sein. Die eine oder die mehreren Ausnehmungen des Hauptverbindungselements im Sicherungsbereich sind

10 vorzugsweise als kreisrunde oder elliptische Ausnehmungen, beispielsweise als Bohrlöcher, ausgebildet sein. Die eine oder die mehreren Ausnehmungen des Hauptverbindungselements im Sicherungsbereich können zudem als Einkerbungen im Randbereich des Hauptverbindungselements, beispielsweise als halbkreisförmige Einkerbungen, ausgebildet sein. Durch die eine oder die

15 mehreren Ausnehmungen wird der stromdurchflossene Querschnitt im Sicherungsbereich des Hauptverbindungselements abschnittsweise reduziert.

Vorzugsweise fließt der Strom durch zwei als Strom-Engpass fungierende Randstege im Sicherungsbereich, welche durch das Vorsehen der Ausnehmungen ausgebildet werden. Ein reduzierter stromdurchflossener

20 Querschnitt erhöht den lokalen stromflussbedingten Widerstand im Sicherungsbereich. Ein erhöhter stromflussbedingter Widerstand erhöht die stromflussbedingte Abwärme im Sicherungsbereich. Wird ein Grenzwert eines durch den Sicherungsbereich fließenden Stroms überschritten (Überstrom) schmilzt das Hauptverbindungselement im Sicherungsbereich durch den

25 thermischen Einfluss der stromflussbedingten Abwärme und der elektrochemische Energiespeicher wird vor Überstromschäden geschützt. Die Sicherungsbereiche sind vorzugsweise derart positioniert und/oder derart ausgebildet, dass sie beim Schmelzen keine im Nahbereich des Sicherungsbereichs angeordneten Speicherzellen des Energiespeichers

30 beschädigen.

Es ist außerdem ein erfindungsgemäßer Zellverbinder bevorzugt, bei welchem zumindest eine der Kontaktstellen zumindest eines der

Hauptverbindungselemente eine schlitzförmige Ausnehmung umfasst, welche zwei Kontaktflächen der jeweiligen Kontaktstelle voneinander trennt. Durch die schlitzförmige Ausnehmung weist zumindest ein Hauptverbindungselement an zumindest einer Kontaktstelle eine Gabelung mit zwei Gabelzinken auf.

5 Vorzugsweise sind Kontaktstellen mit schlitzförmiger Ausnehmung dazu eingerichtet, mittels Ultraschall-Schweißen mit einem Speicherzellen-Pol elektrisch leitfähig und stoffschlüssig verbunden zu werden. Die schlitzförmige Ausnehmung kann zudem vibrationsbedingte Beschädigungen des Zellverbinders durch Ultraschall-Schweißen der Kontaktstelle an einen

10 Speicherzellen-Pol vermeiden. Vorzugsweise verläuft die schlitzförmige Ausnehmung in Längsrichtung des Hauptverbindungselements. Vorzugsweise erstreckt sich die schlitzförmige Ausnehmung über die gesamte Materialstärke des Hauptverbindungselements. Die Kontaktflächen der Kontaktstelle sind dazu eingerichtet, Speicherzellen-Pole zu kontaktieren und die Speicherzellen-Pole

15 elektrisch leitfähig mit dem Hauptverbindungselement zu verbinden.

In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Zellverbinders schließt die schlitzförmige Ausnehmung mit einer, insbesondere kreisförmigen, Ausnehmungserweiterung ab. Vorzugsweise ist die Ausnehmungserweiterung der schlitzförmigen Ausnehmung an dem einer weiteren Kontaktstelle und/oder

20 einem Sicherungsbereich des Hauptverbindungselements zugewandten Ende der schlitzförmigen Ausnehmung und/oder an der tiefsten Stelle der schlitzförmigen Ausnehmung angeordnet. Durch die Ausnehmungserweiterung wird die Übertragung von Vibrationen beim Ultraschall-Schweißen weiter reduziert, um Speicherzellen und/oder bereits vorhandene Schweißverbindungen

25 vor Beschädigungen zu schützen.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zellverbinders trennt die schlitzförmige Ausnehmung zwei Kontaktfortsätze voneinander trennt, wobei die Kontaktfortsätze jeweils, vorzugsweise um eine Querachse der Hauptverbindungselemente, gekrümmt oder gerade ausgebildet

30 sind. Vorzugsweise umfassen die Kontaktfortsätze die Kontaktstellen und/oder Kontaktflächen der Kontaktstellen, welche dazu eingerichtet sind, Speicherzellen-Pole zu kontaktieren. Vorzugsweise sind die Kontaktfortsätze derart um ihre

Querachse gekrümmt, dass die Kontaktstellen der Hauptverbindungselemente einen Höhenversatz zu jenseits der Krümmung angeordneten Bereichen des Hauptverbindungselements aufweisen. Die Längsachse des Hauptverbindungselements ist vorzugsweise orthogonal zu der Querachse des Hauptverbindungselements ausgerichtet. Die Querachse des Hauptverbindungselements ist vorzugsweise orthogonal zu der Hochachse des Hauptverbindungselements ausgerichtet. Die Hochachse des Hauptverbindungselements ist orthogonal zu der Längsachse des Hauptverbindungselements ausgerichtet.

10 In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zellverbinders umfasst zumindest eine der Kontaktstellen zumindest eines der Hauptverbindungselemente eine kreisförmige Ausnehmung. Die kreisförmige Ausnehmung ist vorzugsweise als Bohrloch ausgebildet. Die Kontaktstelle mit kreisförmiger Ausnehmung ist vorzugsweise dazu eingerichtet, mittels Laser-
15 Schweißen mit einem Speicherzellen-Pol elektrisch leitfähig und stoffschlüssig verbunden zu werden. Die Kontaktstelle mit kreisförmiger Ausnehmung ist vorzugsweise kreisförmig und/oder halbkreisförmig ausgebildet. Zumindest eine weitere der Kontaktstellen zumindest eines der Hauptverbindungselemente kann dazu eingerichtet sein, mittels Ultraschall-Schweißen mit einem Speicherzellen-
20 Pol elektrisch leitfähig und stoffschlüssig verbunden zu werden, sodass das Hauptverbindungselement mittels mehrerer verschiedener Schweißverfahren an mehreren Kontaktstellen mit Speicherzellen-Polen verbunden werden kann. Zumindest eine weitere der Kontaktstellen zumindest eines der Hauptverbindungselemente kann ebenfalls dazu eingerichtet sein, mittels Laser-
25 Schweißen mit einem Speicherzellen-Pol elektrisch leitfähig und stoffschlüssig verbunden zu werden, sodass das Hauptverbindungselement mittels eines gleichen Schweißverfahrens an mehreren Kontaktstellen mit Speicherzellen-Polen verbunden werden kann.

Ferner ist ein erfindungsgemäßer Zellverbinder bevorzugt, bei welchem
30 zumindest eine der Kontaktstellen zumindest eines der Hauptverbindungselemente im Bereich der kreisförmigen Ausnehmung eine reduzierte Materialstärke aufweist. Vorzugsweise ist in einem kreisförmigen

Bereich um die kreisförmige Ausnehmung herum an zumindest einer Kontaktstelle mit kreisförmiger Ausnehmung die Materialstärke des Hauptverbindungselements reduziert. Der Bereich mit reduzierter Materialstärke fungiert vorzugsweise als Laser-Schweiß-Stelle zum Verschweißen des Hauptverbindungselements mit einem Speicherzellen-Pol mittels Laser-Schweißen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird weiterhin durch ein Zellsystem der eingangs genannten gelöst, wobei der Zellverbinder nach einer vorstehenden Ausführungsformen ausgebildet ist. Hinsichtlich der Vorteile und Modifikationen des erfindungsgemäßen Zellsystems wird auf die Vorteile und Modifikationen des erfindungsgemäßen Zellverbinders verwiesen.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird außerdem durch ein Verfahren zum Herstellen eines Zellsystems der eingangs genannten gelöst, wobei die Kontaktstellen des Zellverbinders und die Speicherzellen-Pole des elektrochemischen Energiespeichers zum Verbinden mittels Laser-Schweißen und/oder mittels Ultraschall-Schweißen miteinander verschweißt werden. Vorzugsweise werden die Kontaktstellen des Zellverbinders und die Speicherzellen-Pole des elektrochemischen Energiespeichers mittels einer Laser-Schweißvorrichtung und/oder mittels einer Ultraschall-Schweißvorrichtung miteinander verschweißt. Vorzugsweise wird zumindest eine Kontaktstelle des Zellverbinders mittels Laserschweißen und zumindest eine weitere Kontaktstelle des Zellverbinders mittels Ultraschall-Schweißen mit den Speicherzellen-Polen des elektrochemischen Energiespeichers verschweißt. Vorzugsweise werden die Kontaktstellen des Zellverbinders und die Speicherzellen-Pole des elektrochemischen Energiespeichers durch das Verschweißen elektrisch leitfähig miteinander verbunden. Vorzugsweise umfassen Kontaktstellen, welche mittels Ultraschall-Schweißen geschweißt werden, eine schlitzförmige Ausnehmung auf. Durch die schlitzförmige Ausnehmung von Kontaktstellen, welche mittels Ultraschall-Schweißen geschweißt werden, werden durch das Ultraschall-Schweißen verursachte Vibrationen vermindert, sodass vibrationsbedingte Beschädigungen des Zellverbinders, des elektrochemischen Energiespeichers und anderer Schweißverbindungen verhindert werden. Vorzugsweise umfassen

Kontaktstellen, welche mittels Laser-Schweißen geschweißt werden, eine kreisförmige Ausnehmung und/oder eine reduzierte Materialstärke auf.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mittels des Verfahrens ein Zellsystem nach einer der vorstehenden
5 Ausführungsformen hergestellt. Hinsichtlich der Vorteile und Modifikationen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die Vorteile und Modifikationen des erfindungsgemäßen Zellsystems verwiesen.

In einer anderen bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Kontaktstellen des Zellverbinders zum Positionieren
10 mittels eines Zellverbinderpositionierelements mit den Speicherzellen-Polen des elektrochemischen Energiespeichers in Deckung gebracht. Vorzugsweise ist das Zellverbinderpositionierelement als Rahmen und/oder als Schablone ausgebildet. Vorzugsweise ist das Zellverbinderpositionierelement derart gestaltet, dass der Zellverbinder mittels des Zellverbinderpositionierelements so positioniert werden
15 kann, dass die Kontaktstellen des Zellverbinders die Speicherzellen-Pole des elektrochemischen Energiespeichers kontaktieren, sodass die Kontaktstellen mit den Speicherzellen-Polen verschweißt werden können. Das Positionieren mittels des Zellverbinderpositionierelements kann manuell per Hand erfolgen. Alternativ oder zusätzlich kann das Positionieren des Zellverbinders ohne
20 Zellverbinderpositionierelement mittels einer Pick-and-Place-Maschine erfolgen, wobei das Positionieren mittels der Pick-and-Place-Maschine vollautomatisiert, teilautomatisiert oder manuell von einem Bediener ausgeführt werden kann.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird außerdem durch ein Verfahren zum Betreiben eines Zellsystems der eingangs genannten gelöst, wobei ein
25 durch die Nebenverbindungselemente fließender Strom geringer als der durch die Hauptverbindungselemente fließender Strom ist. Vorzugsweise wird eine erste Kontaktstelle eines Hauptverbindungselements des Zellverbinders mittels Laserschweißen mit einem ersten Speicherzellen-Pol des elektrochemischen Energiespeichers verschweißt und eine zweite Kontaktstelle zumindest eines
30 Hauptverbindungselements des Zellverbinders mittels Ultraschall-Schweißen mit einem zweiten Speicherzellen-Polen des elektrochemischen Energiespeichers

verschweißt. Das elektrische Potential an den über die Nebenverbindungselemente elektrisch leitfähig miteinander verbundenen Verbindungsstellen weniger als 10%, vorzugsweise weniger als 5%, voneinander abweicht. Vorzugsweise beträgt der durch die Nebenverbindungselemente fließende Strom maximal 1%, besonders bevorzugt maximal 0,3% des durch die Hauptverbindungselemente fließenden Stroms.

In einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird mittels des Verfahrens ein Zellsystem nach einer der vorstehenden Ausführungsformen betrieben. Hinsichtlich der Vorteile und Modifikationen des erfindungsgemäßen Verfahrens wird auf die Vorteile und Modifikationen des erfindungsgemäßen Zellsystems verwiesen.

Nachfolgend werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert und beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Zellverbinder mit mehreren Hauptverbindungselementen und mehreren Nebenverbindungselementen in einer perspektivischen Darstellung;

Fig. 2 ein gerade ausgebildetes Hauptverbindungselement eines erfindungsgemäßen Zellverbinders in einer Draufsicht;

Fig. 3 ein gekrümmt ausgebildetes Hauptverbindungselement eines erfindungsgemäßen Zellverbinders in einer Draufsicht; und

Fig. 4 einen erfindungsgemäßen Zellverbinder mit unterschiedlichen schematisch dargestellten Strompfaden in einer Draufsicht;

Die Fig. 1 zeigt einen erfindungsgemäßen Zellverbinder 10, welcher mehrere Hauptverbindungselemente 12a, 12b und mehrere Nebenverbindungselemente 14a, 14b umfasst. Die Hauptverbindungselemente 12a, 12b und die Nebenverbindungselemente 14a, 14b sind als Flachleiterselemente aus einem elektrisch leitfähigen Werkstoff, beispielsweise aus einem Aluminiumblechwerkstoff, ausgebildet. Die Hauptverbindungselemente 12a, 12b

sind dazu eingerichtet, jeweils zwei Speicherzellen-Pole unterschiedlicher Polarität eines chemischen Energiespeichers elektrisch leitfähig miteinander zu verbinden und somit Speicherzellen des Energiespeichers in Reihe zu schalten. Die Nebenverbindungselemente 14a, 14b verbinden jeweils zwei
5 Hauptverbindungselemente 12a, 12b elektrisch leitfähig miteinander, um Speicherzellen parallel zu schalten. Die Hauptverbindungselemente 12a, 12b sind nebeneinander und quer zur Längsachse L der Hauptverbindungselemente 12a, 12b beabstandet voneinander sowie parallel zur Längsachse L versetzt zueinander angeordnet.

- 10 Die Hauptverbindungselemente 12a, 12b erstrecken sich jeweils entlang einer Längsachse L und weisen an einem Ende jeweils eine Kontaktstelle 16a-16e auf. Die Kontaktstellen 16a-16e sind rund ausgebildet und dazu eingerichtet, mittels Laser-Schweißen jeweils mit einem Speicherzellen-Pol verbunden zu werden. An dem entlang der Längsachse L dem ersten Ende gegenüberliegenden Ende
15 weisen die Hauptverbindungselemente 12a, 12b jeweils eine Kontaktstelle 16f-16j auf. Die Kontaktstellen 16f-16j sind geschlitzt ausgebildet und dazu eingerichtet, mittels Ultraschall-Schweißen jeweils mit einem Speicherzellen-Pol verschweißt zu werden. Die Hauptverbindungselemente 12b weisen im Bereich ihres Endes mit den geschlitzten Kontaktstellen 16f-16j eine Krümmung um 90
20 Grad um eine orthogonal zur Längsachse L verlaufenden Hochachse H auf. Die Hauptverbindungselemente 12a weisen im Bereich ihres Endes mit den geschlitzten Kontaktstellen 16f-16j keine Krümmung um die Hochachse H auf. Zudem sind alle Hauptverbindungselemente 12a, 12b im Bereich ihres Endes mit den geschlitzten Kontaktstellen 16f-16j um eine orthogonal zur Längsachse L
25 verlaufenden Querachse Q gekrümmt.

- Zudem weisen die Hauptverbindungselemente 12a, 12b jeweils einen Sicherungsbereich 20 auf, mittels welchem der Zellverbinder 10 und/oder mit dem Zellverbinder 10 verbundene Speicherzellen eines Energiespeichers vor einer Überbelastung durch zu hohe fließende Ströme geschützt werden. Die
30 Sicherungsbereiche 20 sind jeweils in Längsrichtung der Hauptverbindungselemente 12a, 12b beabstandet zu den Kontaktstellen 16a-16f und den Kontaktstellen 16f-16j angeordnet.

Die Nebenverbindungselemente 14a, 14b sind an ihren beiden Enden an Verbindungsstellen 18 elektrisch leitfähig mit jeweils einem Hauptverbindungselement 12a, 12b verbunden, sodass jedes Hauptverbindungselement 12a, 12b mit zumindest einem weiteren
5 Hauptverbindungselement 12a, 12b elektrisch leitfähig verbunden ist. Die Verbindungsstellen 18 sind derart positioniert, dass das elektrische Potential an allen Verbindungsstellen 18 möglichst wenig voneinander abweicht, sodass eine möglichst kleine elektrische Spannung zwischen den jeweiligen über die Nebenverbindungselemente 14a, 14b verbundenen Hauptverbindungselementen
10 12a, 12b anliegt. Durch eine möglichst kleine elektrische Spannung zwischen den Hauptverbindungselementen 12a, 12b kann verhindert werden, dass im Betrieb des Zellverbinders 10 Ströme über die Nebenverbindungselemente 14a, 14b zwischen den Hauptverbindungselementen 12a, 12b fließen. Um die versetzt angeordneten benachbarten Hauptverbindungselemente 12a, 12b miteinander
15 zu verbinden, weisen die Nebenverbindungselemente 14b im Bereich ihrer jeweiligen Enden eine Krümmung um 90 Grad auf. Nicht versetzt zueinander angeordnete Hauptverbindungselemente 12a, 12b werden mittels gerade verlaufender Nebenverbindungselemente 14a miteinander verbunden.

Die Fig. 2 zeigt ein Hauptverbindungselement 12a des Zellverbinders 10 aus der
20 Fig. 1, wobei der Zellverbinder 10 mehrere der Hauptverbindungselemente 12a umfasst. Das Hauptverbindungselement 12a ist als Flachleitererelement ausgebildet und erstreckt sich längs entlang seiner Längsachse L.

An dem rechten Ende des Hauptverbindungselements 12a weist das Hauptverbindungselement eine kreisförmige Kontaktstelle 16a auf. Der
25 Durchmesser D1 der kreisförmigen Kontaktstelle entspricht der Breite B1 des Hauptverbindungselements 12a im an die Kontaktstelle 16a angrenzenden Bereich. Die kreisförmige Kontaktstelle 16a weist mittig eine kreisförmige Ausnehmung 22 auf, welche als Bohrloch ausgebildet ist und sich über die gesamte Materialstärke des Hauptverbindungselements 12a erstreckt. Zudem ist
30 die Materialstärke des Hauptverbindungselements 12a im Bereich der kreisförmigen Kontaktstelle 16a im Vergleich zu an die Kontaktstelle 16a angrenzenden Bereichen des Hauptverbindungselements 16a reduziert. Die

Kontaktstelle 16a ist derart ausgebildet, dass das Hauptverbindungselement im Bereich der Kontaktstelle 16a mittels Laser-Schweißen mit einem Speicherzellen-Pol eines elektrochemischen Energiespeichers elektrisch leitfähig verschweißt werden kann.

- 5 An dem in Längsrichtung des Hauptverbindungselements 12a der Kontaktstelle 16a gegenüberliegenden Ende des Hauptverbindungselements 12a weist das Hauptverbindungselement 12a eine Kontaktstelle 16f auf. Das Hauptverbindungselements 12a weist im Kontaktbereich 16f eine schlitzförmige Ausnehmung 24 auf, welche sich entlang der Längsachse L über die gesamte
- 10 Materialstärke des Hauptverbindungselements 12a durch die Kontaktstelle 16f bis in den an die Kontaktstelle 16f angrenzenden Bereich des Hauptverbindungselements 12a erstreckt. Die schlitzförmige Ausnehmung 24 mündet an ihrem der Kontaktstelle 16a zugewandten Ende in einer kreisförmigen Ausnehmungserweiterung 32. Die schlitzförmige Ausnehmung 24 teilt das
- 15 Hauptverbindungselement 12a an seinem linken Ende in zwei parallel und beabstandet voneinander verlaufende Kontaktfortsätze 34, welche an ihrem freien Ende zwei rechteckig ausgebildete Kontaktflächen 30 der Kontaktstelle 16f umfassen. Die Kontaktflächen 30 weisen durch eine Krümmung der Kontaktfortsätze 34 um die Querachse Q einen Höhenversatz im Vergleich zu
- 20 den angrenzenden Bereichen des Hauptverbindungselements 12a auf.

Der Kontaktbereich 16f mit seinen Kontaktflächen 30 ist dazu eingerichtet, mittels Ultraschall-Schweißen mit einem Speicherzellen-Pol eines elektrochemischen Energiespeichers elektrisch leitfähig verschweißt zu werden. Dadurch, dass das Hauptverbindungselement 12a im Bereich der Kontaktstelle 16f eine

25 schlitzförmige Ausnehmung 24 mit einer Ausnehmungserweiterung 32 aufweist, können Vibrationen beim Ultraschall-Schweißen vermindert werden, sodass Beschädigungen des Hauptverbindungselements 12a, des Zellverbinders 10, eines elektrochemischen Energiespeichers sowie bereits vorhandenen Schweißverbindungen verhindert werden.

- 30 Ferner umfasst das Hauptverbindungselement 12a einen Sicherungsbereich 20, welcher in Längsrichtung des Hauptverbindungselements 12a zwischen der

Kontaktstelle 16a und der Kontaktstelle 16f angeordnet ist. In dem Sicherungsbereich 20 weist das Hauptverbindungselement 12a mehrere Ausnehmungen 26a, 26b auf, wobei sich durch die Ausnehmungen 26a, 26b sich parallel zur Längsachse L erstreckende Stege 28 ergeben. Die Ausnehmung 26a
5 ist ellipsenförmig ausgebildet und mittig im Sicherungsbereich 20 angeordnet. Die Ausnehmungen 26b sind als Einkerbungen im Randbereich des Sicherungsbereichs 20 ausgebildet. Alle Ausnehmungen 26a, 26b erstrecken sich über die gesamte Materialstärke des Hauptverbindungselements 12a. Ein durch das Hauptverbindungselement 12a zwischen der Kontaktstelle 16a und der
10 Kontaktstelle 16f fließender Strom fließt aufgrund der Ausnehmungen 26a, 26b im Sicherungsbereich 20 durch einen deutlich verringerten Querschnitt. Durch den verringerten stromdurchflossenen Querschnitt im Sicherungsbereich 20 ist der elektrische Widerstand im Sicherungsbereich 20 im Vergleich zu an den Sicherungsbereich 20 angrenzenden Bereichen des Hauptverbindungselements 12a
15 erhöht, sodass es im Sicherungsbereich eine erhöhte stromflussbedingte Wärmeentwicklung kommt. Übersteigt der fließende Strom einen Grenzwert, schmelzen die Stege 28 aufgrund der Wärmeentwicklung, sodass mittels des Zellverbinder 10 verbundene Speicherzellen eines Energiespeichers vor Beschädigungen durch Überstrom geschützt werden.

20 Die Fig. 3 zeigt ein Hauptverbindungselement 12b des Zellverbinders 10 aus der Fig. 1, wobei der Zellverbinder 10 mehrere der Hauptverbindungselemente 12b umfasst. Das Hauptverbindungselement 12a ist als sich entlang der Längsachse L erstreckendes Flachleiterelement ausgebildet, welches um die orthogonal zur Längsachse in die Zeichnungsebene verlaufende Hochachse H um 90 Grad
25 entlang einer Krümmungsachse K gekrümmt ausgebildet ist. Durch die Krümmung des Hauptverbindungselements 12b können Speicherzellen-Pole miteinander verbunden werden, welche versetzt zueinander angeordnet sind.

An dem rechten Ende des Hauptverbindungselements 12b weist das Hauptverbindungselement eine kreisförmige Kontaktstelle 16e auf, wobei der
30 Durchmesser D2 der kreisförmigen Kontaktstelle größer als die Breite B2 des Hauptverbindungselements 12b im an die Kontaktstelle 16e angrenzenden Bereich ist. Die kreisförmige Kontaktstelle 16e weist mittig eine kreisförmige

Ausnehmung 22 auf, welche als Bohrloch ausgebildet ist und sich über die gesamte Materialstärke des Hauptverbindungselements 12b erstreckt. Weiterhin ist die Materialstärke des Hauptverbindungselements 12b im Bereich der kreisförmigen Kontaktstelle 16e im Vergleich zu an die Kontaktstelle 16e angrenzenden Bereichen des Hauptverbindungselements 16b reduziert. Die Kontaktstelle 16e ist derart ausgebildet, dass das Hauptverbindungselement im Bereich der Kontaktstelle 16e mittels Laser-Schweißen mit einem Speicherzellen-Pol eines elektrochemischen Energiespeichers elektrisch leitfähig verschweißt werden kann.

10 An dem in Längsrichtung des Hauptverbindungselements 12b der Kontaktstelle 16e gegenüberliegenden Ende des Hauptverbindungselements 12b weist das Hauptverbindungselement 12b eine Kontaktstelle 16j auf. Das Hauptverbindungselements 12b weist im Kontaktbereich 16j eine schlitzförmige Ausnehmung 24 auf, welche sich entlang der Krümmungsachse K über die gesamte Materialstärke des Hauptverbindungselements 12b durch die Kontaktstelle 16j bis in den an die Kontaktstelle 16j angrenzenden Bereich des Hauptverbindungselements 12b erstreckt. Die schlitzförmige Ausnehmung 24 teilt das Hauptverbindungselement 12b an seinem linken gekrümmten Ende in zwei parallelkurvenförmig und beabstandet voneinander verlaufende Kontaktfortsätze 34, welche an ihrem freien Ende zwei rechteckig ausgebildete Kontaktflächen 30 der Kontaktstelle 16f umfassen. Die Kontaktflächen 30 weisen durch eine Krümmung der Kontaktfortsätze 34 einen Höhenversatz im Vergleich zu den angrenzenden Bereichen des Hauptverbindungselements 12b auf.

Der Kontaktbereich 16j mit seinen Kontaktflächen 30 ist dazu eingerichtet, mittels Ultraschall-Schweißen mit einem Speicherzellen-Pol eines elektrochemischen Energiespeichers elektrisch leitfähig verschweißt zu werden. Dadurch, dass das Hauptverbindungselement 12b im Bereich der Kontaktstelle 16j die schlitzförmige Ausnehmung 24 aufweist, können Vibrationen beim Ultraschall-Schweißen vermindert werden, sodass Beschädigungen des Hauptverbindungselements 12b, des Zellverbinders 10, eines elektrochemischen Energiespeichers sowie bereits vorhandenen Schweißverbindungen verhindert werden.

Ferner umfasst das Hauptverbindungselement 12b einen Sicherungsbereich 20, welcher in Längsrichtung des Hauptverbindungselements 12b zwischen der Kontaktstelle 16e und der Kontaktstelle 16j angeordnet ist. In dem Sicherungsbereich 20 weist das Hauptverbindungselement 12b mehrere
5 Ausnehmungen 26a, 26b auf, wobei sich durch die Ausnehmungen 26a, 26b sich parallel zur Längsachse L erstreckende Stege 28 ergeben. Die Ausnehmung 26a ist ellipsenförmig ausgebildet und mittig im Sicherungsbereich 20 angeordnet. Die Ausnehmungen 26b sind als Einkerbungen im Randbereich des Sicherungsbereichs 20 ausgebildet. Alle Ausnehmungen 26a, 26b erstrecken
10 sich über die gesamte Materialstärke des Hauptverbindungselements 12b. Ein durch das Hauptverbindungselement 12b zwischen der Kontaktstelle 16e und der Kontaktstelle 16j fließender Strom fließt aufgrund der Ausnehmungen 26a, 26b im Sicherungsbereich 20 durch einen deutlich verringerten Querschnitt. Durch den verringerten stromdurchflossenen Querschnitt im Sicherungsbereich 20 ist
15 der elektrische Widerstand im Sicherungsbereich 20 im Vergleich zu an den Sicherungsbereich 20 angrenzenden Bereichen des Hauptverbindungselements 12b erhöht, sodass es im Sicherungsbereich eine erhöhte stromflussbedingte Wärmeentwicklung kommt. Übersteigt der fließende Strom einen Grenzwert, schmelzen die Stege 28 aufgrund der Wärmeentwicklung, sodass mittels des
20 Zellverbinder 10 verbundene Speicherzellen eines Energiespeichers vor Beschädigungen durch Überstrom geschützt werden.

Die Fig. 4 zeigt einen erfindungsgemäßen Zellverbinder 10 in einer Draufsicht, wobei schematische Strompfade P1-P3 unterschiedliche mögliche Stromflussszenarien darstellen. Es ist beabsichtigt, dass im Betrieb des
25 Zellverbinders 10, bei Kontakt der Kontaktstellen 16a-16j mit Speicherzellen-Polen, möglichst wenig Strom durch die Nebenverbindungselemente 14a fließt. Stattdessen ist es beabsichtigt, dass ausschließlich jeweils zwischen der Kontaktstelle 16a und 16f, zwischen der Kontaktstelle 16b und 16g, zwischen der Kontaktstelle 16c und 16h, zwischen der Kontaktstelle 16d und 16i sowie
30 zwischen der Kontaktstelle 16e und 16j Ströme fließen, welche eine möglichst geringe Abweichung voneinander aufweisen. In der Fig. 4 ist ein beabsichtigter Strompfad P1 dargestellt, welcher darstellt, dass ein Strom von der Kontaktstelle 16c durch das Hauptverbindungselement 12a in die Kontaktstelle 16h fließt. Es

ist hingegen nicht beabsichtigt, dass Ströme von der Kontaktstelle 16c benachbarten Strompfaden P2 und/oder P3 über Nebenverbindungselemente 14a in benachbarte Hauptverbindungselemente 12a, 12b zu den Kontaktstellen 16g und/oder 16i folgen. Dadurch, dass die Verbindungsstellen 18 jeweils das gleiche elektrische Potential aufweisen, herrscht zwischen den Verbindungsstellen 18 keine Potentialdifferenz, wobei somit keine elektrische Spannung zwischen den Verbindungsstellen 18 anliegt. Folglich fließt zwischen den Verbindungsstellen 18 durch die Nebenverbindungselemente 14a kein Strom oder zumindest ein deutlich kleinerer Strom als durch die Hauptverbindungselemente 12a, 12b.

Weiterhin wird ein Stromfluss durch die Nebenverbindungselemente 14a dadurch vermieden oder zumindest verringert, dass der elektrische Widerstand jeweils aller Hauptverbindungselemente 12a, 12b kleiner ist als der elektrische Widerstand jeweils aller Nebenverbindungselemente 14a, 14b. So ist beispielsweise der elektrische Widerstand zwischen der Kontaktstelle 16c und der Kontaktstelle 16h geringer als der elektrische Widerstand zwischen der Kontaktstelle 16c und der Kontaktstelle 16g, sodass der Strom bevorzugt über den Strompfad P1 und nicht über den Strompfad P2 fließt. Zudem ist der elektrische Widerstand aller Hauptverbindungselemente 12a, 12b und aller Nebenverbindungselemente 14a, 14b jeweils gleich groß oder weicht nur geringfügig voneinander ab. Beispielsweise ist der elektrische Widerstand zwischen den Kontaktstellen 16c und 16h und der elektrische Widerstand zwischen den Kontaktstellen 16e und 16j gleich groß. Weiterhin ist beispielsweise der elektrische Widerstand zwischen den Kontaktstellen 16c und 16g und zwischen den Kontaktstellen 16c und 16i jeweils gleich groß.

Dadurch, dass keine Querströme über die Nebenverbindungselemente 14a, 14b zwischen den Hauptverbindungselementen 12a, 12b fließen, ist der Strom in allen Hauptverbindungselementen 12a, 12b gleichmäßig groß, sodass alle mit dem Zellverbinder 10 verbundenen Speicherzellen eines elektrochemischen Energiespeichers gleichmäßig belastet werden. Durch eine gleichmäßige Belastung aller Speicherzellen wird die Lebensdauer der Speicherzellen und somit des gesamten Energiespeichers maximiert.

- Wichtig ist, dass die Verbindungsstellen (18) derart positioniert sind, dass die Nebenverbindungselemente (14a, 14b) zumindest zeitweise von einem geringeren Strom durchflossen werden als die Hauptverbindungselemente (12a, 12b). Das betrifft insbesondere zumindest Abschnitte bestimmter Zeiträume beim Laden des Energiespeichers, bei seinem Entladen oder allgemein während einer zweckgerichteten Veränderung der gespeicherten Energie-Menge im Energiespeicher. Vorzugsweise ist dabei auch der Strom pro Leiter-Querschnittsfläche geringer. Vorzugsweise weisen mindestens ein beteiligtes Hauptverbindungselement und mindestens ein beteiligtes Nebenverbindungselement die gleiche Materialzusammensetzung auf und/oder sind aus demselben Basis-Material einstückig hergestellt.
- Vorzugsweise ist der geringere Stromfluss nicht das Ergebnis eines höheren oder spezifisch höheren Widerstands.
- Der Grund ist vielmehr ein geringerer bis nicht vorhandener Unterschied im elektrischen Potential zwischen den beiden Verbindungsstellen (18) eines Nebenverbindungselements (14, 14a, 14b)

Bezugszeichen

	10	Zellverbinder
	12a, 12b	Hauptverbindungselement
5	14a, 14b	Nebenverbindungselement
	16a-16j	Kontaktstelle
	18	Verbindungsstelle
	20	Sicherungsbereich
	22	Ausnehmung
10	24	Ausnehmung
	26a, 26b	Ausnehmung
	28	Stege
	30	Kontaktflächen
	32	Ausnehmungserweiterung
15	34	Kontaktfortsätze
	B1, B2	Breite
	D1, D2	Durchmesser
	H	Hochachse
20	K	Krümmungsachse
	L	Längsachse
	P1-P3	Strompfad
	Q	Querachse

Ansprüche

1. Zellverbinder (10) für einen elektrochemischen Energiespeicher, mit
 - einer Vielzahl von Hauptverbindungselementen (12a, 12b), welche
5 jeweils zwei Kontaktstellen (16a-16j) umfassen und dazu eingerichtet sind, im Betrieb des Zellverbinders (10) über die Kontaktstellen (16a-16j) zwei Speicherzellen-Pole unterschiedlicher elektrischer Polarität elektrisch leitfähig miteinander zu verbinden; und
 - einer Vielzahl von Nebenverbindungselementen (14a, 14b), welche
10 jeweils zwei Hauptverbindungselemente (12a, 12b) über Verbindungsstellen (18) der Hauptverbindungselemente (12a, 12b) elektrisch leitfähig miteinander verbinden,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsstellen (18) derart
positioniert sind, dass die Nebenverbindungselemente (14a, 14b)
15 zumindest zeitweise von einem geringeren Strom durchflossen werden als die Hauptverbindungselemente (12a, 12b).
2. Zellverbinder (10) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsstellen (18) derart
20 positioniert sind, dass das elektrische Potential an den über die Nebenverbindungselemente (14a, 14b) elektrisch leitfähig miteinander verbundenen Verbindungsstellen (18) im Betrieb des Zellverbinders (10) weniger als 10%, vorzugsweise weniger als 5%, voneinander abweicht.
- 25 3. Zellverbinder (10) nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungsstellen (18) derart
positioniert sind, dass ein zwischen den elektrisch leitfähig miteinander
verbundenen Verbindungsstellen (18) durch die
Nebenverbindungselemente (14a, 14b) fließender Strom im Betrieb des
30 Zellverbinders (10) maximal 2%, vorzugsweise maximal 1%, besonders bevorzugt maximal 0,3%, eines jeweils durch die Hauptverbindungselemente (12a, 12b) fließender Strom ist.

4. Zellverbinder (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- zumindest ein Hauptverbindungselement (12b) als, vorzugsweise um eine Hochachse des Hauptverbindungselements (12b), gekrümmtes Flachleiterelement ausgebildet ist; und/oder
 - zumindest ein Hauptverbindungselement (12a) als gerades Flachleiterelement ausgebildet ist.
5. Zellverbinder (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
- zumindest ein Nebenverbindungselement (14b) als, vorzugsweise um eine Hochachse des Nebenverbindungselements (14b), gekrümmtes Flachleiterelement ausgebildet ist; und/oder
 - zumindest ein Nebenverbindungselement (14a) als gerades Flachleiterelement ausgebildet ist.
6. Zellverbinder (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Widerstände der Hauptverbindungselemente (12a, 12b) um weniger als 1 Ohm, vorzugsweise um weniger als 0,5 Ohm, voneinander abweichen.
7. Zellverbinder (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Widerstände der Nebenverbindungselemente (14a, 14b) um weniger als 1 Ohm, vorzugsweise um weniger als 0,5 Ohm, voneinander abweichen.
8. Zellverbinder (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Hauptverbindungselemente (12a, 12b) einen geringeren elektrischen Widerstand als die Nebenverbindungselemente (14a, 14b) aufweisen.
9. Zellverbinder (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Hauptverbindungselement (12a, 12b) zumindest einen elektrischen Sicherungsbereich (20) aufweist, wobei ein Querschnitt des Hauptverbindungselements (12a, 12b) in dem zumindest einen elektrischen Sicherungsbereich (20), vorzugsweise mittels
5 einer oder mehrerer Ausnehmungen (26a, 26b) des Hauptverbindungselements (12a, 12b) im Sicherungsbereich (20), reduziert ist.

10. Zellverbinder (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
10 dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Kontaktstellen (16f-16j) zumindest eines der Hauptverbindungselemente (12a, 12b) eine schlitzförmige Ausnehmung (24) umfasst, welche zwei Kontaktflächen (30) der jeweiligen Kontaktstelle (16f-16j) voneinander trennt.

15 11. Zellverbinder (10) nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die schlitzförmige Ausnehmung (24) mit einer, insbesondere kreisförmigen, Ausnehmungserweiterung (32) abschließt.

20 12. Zellverbinder (10) nach einem der Ansprüche 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass die schlitzförmige Ausnehmung (24) zwei Kontaktfortsätze (34) voneinander trennt, wobei die Kontaktfortsätze (34) jeweils, vorzugsweise um eine Querachse (Q) der Hauptverbindungselemente (12a, 12b), gekrümmt oder gerade ausgebildet
25 sind.

13. Zellverbinder (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Kontaktstellen (16a-16e) zumindest eines der Hauptverbindungselemente (12a, 12b) eine
30 kreisförmige Ausnehmung (22) umfasst.

14. Zellverbinder (10) nach Anspruch 13,

dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine der Kontaktstellen (16a-16e) zumindest eines der Hauptverbindungselemente (12a, 12b) im Bereich der kreisförmigen Ausnehmung (22) eine reduzierte Materialstärke aufweist.

5 15. Zellsystem, mit

- zumindest einem elektrochemischen Energiespeicher, welcher mehrere Speicherzellen umfasst, und
- zumindest einem Zellverbinder (10), welcher die mehreren Speicherzellen elektrisch leitfähig miteinander verbindet,

10 dadurch gekennzeichnet, dass der Zellverbinder (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche ausgebildet ist.

16. Verfahren zum Herstellen eines Zellsystems, insbesondere eines Zellsystems nach Anspruch 15, mit den Schritten:

- 15
- Bereitstellen eines mehrere Speicherzellen umfassenden elektrochemischen Energiespeichers,
 - Bereitstellen zumindest eines Zellverbinders (10),
 - Positionieren von Kontaktstellen (16a-16j) des Zellverbinders (10) und Speicherzellen-Polen des elektrochemischen Energiespeichers relativ zueinander, und
 - Verbinden der Kontaktstellen (16a-16j) des Zellverbinders (10) mit den Speicherzellen-Polen des elektrochemischen Energiespeichers,
- 20
- dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktstellen (16a-16j) des Zellverbinders (10) und die Speicherzellen-Pole des elektrochemischen
- 25
- Energiespeichers zum Verbinden mittels Laser-Schweißen und/oder mittels Ultraschall-Schweißen miteinander verschweißt werden.

17. Verfahren nach Anspruch 16,

dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktstellen (16a-16j) des

30

Zellverbinders (10) zum Positionieren mittels eines Zellverbinderpositionierelements mit den Speicherzellen-Polen des elektrochemischen Energiespeichers in Deckung gebracht werden.

18. Verfahren zum Betreiben eines Zellsystems, insbesondere eines Zellsystems nach Anspruch 15, mit einem elektrochemischen Energiespeicher und einem Zellverbinder (10), insbesondere mit einem Zellverbinder (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, wobei
- 5 - Hauptverbindungselemente (12a, 12b) des Zellverbinders (10) über Kontaktstellen (16a-16j) des Zellverbinders (10) zwei Speicherzellen-Pole des elektrochemischen Energiespeichers mit unterschiedlicher elektrischer Polarität elektrisch leitfähig miteinander verbinden,
 - 10 - durch das Verbinden der Speicherzellen-Pole mit unterschiedlicher elektrischer Polarität eine elektrische Spannung zwischen den Kontaktstellen (16a-16j) des Zellverbinders (10) anliegt, sodass ein Strom durch die Hauptverbindungselemente (12a, 12b) fließt, und
 - 15 - Nebenverbindungselemente (14a, 14b) des Zellverbinders (10) jeweils zwei Hauptverbindungselemente (12a, 12b) über Verbindungsstellen der Hauptverbindungselemente (12a, 12b) elektrisch leitfähig miteinander verbinden,
- dadurch gekennzeichnet, dass ein durch die Nebenverbindungselemente (14a, 14b) fließender Strom geringer als der durch die Hauptverbindungselemente (12a, 12b) fließender Strom ist.

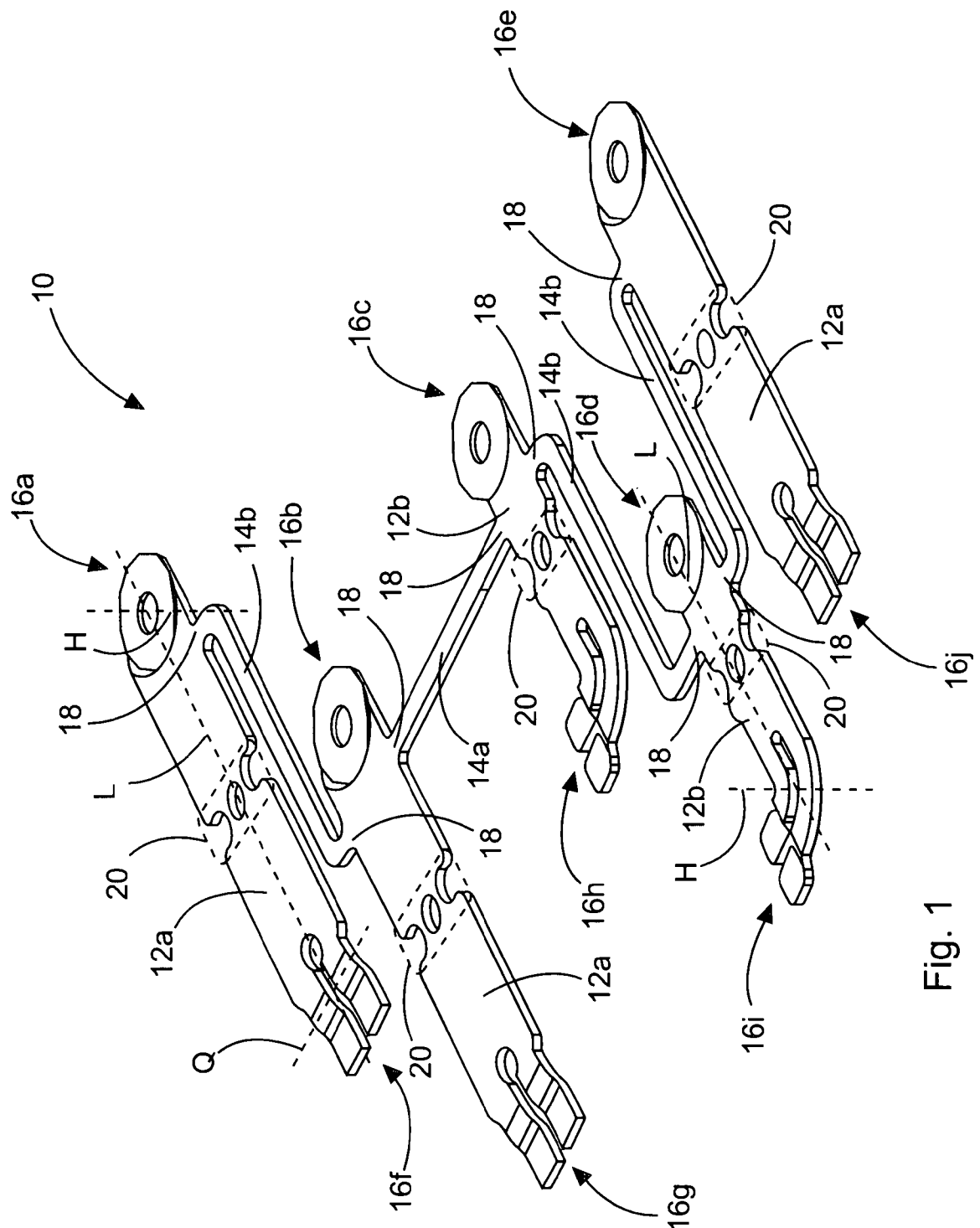


Fig. 1

2/3

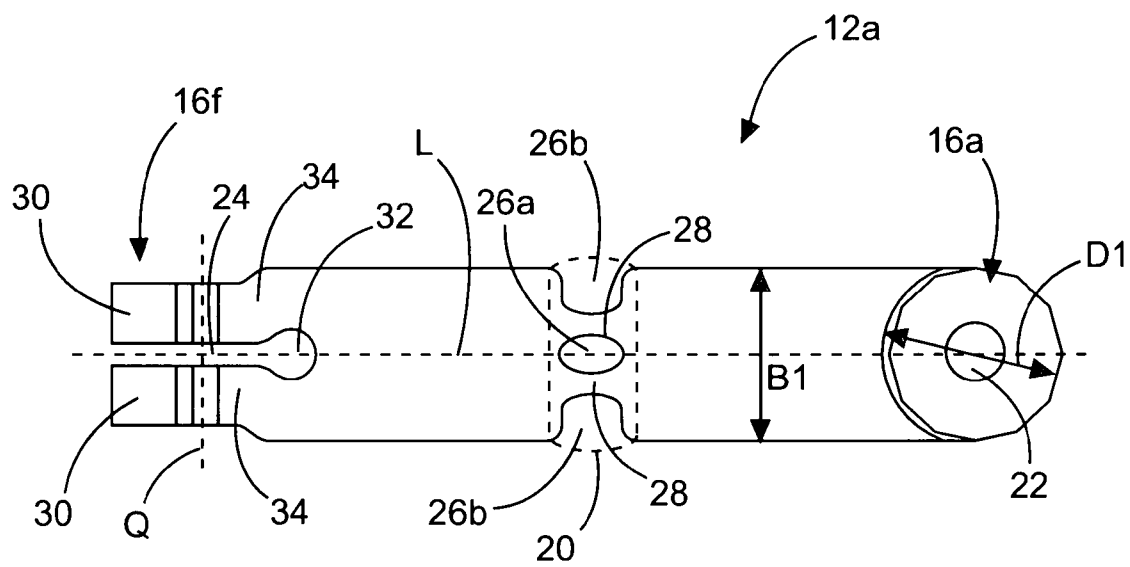


Fig. 2

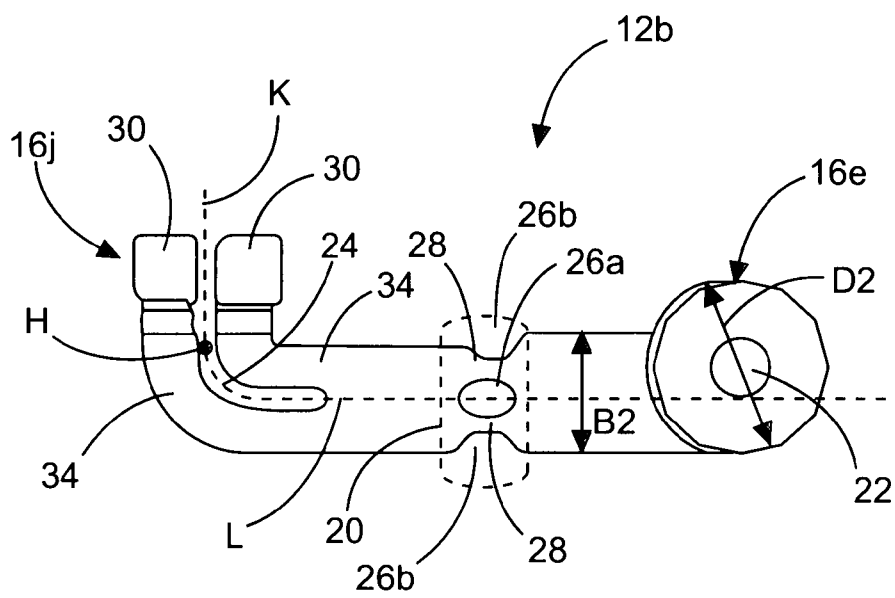


Fig. 3

3/3

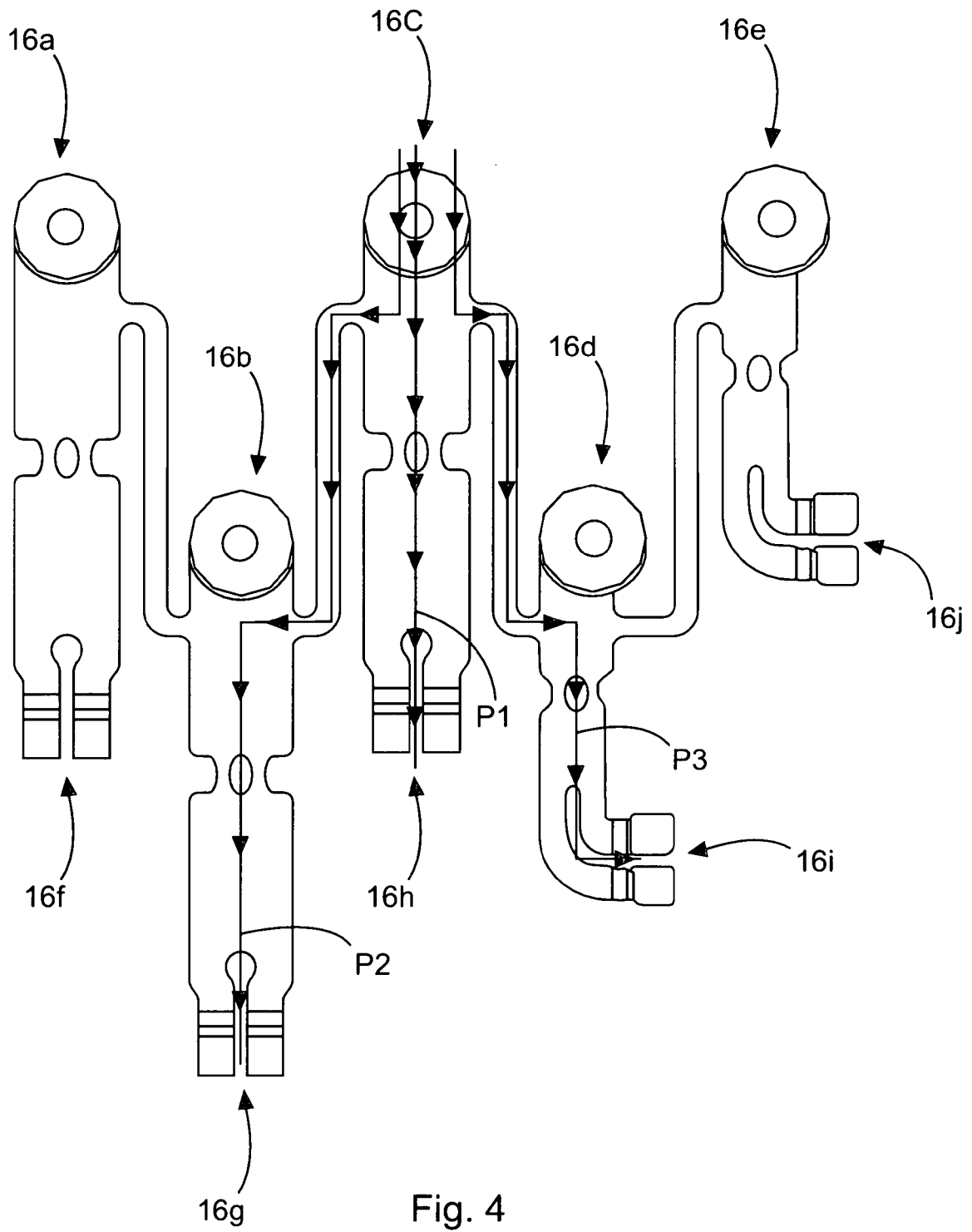


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2023/000085**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01M 50/503**(2021.01)i; **H01M 50/516**(2021.01)i; **H01M 50/522**(2021.01)i; **H01R 11/28**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M; H01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102020110012 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 14 October 2021 (2021-10-14)	1-15, 17, 18
Y	paragraph [0033] - paragraph [0039] paragraph [0056] paragraph [0064] paragraph [0073] paragraph [0076] - paragraph [0087] claims 1-3,6,7 figures 2.10, 11	4,5,9-14,16
Y	DE 102019212678 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25 February 2021 (2021-02-25) paragraph [0019] - paragraph [0024] figures 1, 2	4,5,9-14,16



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 December 2023

Date of mailing of the international search report

15 January 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Kuhn, Tanja

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/DE2023/000085

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102020110012	A1	14 October 2021	NONE	
DE	102019212678	A1	25 February 2021	NONE	

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H01M50/503 H01M50/516 H01M50/522 H01R11/28 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H01M H01R		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2020 110012 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 14. Oktober 2021 (2021-10-14)	1-15, 17, 18
Y	Absatz [0033] - Absatz [0039] Absatz [0056] Absatz [0064] Absatz [0073] Absatz [0076] - Absatz [0087] Ansprüche 1-3, 6, 7 Abbildungen 2, 10, 11 -----	4, 5, 9-14, 16
Y	DE 10 2019 212678 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 25. Februar 2021 (2021-02-25) Absatz [0019] - Absatz [0024] Abbildungen 1, 2 -----	4, 5, 9-14, 16
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung:: die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 14. Dezember 2023		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 15/01/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Kuhn, Tanja

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2023/000085

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102020110012 A1	14-10-2021	KEINE	
DE 102019212678 A1	25-02-2021	KEINE	