



(51) Internationale Patentklassifikation:

B60L 3/12 (2006.01) **H02J 7/00** (2006.01)
B60L 11/18 (2006.01) **H01M 10/42** (2006.01)
B60L 3/00 (2006.01) **G01R 31/36** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/066011

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juli 2015 (14.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 214 996.7 30. Juli 2014 (30.07.2014) DE

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE];
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder: **BROCHHAUS, Christoph**; Rathausstrasse 24a,
52072 Aachen (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: BATTERY SYSTEM, AND METHOD FOR OPERATING SAID BATTERY SYSTEM

(54) Bezeichnung : BATTERIESYSTEM UND VERFAHREN ZU DESSEN BETRIEB

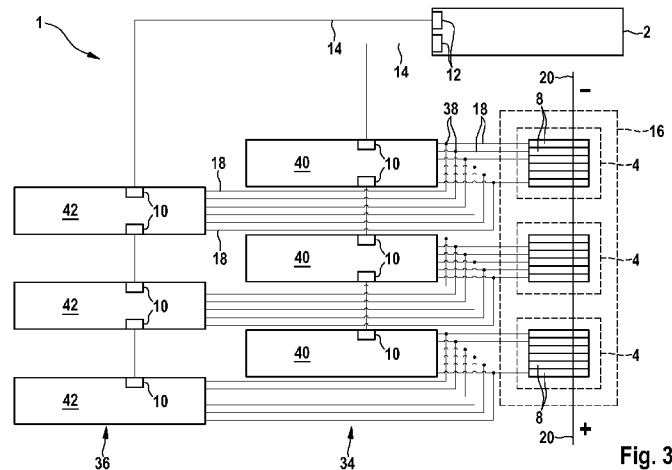


Fig. 3

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a battery system (1) comprising a plurality of battery cells (8) and a battery management system for monitoring and controlling the battery cells (8), wherein the battery management system has a main controller (2) and a first measurement chain (34) and a second measurement chain (36) with in each case a plurality of measurement chips (40, 42) which are designed to redundantly detect measurement data from the battery cells (8) and in each case to carry out diagnoses and state of charge compensation of the battery cells (8). In this case, it is provided that the battery system (1) has a control channel by means of which a hierarchy state of the two measurement chains (34, 36) is defined, wherein, in the event of the breakdown of one of the measurement chains (34, 36), the battery system (1) is changed over to a mode with reduced availability and the hierarchy state is adjusted to the effect that the other measurement chain carries out the detection of the measurement data, the diagnoses and the state of charge compensation. A computer program and a battery management system which are designed to carry out the method and also a battery system (1) and a motor vehicle, the drive system of which is connected to a battery (16), are also specified.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Batteriesystems (1) mit mehreren Batteriezellen (8) und einem Batteriemanagementsystem zur Überwachung und Steuerung der Batteriezellen (8), wobei das Batteriemanagementsystem ein Hauptsteuergerät (2) aufweist, sowie eine erste Messkette (34) und eine zweite Messkette (36) mit jeweils mehreren Messchips (40, 42), die zur redundanten Erfassung von Messdaten an den Batteriezellen (8) und jeweils zur Durchführung von Diagnosen und eines Ladungszustandsausgleichs der Batteriezellen (8) eingerichtet sind. Dabei ist vorgesehen, dass das Batteriesystem (1) einen Kontrollkanal aufweist, über den ein Hierarchiezustand der beiden Messketten (34, 36) festgelegt wird, wobei im Falle des Ausfalls einer der Messketten (34, 36) das Batteriesystem (1) in einen Modus reduzierter Verfügbarkeit überführt wird und der Hierarchiezustand eingestellt wird, dass die anderen Messkette die Erfassung der Messdaten, die Diagnosen und den Ladungszustandsausgleich durchführt. Es werden außerdem ein Computerprogramm und ein Batteriemanagementsystem angegeben, welche zur Durchführung des Verfahrens eingerichtet sind, sowie ein Batteriesystem (1) und ein Kraftfahrzeug, dessen Antriebssystem mit einer Batterie (16) verbunden ist.

5 Beschreibung

BATTERIESYSTEM UND VERFAHREN ZU DESSEN BETRIEB

Stand der Technik

10

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Batteriesystems mit mehreren Batteriezellen.

15

Weiterhin werden ein Computerprogramm und ein Batteriemanagementsystem angegeben, die zur Durchführung des Verfahrens eingerichtet sind. Weiterhin werden ein Batteriesystem und ein Kraftfahrzeug angegeben, wobei eine Batterie mit einem Antriebssystem des Kraftfahrzeugs verbunden ist.

20

Elektronische Steuergeräte werden im automobilen Umfeld heutzutage in zunehmender Zahl eingesetzt. Beispiele hierfür sind Motorsteuergeräte und Steuergeräte für das ABS oder den Airbag. Für elektrisch angetriebene Fahrzeuge ist ein heutiger Forschungsschwerpunkt die Entwicklung von leistungsfähigen Batteriepacks mit zugehörigen Batteriemanagementsystemen, d. h. Steuergeräten, welche mit einer Software zur Überwachung der Batterie funktionalität ausgestattet sind. Batteriemanagementsysteme gewährleisten unter anderem die sichere und zuverlässige Funktion der eingesetzten Batteriezellen und Batteriepacks. Sie überwachen und steuern Ströme, Spannungen, Temperaturen, Isolationswiderstände und weitere Größen für einzelne Zellen und/oder den ganzen Batteriepack. Mit Hilfe dieser Größen lassen sich Managementfunktionen realisieren, die die Lebensdauer, die Zuverlässigkeit und die Sicherheit des Batteriesystems steigern.

30

Es gibt verschiedene Architekturen, um die typischerweise zu Modulen gruppierten Batteriezellen messtechnisch zu erfassen.

35

- 2 -

Eine Möglichkeit besteht darin, jedes Batteriemodul mit einem Sensorsteuergerät zu versehen, welches mit einem Hauptsteuergerät beispielsweise über einen CAN-Bus (CAN, *controller area network*) oder SPI-Bus (SPI, *serial peripheral interface*) kommuniziert. Diese im Folgenden als Messchips bezeichneten Sensorsteuergeräte messen zyklisch Messwerte wie Spannungen der einzelnen Batteriezellen und Temperaturen. Die Messwerte werden zyklisch an das Hauptsteuergerät kommuniziert.

Aus Sicherheitsgründen ist es erforderlich, dass die Messdaten gegen Störungen und Ausfall abgesichert sind. Eine Möglichkeit besteht darin, die Daten redundant zu erfassen und gegeneinander zu plausibilisieren.

US 2011/0254502 zeigt ein fehlertolerantes Batteriemanagementsystem mit Anwendungen bei Elektrofahrzeugen. In dem beschriebenen System sind die Leiterbahnen in unterschiedlichen Fehlerdomänen angeordnet, so dass Schaltungen, die der Steuerung, Überwachung und dem Balancing zugeordnet sind, isoliert sind von Schaltungen, die Echtzeittests zugeordnet sind.

Aus der WO 2013/118738 ist ein elektronisches Speichermodul mit einer Vielzahl von Batterien bekannt, wobei ein primärer Überwachungsschaltkreis eingerichtet ist, den Betriebszustand der Vielzahl von Batterien zu erfassen. Eine Mikrokontrollereinheit ist über einen primären Kommunikationskanal mit dem primären Überwachungsschaltkreis verbunden und ein sekundärer Überwachungsschaltkreis ist über einen sekundären Kommunikationskanal mit der Mikrokontrollereinheit verbunden. Der sekundäre Überwachungsschaltkreis ist eingerichtet, den Betriebszustand der Vielzahl von Batterien zu erfassen, wenn eine Unregelmäßigkeit im primären Kommunikationskanal oder eine Unregelmäßigkeit im Betriebszustand des primären Überwachungsschaltkreises bestimmt wurde.

Offenbarung der Erfindung

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb eines Batteriesystems mit mehreren Batteriezellen und einem Batteriemanagementsystem zur Überwachung und Steuerung der Batteriezellen, wobei das

Batteriemanagementsystem ein Hauptsteuergerät, eine erste Messkette und eine zweite Messkette mit jeweils mehreren Messchips aufweist, welche zur redundanten Erfassung von Messdaten an den Batteriezellen und jeweils zur Durchführung von Diagnosen an den Batteriezellen und eines Ladungszustandsausgleichs der Batteriezellen eingerichtet sind, ist vorgesehen, dass das Batteriesystem einen Kontrollkanal aufweist, über den ein Hierarchiezustand der beiden Messketten festgelegt wird, wobei im Falle des Ausfalls einer der Messketten das Batteriesystem in einen Modus reduzierter Verfügbarkeit überführt wird und über den Kontrollkanal der Hierarchiezustand eingestellt wird, dass die andere Messkette die Erfassung der Messdaten, die Diagnosen und den Ladungszustandsausgleich durchführt.

Solange beide Messketten fehlerfrei und normal funktionieren, d. h. solange keine der Messketten ausfällt, sind die Sicherheitsziele des Batteriemagementsystems erfüllt. Das Batteriemagementsystem führt redundante Messungen über beide Messketten durch, wobei die Messdaten, beispielsweise Zellspannungen, Ströme und Temperaturen, miteinander plausibilisiert werden. Hierbei wird beispielsweise überprüft, ob die Messwerte beider Messketten im Rahmen üblicher Fehlertoleranzen gleich groß sind. Wird dagegen erkannt, dass eine Messkette teilweise oder komplett ausfällt, was beispielsweise bei einem Durchtrennen der Datenleitung an einem beliebigen Punkt der Kette der Fall ist, dann wird bevorzugt folgendermaßen vorgegangen:

Beim Ausfall der zweiten Messkette kann keine Plausibilisierung der Daten beider Messketten mehr durchgeführt werden. Es wird davon ausgegangen, dass die erste Messkette korrekte Daten liefert. Allerdings wird das Batteriemagementsystem in den Modus reduzierter Verfügbarkeit gebracht. Die Funktionen des Ladungszustandsausgleichs (*Cell Balancing*), Zelldiagnose usw. erfolgen weiterhin unverändert und werden über die erste Messkette koordiniert.

Im Falle des Ausfalls der ersten Messkette kann ebenfalls keine Plausibilisierung der Messdaten beider Messketten mehr durchgeführt werden. Wie beim Ausfall der zweiten Messkette wird das Batteriemagementsystem in den Modus

reduzierter Verfügbarkeit gebracht. Die zweite Messkette übernimmt die Aufgaben Ladungszustandsausgleich und Diagnose.

5 Der Modus reduzierter Verfügbarkeit kann ein sogenannter Limp-Home-Modus sein, in dem die Leistung des Batteriesystems eingeschränkt ist. Außerdem kann vorgesehen sein, dass im Modus reduzierter Verfügbarkeit dem Fahrer angezeigt oder anderweitig vermittelt wird, dass der Besuch einer Werkstatt notwendig ist.

10 Die Art der möglichen Dienste, insbesondere Diagnosedienste, wird durch die verwendeten Messchips vorgegeben. Bevorzugt sind die Messchips eingerichtet, eine Leitungsbruchdiagnose und/oder eine Leckstromdiagnose durchzuführen. Bei der Leitungsbruchdiagnose wird durch in den Messchips verbaute Schaltungen die Verbindung zwischen der Batteriezelle und dem Messchip auf einen Leitungsbruch getestet. Hierdurch sind Leitungsbrüche diagnostizierbar. 15 Bei der Leckstromerkennung wird durch die in den Messchips verbauten Schaltungen die Verbindung zwischen der Batteriezelle und den Messchips auf Leckströme untersucht. Derartige Schaltungen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Weitere Diagnosen sind denkbar, beispielsweise eine Messung von Referenzspannungen, mittels welcher die Genauigkeit der Messchips verifiziert 20 werden kann.

Die Messchips einer Messkette und das Hauptsteuergerät werden beispielsweise in einer Daisy-Chain in Serie zu einem Bus-System miteinander verbunden. Besonders bevorzugt werden beide Messketten über jeweils eine Daisy-Chain zu 25 einem Bus-System seriell verbunden. Die Messdaten werden vom Hauptsteuergerät über das Bus-System, beispielsweise als ein SPI-Kommunikationsbus ausgestaltet, erfasst und verarbeitet.

30 Bevorzugt erfolgt der Ladungszustandsausgleich durch Zuschaltung von Widerständen. Durch Zuschaltung von Widerständen werden definierte Batteriezellen gezielt entladen, um einen ausgeglichenen Ladungszustand aller Batteriezellen zu erreichen. Im Stand der Technik ist dieses Verfahren als resistiver Ladungszustandsausgleich bekannt.

Die Realisierung des Kontrollkanals ist mit beliebigen aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren implementierbar. Bevorzugt weist der der Kontrollkanal zwei Kontrollleitungen auf, welche mit einem Hauptsteuerausgang des Hauptsteuergeräts verknüpft sind.

5

Erfindungsgemäß wird weiterhin ein Computerprogramm vorgeschlagen, gemäß dem eines der hierin beschriebenen Verfahren durchgeführt wird, wenn das Computerprogramm auf einer programmierbaren Computereinrichtung ausgeführt wird. Bei dem Computerprogramm kann es sich beispielsweise um ein Modul zum Starten eines Batteriemanagementsystems handeln. Das Computerprogramm kann auf einem maschinenlesbaren Speichermedium gespeichert werden, etwa auf einem permanenten oder wiederbeschreibbaren Speichermedium oder in Zuordnung zu einer Computereinrichtung, beispielsweise auf einem tragbaren Speicher wie einer CD-ROM, Blu-ray-Disc, DVD, einem USB-Stick oder einer Speicherkarte. Zusätzlich oder alternativ dazu kann das Computerprogramm auf einer Computereinrichtung, wie etwa auf einem Server oder einem Cloud-Server, zum Herunterladen bereitgestellt werden, beispielweise über ein Datennetzwerk wie das Internet oder eine Kommunikationsverbindung wie etwa eine Telefonleitung oder eine drahtlose Verbindung.

10

15

20

25

30

Erfindungsgemäß wird außerdem ein Batteriemanagementsystem (BMS) zur Durchführung eines der oben beschriebenen Verfahren bereitgestellt, wobei das Batteriemanagementsystem bei einer Batterie mit mehreren Batteriezellen eingesetzt wird, wobei die Batteriezellen insbesondere zu Batteriemodulen verschaltet sein können. Das Batteriemanagementsystem weist ein Hauptsteuergerät und zwei Messketten mit jeweils mehreren Messchips auf, wobei die Messchips zur redundanten Erfassung von Messdaten an den Batteriezellen und jeweils zur Durchführung von Diagnosen und eines Ladungszustandsausgleichs der Batteriezellen ausgebildet und eingerichtet sind. Das Batteriemanagementsystem weist außerdem einen Kontrollkanal auf, über den ein Hierarchiezustand der beiden Messketten festlegbar ist, so dass im Fall des Ausfalls einer der Messketten das Batteriesystem in einen Modus reduzierter Verfügbarkeit überführbar ist und über die Kontrollleitung ein Hierarchiezustand

einstellbar ist, dass die andere Messkette die Erfassung der Messdaten die Diagnosen und den Ladungszustandsausgleich durchführt.

5 Bevorzugt ist das Batteriemanagementsystem zur Durchführung der hierin beschriebenen Verfahren ausgebildet und/oder eingerichtet. Dementsprechend gelten im Rahmen des Verfahrens beschriebene Merkmale entsprechend für das Batteriemanagementsystem und umgekehrt die im Rahmen des Batteriemanagementsystems beschriebenen Merkmale entsprechend für die Verfahren.

10 Die Einheiten des Batteriemanagementsystems sind als funktionale Einheiten zu verstehen, die nicht notwendigerweise physikalisch voneinander getrennt sind. So können mehrere Einheiten des Batteriemanagementsystems in einer einzigen physikalischen Einheit realisiert sein, etwa wenn mehrere Funktionen in Software auf einem Steuergerät implementiert sind. Die Einheiten des Batteriemanagementsystems können auch in Hardware-Bausteinen implementiert sein, beispielsweise durch Sensoreinheiten, Speichereinheiten, anwendungsspezifische integrierte Schaltkreise (*ASIC, Application Specific Circuit*) oder Microcontroller.

20 Erfindungsgemäß wird außerdem ein Batteriesystem mit einer Batterie, welche mehrere Batteriezellen umfasst, und einem derartigen Batteriemanagementsystem bereitgestellt. Die Batterie kann insbesondere eine Lithium-Ionen-Batterie oder eine Nickel-Metallhydrid-Batterie sein und mit einem Antriebssystem eines Kraftfahrzeugs verbindbar sein.

30 Die Begriffe "Batterie" und "Batterieeinheit" werden in der vorliegenden Beschreibung dem üblichen Sprachgebrauch angepasst für Akkumulator bzw. Akkumulatoreinheit verwendet. Die Batterie umfasst eine oder mehrere Batterieeinheiten, womit eine Batteriezelle, ein Batteriemodul, ein Modulstrang oder ein Batteriepack bezeichnet sein kann. In der Batterie sind die Batteriezellen vorzugsweise räumlich zusammengefasst und schaltungstechnisch miteinander verbunden, beispielsweise seriell oder parallel zu Modulen verschaltet. Mehrere Module können sogenannte Batteriedirektkonverter (*BDC, Battery Direct Converter*) bilden und mehrere Batteriedirektkonverter einen Batteriedirektinverter (*BDI, Battery Direct Inverter*).

Erfindungsgemäß wird außerdem ein Kraftfahrzeug mit einem derartigen Batteriesystem zur Verfügung gestellt, wobei die Batterie des Batteriesystems mit einem Antriebssystem des Kraftfahrzeugs verbunden ist. Das Kraftfahrzeug kann als reines Elektrofahrzeug ausgestaltet sein und ausschließlich ein elektrisches Antriebssystem umfassen. Alternativ kann das Kraftfahrzeug als Hybridfahrzeug ausgestaltet sein, das ein elektrisches Antriebssystem und einen Verbrennungsmotor umfasst. In einigen Varianten kann vorgesehen sein, dass die Batterie des Hybridfahrzeugs intern über einen Generator mit überschüssiger Energie des Verbrennungsmotors geladen werden kann. Extern aufladbare Hybridfahrzeuge (PHEV, *Plug-in Hybrid Electric Vehicle*) sehen zusätzlich die Möglichkeit vor, die Batterie über das externe Stromnetz aufzuladen. Bei derart ausgestalteten Kraftfahrzeugen umfasst der Fahrzyklus einen Fahrbetrieb und/oder einen Ladebetrieb als Betriebsphasen, in denen Betriebsparameter erfasst werden.

Vorteile der Erfindung

Das vorgestellte Verfahren beschreibt eine redundante Auslegung von Messketten zur Erhöhung der Sicherheit in einem Batteriesystem.

Vorteilhaft kann das Verfahren durch wenige komplexe und günstige Messchips, sogenannte Sensor-Front-Ends, realisiert werden, so dass nur geringe Mehrkosten entstehen.

Zusätzlich wird ein Verfahren vorgestellt, bei dem die Robustheit des Batteriemanagementsystems erhöht wird, da bei einem Ausfall einer der Messketten die übrig bleibende Messkette die Managementfunktionen zugewiesen bekommt. So kann beim Ausfall einer der Messketten ein eingeschränkter Betrieb der Batterie zugelassen werden, so dass eine ausgefallene Messkette nicht zu einem Ausfall von Messungen und zu einem Liegenbleiben des Fahrzeugs führt.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen

- 5
10
15
- Figur 1 eine schematische Darstellung eines Batteriesystems gemäß dem Stand der Technik,
- Figur 2 eine schematische Darstellung eines Ladungszustandsausgleichssystems gemäß dem Stand der Technik,
- Figur 3 eine schematische Darstellung eines Batteriesystems gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung und
- Figur 4 eine schematische Darstellung eines Ladungszustandsausgleichssystems gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

20

Das Batteriesystem 1' in Figur 1 umfasst ein Hauptsteuergerät 2', welches auch als BCU (*Battery Control Unit*) bezeichnet werden kann und eine Batterie 16' mit einer Anzahl von Batteriemodulen 4', welche jeweils eigene Messchips 6' aufweisen. Das Hauptsteuergerät 2' implementiert Funktionen zum Steuern und Überwachen der Batterie 16'.

25

Jedem Batteriemodul 4' sind hier beispielhaft sechs Batteriezellen 8' zugeordnet, wobei diese in Serie und teilweise zusätzlich parallel geschaltet sein können, um geforderte Leistungs- und Energiedaten mit der Batterie 16' zu erzielen. Die Batterie 16' stellt die elektrische Energie an Batterieterminalen 20' bereit, beispielsweise zum Antrieb eines Fahrzeugs.

30

Die Kommunikation zwischen dem Hauptsteuergerät 2' und den Messchips 6' erfolgt über einen Kommunikationskanal 14' und geeignete Schnittstellen 10', 12'.

35

Die Messchips 6' steuern typischerweise Zellüberwachungseinheiten oder Modulüberwachungseinheiten (beides nicht dargestellt), welche kontinuierlich, mit definierten Abstraten, Betriebsparameter wie Spannungen, Stromstärken oder Temperaturen einzelner Batteriezellen 8' oder einzelner Batteriemodule 4'

als Messwerte erfassen und die erfassten Messwerte den Messchips 6' bereitstellen. Die Messchips 6' sind über Messleitungen 18' mit den Batteriezellen 8' verbunden.

5 Figur 2 zeigt eine Detailansicht des Batteriesystems 1' gemäß dem Stand der Technik, wobei ein Batteriemodul 4' und ein zugehöriger Messchip 6' dargestellt sind. Das Batteriemodul 4' umfasst sechs Batteriezellen 8', deren Zellterminale 24' über Zellverbinder 22' miteinander in Reihe geschaltet sind. Die sechs Batteriezellen 8' sind durchnummeriert.

10

Der Messchip 6' greift über Messeingänge 26', welchen die Messleitungen 18' zugeführt sind, Messwerte ab, beispielsweise die Spannungen an den einzelnen Batteriezellen 8'. Der Messchip 6' weist weiterhin Steuerausgänge 28' auf, über welche Schaltelemente 30' gesteuert werden, die Widerstände 32', welche auch als Balancing-Widerstände bezeichnet werden, bezüglich einzelner Batteriezellen 8' schalten können, so dass ein Ladungszustandsausgleich erreicht werden kann.

15

In Figur 2 ist dies stark vereinfacht dargestellt, jedoch ist diese Technik dem Fachmann aus dem Stand der Technik bekannt. Andere Dienste wie Leitungsbrucherkennung werden ebenfalls über die Steuerausgänge 28' des Messchips 6' angesteuert, wobei dies ebenfalls bereits bekannt ist.

20

Ausführungsformen der Erfindung

25

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den folgenden Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

30

Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäßes Batteriesystem 1 mit einem Hauptsteuergerät 2 und mehreren Batteriezellen 8, welche zu drei Batteriemodulen 4 zusammengeschaltet sind, um an den Batteriterminalen 20 die benötigte Energie bereitzustellen. Die einzelnen Batteriezellen 8 sind beispielsweise Lithium-Ionenzellen mit einem Spannungsbereich von 2,8 bis 4,2 Volt. Das Batteriesystem 1 umfasst neben einer Batterie 16 mit den Batteriemodulen 4 und den Batteriezellen 8 ein Batteriemanagementsystem,

35

welches das Hauptsteuergerät 2, eine erste Messkette 34 mit Messchips 40 erster Art und eine zweite Messkette 36 mit Messchips 42 zweiter Art umfasst.

5 Die Messchips 40, 42 erster und zweiter Art, welche auch als CSC (*Cell supervision circuit*) bezeichnet werden können, sind beispielsweise gleich oder unterschiedlich aufgebaut. Die Messchips 40,42 erster und zweiter Art sind über Messleitungen 18 mit den einzelnen Batteriezellen 8 verbunden, wobei die Messleitungen 18 ausgehend von jeder Batteriezelle 8 an Verzweigungen 38 verzweigt werden, damit jedes Signal einerseits einem Messchip erster Art 40
10 und andererseits einem Messchip zweiter Art 42 zugeführt wird.

Die Messchips 40, 42 erster und zweiter Art sind über geeignete Schnittstellen 10, 12 und Kommunikationskanäle 14 untereinander und außerdem jeweils mittelbar oder unmittelbar mit dem Hauptsteuergerät 2 verbunden, wobei die
15 Kommunikationskanäle 14 beispielsweise als SPI-Bus oder als CAN-Bus ausgestaltet sein können. Die Kommunikationskanäle 14 können dabei gleichartig oder unterschiedlich sein.

Über die Messketten 34, 36 erfolgt eine redundante Erfassung von
20 Betriebsparametern, insbesondere von Spannungen, Strömen und Temperaturen, der Batteriezellen 8 bzw. Batteriemodule 4 und außerdem eine Diagnose und ein Ladungszustandsausgleich, wie im Folgenden mit Bezug zu Figur 4 näher beschrieben wird. Hierdurch sind die Systemaufgaben des Batteriemanagementsystems beim Ausfall einer Messkette 34, 36 unverändert
25 durchführbar, was das Batteriesystem 1 sicher und robust macht.

Figur 4 zeigt ein Detail des erfindungsgemäßen Batteriesystems 1 mit einer Batteriezelle 8 (mit einer beispielhaften Nummer 1 darauf), deren Zellspannung über die Zellterminale 24, Messleitungen 18, Verzweigungen 38 und
30 Messeingängen 26 einem Messchip 40 erster Art und einem Messchip 42 zweiter Art. zugeführt wird. Die Messchips 40, 42 erster und zweiter Art weisen Steuerausgänge 28 auf, über welche jeweils ein Schaltelement 30 angesteuert werden kann, um einen Widerstand 32 zu schalten, der die Batteriezelle 8 gezielt entlädt. Anstelle einer vollständig doppelten Beschaltung der ersten und zweiten
35 Messkette 34, 36 zur Ausführung der redundanten Messwertaufnahme, zur

Bereitstellung des Ladungszustandsausgleichs und der Zelldiagnose auch im Falle des Ausfalls einer der Messketten 34, 36 ist der Kontrollkanal 44 vorgesehen, welcher mittels einer ersten Kontrollleitung 46 und einer zweiten Kontrollleitung 48 ausgeführt ist und über den ein Hierarchiezustand der beiden Messketten 40, 42 festlegbar ist. Über den Kontrollkanal 44 ist einstellbar, das jeweils die andere Messkette 40, 42 die Erfassung der Messdaten, die Diagnosen und den Ladungszustandsausgleich durchführt, wenn eine der Messketten 40, 42 ausgefallen ist.

Zu diesem Zweck sind in den Kontrollleitungen 46, 48 Zustandsverknüpfen 50, 52 vorgesehen. Pro Messkette 40, 42 ist ein erster Zustandsverknüpfen 50 als eine Und-Verknüpfung vorgesehen. Die ersten Zustandsverknüpfen 50 verbinden die Steuerausgänge 28 der Messchips 40, 42 mit einem Hauptsteuerausgang 54 des Hauptsteuergeräts 2. Außerdem ist ein zweiter Zustandsverknüpfen 52 als eine Oder-Verknüpfung vorgesehen. Der zweite Zustandsverknüpfen 52 verbindet die Ausgänge der ersten Zustandsverknüpfen 50 mit dem Schaltelement 30.

Im Normalfall wird vom Hauptsteuergerät 2 das Signal "erste Messkette 34 aktiv" auf "1" und das Signal "zweite Messkette 36 aktiv" auf "0" gesetzt. Hierdurch werden die Signale der ersten Messkette 34 übernommen, da der erste Zustandsverknüpfen 50 die "1" des Hauptsteuergeräts 2 mit dem Signal des Steuerausgangs 28 des Messchips 40 erster Art kombiniert. Die Signale der zweiten Messkette 36 werden ignoriert, da der erste Zustandsverknüpfen 50 die "0" des Hauptsteuergeräts 2 mit dem Signal des Steuerausgangs 28 des Messchips 42 zweiter Art miteinander verknüpft.

Über den zweiten Zustandsverknüpfen 52, die Oder-Verbindung, wird erreicht, dass der Ladungszustandsausgleich von sowohl der ersten Messkette 34 als auch von der zweiten Messkette 36 durchgeführt werden kann.

Sollte die erste Messkette 34 ausfallen oder fehlerhaft arbeiten, werden die Signale "erste Messkette 34 aktiv" auf "0" und das Signal "zweite Messkette 36 aktiv" vom Hauptsteuergerät 2 auf "1" gesetzt. Alle Signale der ersten Messkette 34 werden entsprechend ignoriert, insbesondere auch fehlerhaft generierte Signale der defekten ersten Messkette 34.

Die Erfindung ist nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele und die darin hervorgehobenen Aspekte beschränkt. Vielmehr sind innerhalb des durch die Ansprüche angegebenen Bereichs eine Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachmännischen Handelns liegen.

Ansprüche

- 5 1. Verfahren zum Betrieb eines Batteriesystems (1) mit mehreren Batteriezellen (8) und einem Batteriemanagementsystem zur Überwachung und Steuerung der Batteriezellen (8), wobei das Batteriemanagementsystem ein Hauptsteuergerät (2) aufweist, sowie eine erste Messkette (34) und eine zweite Messkette (36) mit jeweils mehreren Messchips (40, 42), die zur redundanten Erfassung von
- 10 Messdaten an den Batteriezellen (8) und jeweils zur Durchführung von Diagnosen an den Batteriezellen (8) und eines Ladungszustandsausgleichs der Batteriezellen (8) eingerichtet sind, dadurch gekennzeichnet, dass
- 15 das Batteriesystem (1) einen Kontrollkanal (44) aufweist, über den ein Hierarchiezustand der beiden Messketten (34, 36) festgelegt wird, wobei im Falle des Ausfalls einer der Messketten (34, 36) das Batteriesystem (1) in einen Modus reduzierter Verfügbarkeit überführt wird und über den Kontrollkanal (44) der Hierarchiezustand eingestellt wird, dass die andere Messkette (34, 36) die Erfassung der Messdaten, die Diagnosen
- 20 und den Ladungszustandsausgleich durchführt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die erfassten Messdaten im Falle normaler Funktion der Messketten (34, 36) miteinander plausibilisiert werden.
- 25 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Diagnosen eine Leitungsbruchdiagnose und/oder eine Leckstromdiagnose umfassen.
- 30 4. Verfahren einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Messchips (40, 42) mit dem Hauptsteuergerät (2) in einer Daisy-Chain verbunden sind.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ladungszustandsausgleich durch eine Zuschaltung von Widerständen (32) erfolgt.
- 5 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kontrollkanal (44) zwei Kontrollleitungen (46, 48) aufweist, welche mit einem Hauptsteuerausgang (54) des Hauptsteuergeräts (2) verknüpft sind.
- 10 7. Computerprogramm zur Durchführung eines der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wenn das Computerprogramm auf einer programmierbaren Computereinrichtung ausgeführt wird.
- 15 8. Batteriemanagementsystem einer Batterie (16) mit mehreren Batteriezellen (8) zur Durchführung eines der Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei das Batteriemanagementsystem ein Hauptsteuergerät (2) und zwei Messketten (34, 36) aufweist, wobei die Messketten (34, 36) jeweils mehrere Messchips (40, 42) aufweisen, die zur redundanten Erfassung von Messdaten an den Batteriezellen (8) und jeweils zur Durchführung von Diagnosen und eines
20 Ladungszustandsausgleichs der Batteriezellen (8) ausgebildet und eingerichtet sind, und mit einem Kontrollkanal (44), über den ein Hierarchiezustand der beiden Messketten (34, 36) festlegbar ist.
- 25 9. Batteriesystem (1) mit einer Batterie (16) und einem Batteriemanagementsystem nach Anspruch 8, wobei die Batterie (16) mit einem Antriebssystem eines Kraftfahrzeugs verbindbar ist.
- 30 10. Kraftfahrzeug mit einem Batteriesystem (1) nach Anspruch 9, wobei die Batterie (16) mit dem Antriebssystem des Kraftfahrzeugs verbunden ist.

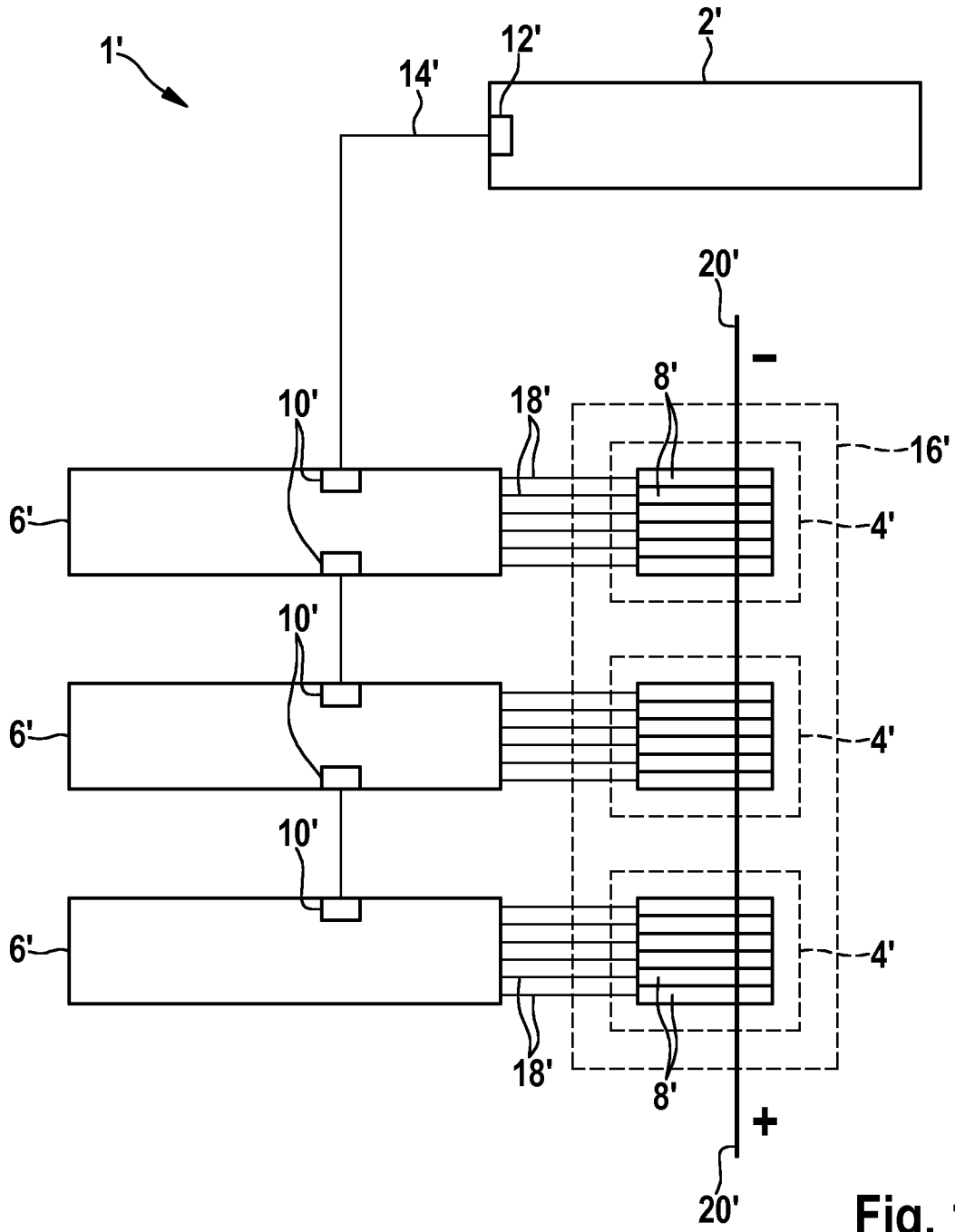


Fig. 1

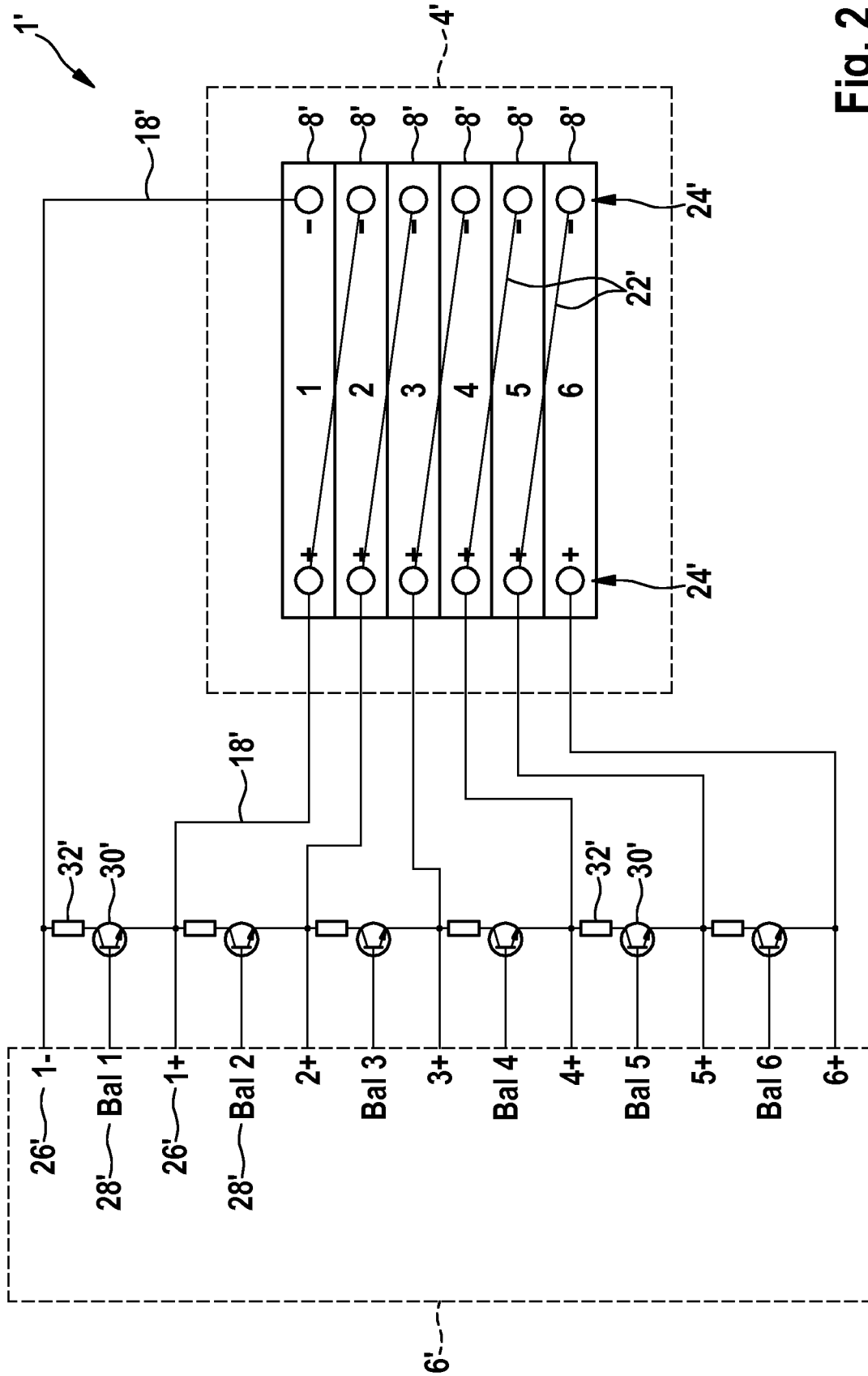


Fig. 2

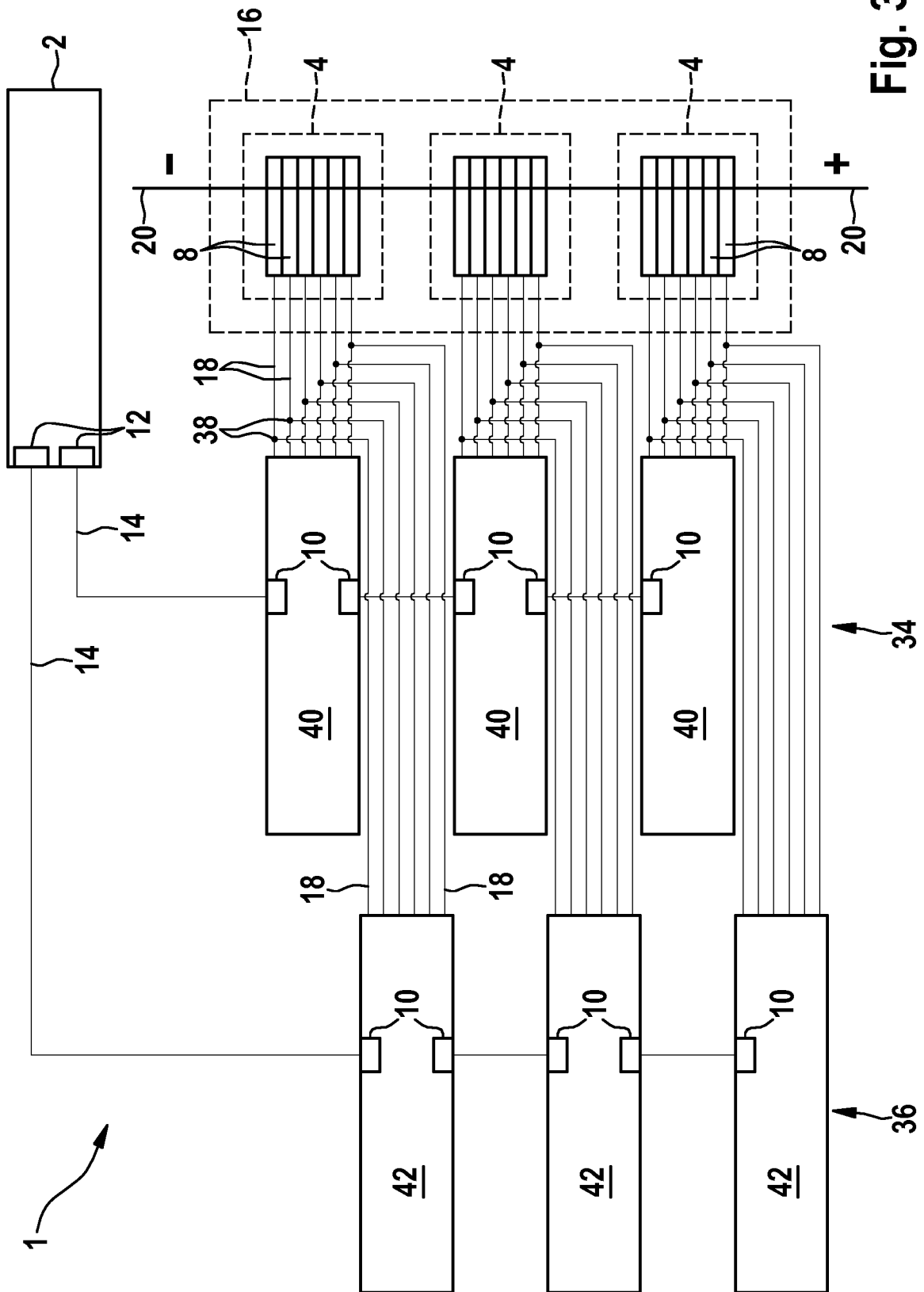


Fig. 3

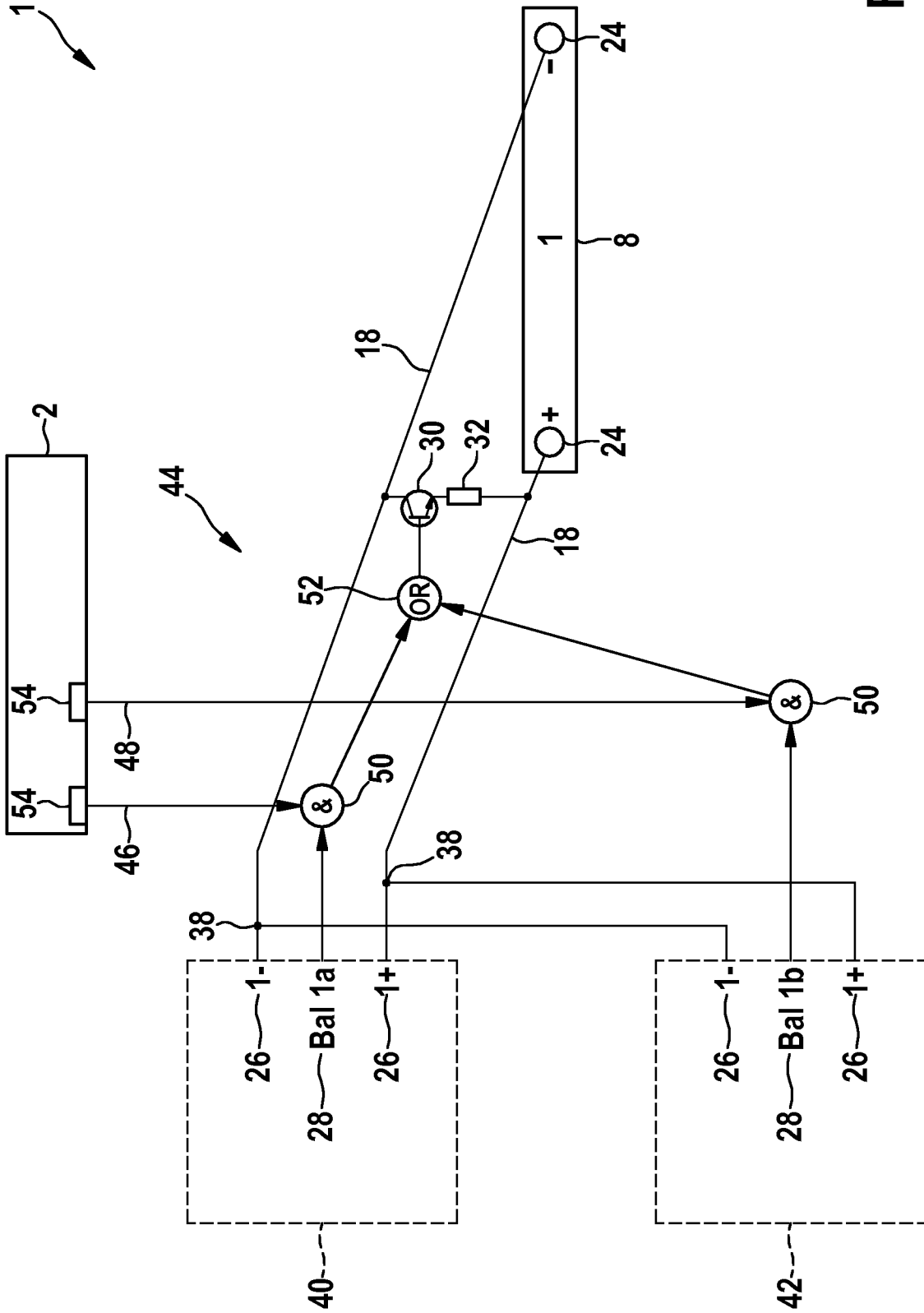


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066011

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B60L3/12 B60L11/18 B60L3/00 H02J7/00 H01M10/42
 G01R31/36
 ADD.
 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)
 B60L H02J H01M G01R

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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 10 2011 079126 A1 (SB LIMOTIVE CO LTD [KR]; SB LIMOTIVE GERMANY GMBH [DE]) 17 January 2013 (2013-01-17) claims 3, 5, 6, 8-11; figures 2, 3, 4 Absätze [0001], [0015]-[0017], [0020], [0026], [0033], [0034], [0040], [0041] -----	1-10
Y	Rolf Isermann: "Part IV: Fault-Tolerant Systems" In: "Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance", 15 September 2006 (2006-09-15), Springer, XP055213759, ISBN: 978-3-54-024112-6 pages 346-365, Abschnitte 18.1, 18.2, 19.1.1; figure 19.1 ----- -/--	1-10

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 17 September 2015	Date of mailing of the international search report 24/09/2015
--	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Utz, Tilman
--	---------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/066011

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/118738 A1 (SONY CORP [JP]) 15 August 2013 (2013-08-15) cited in the application figure 1 Seiten 5-7, 11 -----	1
A	EP 2 043 222 A2 (HITACHI LTD [JP]; HITACHI VEHICLE ENERGY LTD [JP]) 1 April 2009 (2009-04-01) claim 1; figures 1, 2, 6 Absätze [0011], [0057], [0088] -----	3,5
A	US 2010/295492 A1 (CHAKRABARTI SIBAPRASAD [IN] ET AL) 25 November 2010 (2010-11-25) figure 1 Absätze [0001], [0002], [0042], [0053] -----	1,8-10
A	ANONYMOUS: "ATMEL Li-Ion, NiMH Battery Measuring, Charge Balancing and Power-supply Circuit ATA6870 Preliminary", INTERNET CITATION, 30 October 2009 (2009-10-30), pages 1-56, XP002717253, Retrieved from the Internet: URL: http://www.datasheet.in/datasheet-html /A/T/A/ATA6870_ATMELCorporation.pdf.html [retrieved on 2013-12-02] Seite 1; figures 2-1, 4-1 -----	1,4,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2015/066011

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102011079126 A1	17-01-2013	CN 103781653 A	07-05-2014
		DE 102011079126 A1	17-01-2013
		US 2014212714 A1	31-07-2014
		WO 2013007617 A2	17-01-2013

WO 2013118738 A1	15-08-2013	CA 2860751 A1	15-08-2013
		CN 104081622 A	01-10-2014
		EP 2812975 A1	17-12-2014
		JP 2013162635 A	19-08-2013
		US 2015008931 A1	08-01-2015
		WO 2013118738 A1	15-08-2013

EP 2043222 A2	01-04-2009	CN 101420133 A	29-04-2009
		CN 102664441 A	12-09-2012
		EP 2043222 A2	01-04-2009
		JP 5250230 B2	31-07-2013
		JP 2009089487 A	23-04-2009
		US 2009087722 A1	02-04-2009

US 2010295492 A1	25-11-2010	CN 101895245 A	24-11-2010
		DE 102010028097 A1	05-01-2011
		US 2010295492 A1	25-11-2010

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2015/066011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60L3/12 B60L11/18 B60L3/00 H02J7/00 H01M10/42
 G01R31/36
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTER GEBIETE
 Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60L H02J H01M G01R

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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 10 2011 079126 A1 (SB LIMOTIVE CO LTD [KR]; SB LIMOTIVE GERMANY GMBH [DE]) 17. Januar 2013 (2013-01-17) Ansprüche 3, 5, 6, 8-11; Abbildungen 2, 3, 4 Absätze [0001], [0015]-[0017], [0020], [0026], [0033], [0034], [0040], [0041] ----- -/--	1-10

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	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. September 2015	24/09/2015

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 Utz, Tilman
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	Rolf Isermann: "Part IV: Fault-Tolerant Systems" In: "Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance", 15. September 2006 (2006-09-15), Springer, XP055213759, ISBN: 978-3-54-024112-6 Seiten 346-365, Abschnitte 18.1, 18.2, 19.1.1; Abbildung 19.1	1-10
A	----- WO 2013/118738 A1 (SONY CORP [JP]) 15. August 2013 (2013-08-15) in der Anmeldung erwähnt Abbildung 1 Seiten 5-7, 11	1
A	----- EP 2 043 222 A2 (HITACHI LTD [JP]; HITACHI VEHICLE ENERGY LTD [JP]) 1. April 2009 (2009-04-01) Anspruch 1; Abbildungen 1, 2, 6 Absätze [0011], [0057], [0088]	3,5
A	----- US 2010/295492 A1 (CHAKRABARTI SIBAPRASAD [IN] ET AL) 25. November 2010 (2010-11-25) Abbildung 1 Absätze [0001], [0002], [0042], [0053]	1,8-10
A	----- ANONYMOUS: "ATMEL Li-Ion, NiMH Battery Measuring, Charge Balancing and Power-supply Circuit ATA6870 Preliminary", INTERNET CITATION, 30. Oktober 2009 (2009-10-30), Seiten 1-56, XP002717253, Gefunden im Internet: URL: http://www.datasheet.in/datasheet.html/A/T/A/ATA6870_ATMELCorporation.pdf.html [gefunden am 2013-12-02] Seite 1; Abbildungen 2-1, 4-1	1,4,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/066011

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102011079126 A1	17-01-2013	CN 103781653 A	07-05-2014
		DE 102011079126 A1	17-01-2013
		US 2014212714 A1	31-07-2014
		WO 2013007617 A2	17-01-2013

WO 2013118738 A1	15-08-2013	CA 2860751 A1	15-08-2013
		CN 104081622 A	01-10-2014
		EP 2812975 A1	17-12-2014
		JP 2013162635 A	19-08-2013
		US 2015008931 A1	08-01-2015
		WO 2013118738 A1	15-08-2013

EP 2043222 A2	01-04-2009	CN 101420133 A	29-04-2009
		CN 102664441 A	12-09-2012
		EP 2043222 A2	01-04-2009
		JP 5250230 B2	31-07-2013
		JP 2009089487 A	23-04-2009
		US 2009087722 A1	02-04-2009

US 2010295492 A1	25-11-2010	CN 101895245 A	24-11-2010
		DE 102010028097 A1	05-01-2011
		US 2010295492 A1	25-11-2010
