



(10) **DE 10 2017 207 944 A1** 2018.11.15

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 207 944.4**

(22) Anmeldetag: **11.05.2017**

(43) Offenlegungstag: **15.11.2018**

(51) Int Cl.: **H02M 7/483 (2007.01)**  
**B60L 11/18 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**AUDI AG, 85057 Ingolstadt, DE**

(72) Erfinder:  
**Hinterberger, Michael, Dr., 85098 Großmehring,  
DE; Hellenthal, Berthold, 90596 Schwanstetten,  
DE; Blum, André, Dr., 85080 Gaimersheim, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

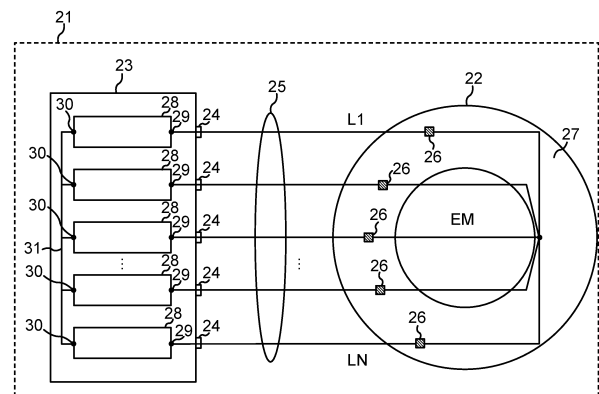
<b>DE</b>	<b>10 2010 027 864</b>	<b>A1</b>
<b>EP</b>	<b>2 905 889</b>	<b>B1</b>

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Batterievorrichtung mit zumindest einem Modulstrang, in welchem Moduleinheiten in einer Reihe hintereinander verschaltet sind, sowie Kraftfahrzeug und Betriebsverfahren für die Batterievorrichtung**

(57) Zusammenfassung: Elektrische Batterievorrichtung (23) mit zumindest einem Modulstrang (28), in welchem mehrere Moduleinheiten (38) in einer Reihe (37) hintereinander verschaltet sind, wobei ein Ende (29) der Reihe (37) mit einem jeweiligen Batterieanschluss (24) der Batterievorrichtung (23) verbunden ist. Die Erfindung sieht vor, dass in dem zumindest einen Modulstrang (28) jeweils für jedes seiner Moduleinheiten (38) eine jeweilige Überbrückungsschaltung (40) bereitgestellt ist, die dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von einem Schaltsignal (49) die jeweilige Moduleinheit (38) abwechselnd zu überbrücken und die Überbrückung (37) wieder zu unterbrechen, wobei eine Steuereinrichtung (48) dazu eingerichtet ist, mittels des Schaltsignals (49) in periodisch aufeinander folgenden Schaltfolgen jeweils zumindest einige der Moduleinheiten (38) zeitlich nacheinander zu überbrücken und danach zeitlich nacheinander die Überbrückungen (37) wieder zu unterbrechen, sodass an dem Batterieanschluss (24) des Modulstrangs (28) eine periodische Wechselspannung (L1, L2, L3, LN) mit mehrstufigem Abfall (34) und mehrstufigem Anstieg (35) entsteht.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine elektrische Batterie oder Batterievorrichtung mit zumindest einem Modulstrang. „Modulstrang“ bedeutet, dass mehrere Moduleinheiten elektrisch in einer Reihe hintereinander geschaltet sind, um hierdurch Teilspannungen, die von den Moduleinheiten erzeugt werden, zu einer Gesamtspannung oder Batteriespannung aufzuaddieren. Zu der Erfindung gehören auch ein Kraftfahrzeug sowie ein Verfahren zum Betreiben der Batterievorrichtung.

**[0002]** Im Zusammenhang mit der Erfindung ist eine Batterievorrichtung ein elektrischer Akkumulator, der also aufgeladen und entladen werden kann. In einer solchen Batterievorrichtung kann vorgesehen sein, mehrere Moduleinheiten elektrisch in einer Reihe hintereinander zu verschalten, um in der besagten Weise die von den Moduleinheiten erzeugten Teilspannungen zu einer Gesamtspannung aufzusummieren. Ein Ende einer solchen Reihe ist mit einem Batterieanschluss der Batterievorrichtung elektrisch verbunden. Ein Batterieanschluss ist hierbei ein von außen zugänglicher elektrischer Kontakt zum Abgreifen der Gesamtspannung des Modulstrangs. Jede der besagten, in Reihe geschalteten Moduleinheit kann ein Batteriemodul oder mehrere Batteriemodule aufweisen. Bei nur einem Batteriemodul kann die Moduleinheit mit der Batteriemodul identisch sein, falls alle Komponenten der Moduleinheit in das Batteriemodul integriert sind. Sind mehrere Batteriemodule in einer Moduleinheit vorgesehen, so können diese parallel geschaltet sein, um hierdurch den von einer Moduleinheit erzeugten elektrischen Strom zu vergrößern, oder in Reihe, um die Teilspannung der Moduleinheit einzustellen. Ein einzelnes Batteriemodul kann mehrere Batteriezellen und der galvanische Zellen umfassen, um in der bekannten Weise elektrochemisch eine Zellspannung zu erzeugen.

**[0003]** Eine Batterievorrichtung der beschriebenen Art kann in einem Kraftfahrzeug beispielsweise als Hochvoltbatterie oder Traktionsbatterie vorgesehen sein. Unter „Hochvolt“ ist im Zusammenhang mit der Erfindung eine elektrische Spannung größer als 60 V, insbesondere größer als 100 V, zu verstehen. Die bei bekannten Batterievorrichtungen an den Batterieanschlüssen erzeugte elektrische Spannung ist eine Gleichspannung. Um hiermit eine elektrische Maschine eines Fahrtriebs eines Kraftfahrzeugs zu betreiben, muss die elektrische Gleichspannung in einen Zwischenkreis eingespeist werden, in welchem ein Zwischenkreiskondensator elektrische Energie puffert und aus welchem ein elektrischer Stromrichter die Gleichspannung abgreift und mehrere Wechselspannungen als Drehphasenwechselspannung erzeugt, die in jeweils eine Statorwicklung eines Stators der elektrischen Maschine eingespeist werden. Eine andere Bezeichnung für Drehphasen-

wechselspannung ist Mehrphasenwechselspannung oder Polyphasen-Wechselspannung (englisch: Poly-phase System, Multi-Phase Electric Power).

**[0004]** Das Bereitstellen des Zwischenkreiskondensators und des Stromrichters in einem Kraftfahrzeug bedeutet einen Bauteilaufwand, der die Herstellungskosten des Kraftfahrzeugs vergrößert.

**[0005]** Im Zusammenhang mit der Energieumwandlung im Nieder- und Mittelspannungsbereich ist aus dem Stand der Technik die Modulare-Multilevel-Wandlung (MMC - Modular Multilevel Converter) bekannt, mittels welcher zum Beispiel für eine Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) Submodule in Reihe geschaltet sind, wobei jedes Submodul einen Zwischenkreiskondensator und eine IGBT-Halbbrücke (IGBT- Insulated Gate Bipolar Transistor) aufweist. In einem solchen modularen Multilevel-Umrichter sind somit Kondensatoren und Halbleiterschalter für die Umrichtung kombiniert. Dennoch muss auch ein solcher modularer Multilevel-Umrichter als Zusatzbauteil zwischen eine Hochvoltbatterie und eine elektrische Maschine geschaltet werden, was einen zusätzlichen Bauteilaufwand bedeutet.

**[0006]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Betrieb einer elektrischen Maschine mittels einer Batterievorrichtung zu ermöglichen.

**[0007]** Die Aufgabe wird durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind durch die abhängigen Patentansprüche, die folgende Beschreibung sowie die Figuren gegeben.

**[0008]** Die eingangs beschriebene elektrische Batterievorrichtung mit dem zumindest einen Modulstrang wird erfindungsgemäß dadurch weitergebildet, dass in dem zumindest einen Modulstrang jeweils für jedes seiner Moduleinheiten eine jeweilige Überbrückungsschaltung bereitgestellt ist, die dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von einem Schaltsignal die jeweilige Moduleinheit abwechselnd zu überbrücken und die Überbrückung wieder zu unterbrechen. Mit Überbrücken ist gemeint, dass zwei Anschlusskontakte der Moduleinheit, über welche die Moduleinheit in die Reihe geschaltet ist, elektrisch kurzgeschlossen oder verbunden werden. Ein elektrischer Strom kann dann direkt zwischen den Anschlusskontakten fließen, d.h. unter Umgehung des zumindest einen Batteriemoduls der Moduleinheit. Bei Unterbrechen der Überbrückung muss ein Strom dagegen von dem einen Anschlusskontakt durch das zumindest eine Batteriemodul der Moduleinheit zu dem anderen Anschlusskontakt fließen.

**[0009]** Bei der Batterievorrichtung ist des Weiteren eine Steuereinrichtung dazu eingerichtet, durch

Erzeugen oder Festlegen des Schaltsignals in periodisch aufeinanderfolgenden Schaltfolgen jeweils (also pro Schaltfolge) zumindest einige der Moduleinheiten zeitlich nacheinander zu überbrücken und danach zeitlich nacheinander deren jeweilige Überbrückung wieder zu unterbrechen. Durch die Steuereinrichtung wird also ein Schaltsignal erzeugt, durch welches in jeder Schaltfolge nacheinander Moduleinheiten überbrückt werden. Hierdurch sinkt die Gesamtspannung am Batterieanschluss stufenweise oder schrittweise mit jeder Überbrückung. Danach oder anschließend werden nacheinander die Überbrückungen wieder unterbrochen oder beendet. Hierdurch steigt stufenweise mit jeder unterbrochenen oder beendeten Überbrückung, d.h. mit jedem Zuschalten einer weiteren Moduleinheit, die Gesamtspannung am Batterieanschluss wieder an. Insgesamt entsteht somit an dem Batterieanschluss des Modulstrangs eine Wechselspannung mit mehrstufigem Abfall (nacheinander Überbrücken von Moduleinheiten) und mehrstufigem Anstieg (nacheinander Zuschalten von Moduleinheiten der Reihe). Indem die Schaltfolge periodisch ist, also aufeinanderfolgende, aneinander angrenzenden Schaltzyklen wiederholt durchgeführt werden, ergibt sich ein periodischer Verlauf der Wechselspannung. Diese Wechselspannung wird aus der jeweiligen Teilspannung jeder Moduleinheit erzeugt. Es wird also aus der Gleichspannung, die jede Moduleinheit erzeugt (Teilspannung), innerhalb der Batterievorrichtung direkt an dem jeweiligen Batterieanschluss des zumindest einen Modulstrangs eine Wechselspannung bereitgestellt oder erzeugt. Es handelt sich hierbei nicht also um das einfache Einschalten und Ausschalten der Gesamtspannung. Vielmehr sind mehrere Moduleinheiten, insbesondere mindestens 5 Moduleinheiten, pro Modulstrang vorgesehen. Somit ergeben sich also mindestens zwei Zwischenstufen, insbesondere mindestens 4 Zwischenstufen, in welchen der Abfall der Wechselspannung und der Anstieg der Wechselspannung erfolgt. Bevorzugt handelt es sich bei der maximal bereitgestellten Gesamtspannung (Amplitude der Wechselspannung) um eine Hochvoltspannung.

**[0010]** Durch die Erfindung ergibt sich der Vorteil, dass die Batterievorrichtung selbst mit ihrem zumindest einen Modulstrang an einem jeweiligen Batterieanschluss jeweils eine Wechselspannung bereitstellen kann. Es sind also kein zusätzlicher Zwischenkreis und kein zusätzlicher Stromrichter nötig, die zwischen die Batterievorrichtung und eine elektrische Maschine geschaltet werden müssten. Die Wechselspannung jedes Batterieanschlusses kann direkt in jeweils eine Statorwicklung eines Stators der elektrischen Maschine eingespeist werden.

**[0011]** Zu der Erfindung gehören auch Weiterbildungen, durch deren Merkmale sich zusätzliche Vorteile ergeben.

**[0012]** Die Wechselspannung entsteht bezüglich eines Bezugspotenzials. Dieses ergibt sich am jeweils anderen Ende jedes Modulstrangs. Eine Weiterbildung sieht vor, dass dieses Bezugspotenzial an einem weiteren Batterieanschluss bereitgestellt ist. Mit anderen Worten ist also ein weiterer Batterieanschluss mit dem anderen Ende eines Modulstrangs elektrisch verbunden.

**[0013]** Um mittels der Batterievorrichtung direkt eine elektrische Maschine betreiben zu können, ist eine Drehphasenwechselspannung nötig. Hierzu sieht eine Weiterbildung vor, dass die Batterievorrichtung mindestens 3 Modulstränge der genannten Art aufweist und die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, die periodischen Schaltfolgen der Modulstränge phasenversetzt zueinander einzustellen und hierdurch an den Batterieanschlüssen der Modulstränge die Drehphasenwechselspannung zu erzeugen.

**[0014]** So kann an den Batterieanschlüssen also direkt ein mehrphasiger Drehstrom von der Batterievorrichtung abgegeben werden. Es können 3 Modulstränge oder auch mehr als 3 Modulstränge insbesondere mehr als 5 Modulstränge, vorgesehen sein. Die besagte Steuereinrichtung zum Erzeugen des Schaltsignals steuert die Phasen der Schaltfolgen oder koordiniert die Schaltfolgen der unterschiedlichen Modulstränge. Bei einer Batterievorrichtung mit 3 Modulsträngen wäre der Phasenversatz  $120^\circ$ . Allgemein ist der Phasenversatz bei  $N$  Modulsträngen gegeben als  $360^\circ/N$ .

**[0015]** Als Bezugspotenzial kann vorgesehen sein, dass bei jedem Modulstrang jeweils ein anderes Ende der Reihe mit einem gemeinsamen Sternpunkt elektrisch verbunden ist. Die Drehphasenwechselspannung wird also bezüglich des Sternpunkts erzeugt. Hierdurch ist in vorteilhafter Weise keine elektrische Verbindung zwischen einer durch die Batterievorrichtung betriebene elektrischen Maschine und dem Bezugspotenzial nötig.

**[0016]** Das Steuern der einzelnen Überbrückungsschaltungen aller Moduleinheiten aller Modulstränge erfordert eine Vielzahl von Schaltbefehlen, so dass ein entsprechend breitbandiges Schaltsignal zum Schalten aller Überbrückungsschaltungen nötig ist. Um hier eine Übertragungsbandbreite zum Übermitteln von Schaltbefehlen zu reduzieren, kann die Steuereinrichtung mehrteilig oder verteilt ausgestaltet sein. Die Steuereinrichtung kann für jeden Modulstrang eine zumindest eine eigene Strangsteuerungseinheit aufweisen. Des Weiteren kann für alle Modulstränge zusammen eine Zentralsteuerungseinheit vorgesehen sein. Jede Strangsteuerungseinheit jedes Modulstrangs ist dabei dazu eingerichtet, selbstständig die jeweilige Schaltfolge des jeweiligen Modulstrangs durchzuführen, d.h. nacheinander die Moduleinheiten zu überbrücken und anschließend nacheinander

die Überbrückungen wieder zu unterbrechen. Hierbei wird eine Schaltrate oder der zeitliche Abstand zwischen den Schaltvorgängen der Überbrückungsschaltungen in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Frequenzwert eingestellt. Die Schaltrate ist also der zeitliche Abstand der Schaltvorgänge an den einzelnen Moduleinheiten. Wird also eine Strangsteuer-einheit ausgelöst oder aktiviert, so führt diese zumindest einmal die Schaltfolge selbstständig durch. Es müssen also nicht Schaltbefehle für jede Überbrückungseinheit einzeln an den Modulstrang übertragen werden. Die Zentralsteuereinheit ist dazu eingerichtet, den Frequenzwert in den Strang-einheiten einzustellen, also deren Schaltrate vorzugeben, und die Schaltfolgen der Modulstränge phasenversetzt auszulösen. Die Zentralsteuereinheit muss also lediglich einmal pro Schaltfolge oder sogar nur einmal pro mehreren Schaltfolgen einen Auslösebefehl aussenden. Somit muss ausgehend von der Zentralsteuereinheit nur mit einer geringeren Rate als die Schaltrate ein Auslösebefehl ausgesendet werden. Der Frequenzwert kann in Abhängigkeit zum Beispiel von einer Drehzahlvorgabe für die elektrische Maschine, also einer vorgegebenen Soll-drehzahl, eingestellt werden.

**[0017]** Ein Modulstrang muss nicht monolithisch aufgebaut sein. Jeder Modulstrang kann aus mindestens zwei in einer Reihenschaltung geschalteten Teilmodulsträngen gebildet sein. Jeder Teilmodulstrang weist dann einen Teil der besagten Reihe der Moduleinheiten des Modulstrangs auf. Somit kann also ein modularer Aufbau der Modulstränge vorgesehen sein. Somit lassen sich Teilmodulsträngen auswechseln, zum Beispiel bei einem Defekt einer Moduleinheit. Dies ist kostengünstiger als der Austausch eines vollständigen Modulstrangs. Des Weiteren können Teilmodulstränge untereinander über eine Schaltmatrix umgeschaltet werden, um Modulstränge mit unterschiedlicher Gesamtspannung oder Maximalspannung bereitstellen zu können.

**[0018]** Um das besagte elektrische Überbrücken einer Moduleinheit zu ermöglichen, ist für jede Moduleinheit die besagte Überbrückungsschaltung nötig. Diese kann wie folgt ausgestaltet sein. Jede Moduleinheit umfasst in der beschriebenen Weise zwei Anschlusskontakte, über welche die Moduleinheit in die Reihe des jeweiligen Modulstrangs geschaltet ist. Bei der jeweiligen Überbrückungsschaltung ist zumindest ein Halbleiterschalter dazu eingerichtet, im elektrisch leitenden Zustand die beiden Anschlusskontakte elektrisch kurzzuschließen oder zu verbinden. Dies erfolgt ausschließlich im elektrisch leitenden Zustand der Anschlusskontakte. Ist der zumindest eine Halbleiterschalter elektrisch sperrend geschaltet, sind die Anschlusskontakte nur über das zumindest eine Batteriemodul der Moduleinheit elektrisch verbunden. Damit liegt die Teilspannung der Moduleinheit zwischen den Anschlusskontakten an.

Um bei Überbrückung der Anschlusskontakte einen Kurzschlussstrom innerhalb der Moduleinheit zu verhindern, ist zumindest ein weiterer Halbleiterschalter dazu eingerichtet, eine elektrische Verbindung zwischen einem Zellenanschluss von Batteriezellen des zumindest einen Batteriemoduls der Moduleinheit einerseits und einem der Anschlusskontakte andererseits zu schalten, also die elektrische Verbindung abwechselnd herzustellen und zu unterbrechen. Diese elektrische Verbindung zu den Batteriezellen wird unterbrochen, falls die Anschlusskontakten kurzgeschlossen sind. Die Halbleiterschalter können über eine Verriegelungslogik derart gekoppelt sein, dass jeweils nur entweder die Überbrückung oder die Verbindung zu den Batterien besteht. Dies ist als Verriegelung bekannt.

**[0019]** Die besagten Halbleiterschalter können jeweils auf der Grundlage eines Transistors oder mehrerer Transistoren gebildet sein. Die Spannungsfestigkeit jedes Halbleiterschalters ist bevorzugt nur so groß, dass die elektrische Teilspannung der Moduleinheit gesperrt werden kann. Dies setzt voraus, dass die geschalteten elektrischen Ströme dies zulassen, also die beim Schalten induzierten Spannungen klein genug sind. Insbesondere ist dann also die Spannungsfestigkeit des zumindest einen Halbleiterschalters jeweils kleiner als die maximal mögliche Maximalspannung des Modulstrangs. Solche Halbleiterschalter sind kostengünstiger.

**[0020]** Für den Betrieb einer elektrischen Maschine ist besonders vorgesehen, dass die Wechselspannung einen gestuften, sinusförmigen zeitlichen Verlauf aufweist. Mit anderen Worten ist durch den stufenförmigen Verlauf als Grundschwingung ein Sinus nachgebildet. Dies kann durch Einstellen der zeitlichen Abstände der Schaltvorgänge der Schaltfolgen erreicht werden.

**[0021]** Die elektrische Batterievorrichtung eignet sich insbesondere für den Betrieb in einem Kraftfahrzeug. Entsprechend ist durch die Erfindung auch ein Kraftfahrzeug mit einem Fahrantrieb bereitgestellt, der eine elektrische Maschine aufweist, bei welcher in bekannter Weise ein Stator dazu eingerichtet ist, an Statorwicklungen eine Drehphasenwechselspannung zum Erzeugen eines magnetischen Drehfelds zu empfangen. Um die Drehphasenwechselspannung zu erzeugen, ist bei dem erfindungsgemäßen Kraftfahrzeug eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Batterievorrichtung bereitgestellt, wobei ein jeweiliger Batterieanschluss zumindest eines Modulstrangs, insbesondere mehrerer Modulstränge der Batterievorrichtung mit jeweils einer der Statorwicklungen des Stators elektrisch verbunden ist. Die elektrische Verbindung ist insbesondere eine direkte elektrische Verbindung. Mit anderen Worten ist kein Wechselrichter zwischen die Batterievorrichtung und die elektrische Maschine geschaltet.

**[0022]** Die Batterievorrichtung kann aber auch z.B. als Stationärspeicher vorgesehen sein, um z.B. in einem Gebäude Wechselspannung bereitzustellen.

**[0023]** Durch den Betrieb der erfindungsgemäßen Batterievorrichtung ergibt sich das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben der Batterievorrichtung. Durch die Steuereinrichtung wird also bei dem zumindest einen Modulstrang jeweils mittels eines Schaltsignals in periodisch aufeinanderfolgenden Schaltfolgen jeweils zumindest einige der Moduleinheiten nacheinander überbrückt und danach werden nacheinander die Überbrückungen wieder unterbrochen, sodass an dem Batterieanschluss des Modulstrangs eine periodische Wechselspannung mit einem mehrstufigen Abfall und anschließendem mehrstufigem Anstieg entsteht. Durch die periodische Wiederholung oder Fortsetzung dieser Schaltfolge ergibt sich dann eine Wechselspannung mit einer Grundfrequenz, die durch die Schaltrate der Überbrückungsschaltungen und damit die Dauer der Schaltfolge festgelegt werden kann.

**[0024]** Das erfindungsgemäße Verfahren weist auch Weiterbildungen auf, die Merkmale aufweisen, wie sie bereits im Zusammenhang mit den Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Batterievorrichtung beschrieben worden sind. Aus diesem Grund sind die entsprechenden Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens hier nicht noch einmal beschrieben.

**[0025]** Im Folgenden sind Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben. Hierzu zeigt:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung eines Kraftfahrzeugs mit elektrischem Fahrtrieb gemäß dem Stand der Technik;

**Fig. 2** eine schematische Darstellung einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs;

**Fig. 3** ein Diagramm mit einem schematisierten Verlauf einer Wechselspannung, wie sie an einem Batterieanschluss einer Batterievorrichtung des Kraftfahrzeugs von **Fig. 2** bereitgestellt werden kann;

**Fig. 4** eine schematische Darstellung eines Modulstrangs einer Batterievorrichtung des Kraftfahrzeugs von **Fig. 2**;

**Fig. 5** eine schematische Darstellung von Moduleinheiten des Modulstrangs von **Fig. 4**; und

**Fig. 6** eine schematische Darstellung einer alternativen Ausgestaltung der Batterievorrichtung des Kraftfahrzeugs von **Fig. 2** mit einer verteilten Steuereinrichtung.

**[0026]** Bei den im Folgenden erläuterten Ausführungsbeispielen handelt es sich um bevorzugte Aus-

führungsformen der Erfindung. Bei den Ausführungsbeispielen stellen die beschriebenen Komponenten der Ausführungsformen jeweils einzelne, unabhängig voneinander zu betrachtende Merkmale der Erfindung dar, welche die Erfindung jeweils auch unabhängig voneinander weiterbilden und damit auch einzeln oder in einer anderen als der gezeigten Kombination als Bestandteil der Erfindung anzusehen sind. Des Weiteren sind die beschriebenen Ausführungsformen auch durch weitere der bereits beschriebenen Merkmale der Erfindung ergänzbar.

**[0027]** In den Figuren sind funktionsgleiche Elemente jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

**[0028]** **Fig. 1** zeigt einen Fahrtrieb **10**, der für ein Kraftfahrzeug bereitgestellt sein kann. Der Fahrtrieb **10** kann eine elektrische Maschine **11** und eine aus dem Stand der Technik bekannte Traktionsbatterie oder Hochvoltbatterie **12** aufweisen. Die Hochvoltbatterie **12** kann eine Gleichspannung **13** bereitstellen, die für den Betrieb der elektrischen Maschine **11** in Wechselspannungen **L1**, **L2**, **L3** umgewandelt werden muss, wobei die Wechselspannungen **L1**, **L2**, **L3** zusammen eine Drehphasenwechselspannung **14** darstellen müssen.

**[0029]** Hierzu sind ein Zwischenkreis **15** mit einem Zwischenkreiskondensator **16** sowie ein Stromrichter **17** nötig, die beide als ein Zusatzmodul **18** zwischen die Hochvoltbatterie **12** und die elektrische Maschine **11** geschaltet werden müssen. Um den Zwischenkreis **15** spannungsfrei schalten zu können, sind des Weiteren einzelne Schalter **19** nötig. Diese Schalter **19** können Schütze und/oder Halbleiterschalter aufweisen. Um beim Einschalten des Fahrtriebs **10** einen Aufladestrom des Zwischenkreiskondensators **16** begrenzen zu können, ist des Weiteren eine Vorladeschaltung **20** nötig.

**[0030]** Das Bereitstellen des Zwischenkreiskondensators **16**, des Stromrichters **17**, der Schalter **19** und der Vorladeschaltung **20** macht den Fahrtrieb **10** in der Herstellung teuer und anfällig für Bauteilausfälle.

**[0031]** **Fig. 2** zeigt ein Kraftfahrzeug **21**, bei welchem eine elektrische Maschine **22 (EM)** direkt an eine Batterievorrichtung **23** angeschlossen sein kann. Hierzu wird an insgesamt **N** Batterieanschlüssen **24** der Batterievorrichtung **23** jeweils eine Wechselspannung **L1**,..., **LN** bereitgestellt, wobei die Wechselspannungen **L1**,..., **LN** insgesamt eine Drehphasenwechselspannung **25** oder ein Wechselspannungssystem darstellen, also phasenversetzt zueinander sind.

**[0032]** Mittels der Wechselspannungen **L1**,..., **LN** können Statorwicklungen **26** der elektrischen Maschine mit einem Wechselstrom versorgt oder beaufschlagt werden, um hierdurch in an sich bekannter

Weise in einem Stator **27** ein magnetisches Drehfeld für einen (nicht dargestellten) Rotor der elektrischen Maschine **22** zu erzeugen.

**[0033]** Um die Wechselspannungen **L1**,..., **LN** an den Batterieanschlüssen **24** zu erzeugen oder bereitzustellen, kann Batterievorrichtung **23** Modulstränge **28** aufweisen, bei denen ein Ende **29** mit jeweils einem Batterieanschluss **24** elektrisch verbunden ist. Das jeweils andere Ende **30** jedes Modulstrangs kann elektrisch mit einem gemeinsamen Sternpunkt **31** verbunden oder verschaltet sein. Die jeweilige Wechselspannung **L1**,..., **LN** wird jeweils bezüglich des Sternpunkts **31** durch jeweils einen der Modulstränge **28** erzeugt.

**[0034]** Fig. 3 veranschaulicht beispielhaft für die Wechselspannung **L1** über der Zeit  $t$  deren zeitlichen Verlauf. Die übrigen Wechselspannungen **L2**,..., **LN** sind bezüglich der Wechselspannung **L1** in an sich bekannter Weise phasenversetzt. Deren zeitlicher Verlauf entspricht aber von der Form her demjenigen der dargestellten Wechselspannung **L1**. Die Wechselspannung **L1** weist mehrere Stufen **32** auf, in welchen die Wechselspannung innerhalb einer Schaltperiode **33** einen Abfall **34** und einen Anstieg **35** durchführt. Der Anstieg **35** ist in Fig. 3 zweiteilig dargestellt, um zu veranschaulichen, dass es am Ende der Schaltperiode **33** wieder am Anfang (der nächsten Schaltperiode) weitergeht. Die Wechselspannung **L1** weist insgesamt einen Verlauf eines Sinus **SIN** auf. Insgesamt ergibt sich ein Spannungshub oder eine Gesamtspannung **36**, die durch den Modulstrang **28** erzeugt oder bereitgestellt wird.

**[0035]** Fig. 4 veranschaulicht einen Modulstrang **28**, dessen Ende **29** mit einem Batterieanschluss **24** und dessen anderes Ende **30** mit dem Sternpunkt **31** verschaltet sein kann. Der Modulstrang **28** kann eine Reihe **37** von Moduleinheiten **38** aufweisen, die in der Reihe **37** hintereinander geschaltet sind. Hierzu weist jede Moduleinheit **38** zwei Anschlusskontakte **39** auf, wobei jeder Anschlusskontakt **39** mit einem Anschlusskontakt des in der Reihe **37** in der nächsten Moduleinheit **38** elektrisch verbunden ist. Die in der Reihe **37** letzten Moduleinheiten **38** weisen natürlich jeweils einen Anschlusskontakt **39** auf, der mit einem der Enden **29**, **30** elektrisch verbunden ist. Der Modulstrang **28** erzeugt zwischen den Enden **29**, **30** eine Gesamtspannung **U**.

**[0036]** Fig. 5 veranschaulicht am Beispiel einer einzelnen der Moduleinheiten **38**, wie mittels einer jeweiligen Überbrückungsschaltung **40** jeder Moduleinheit **38** eine Teilspannung **41** der Moduleinheit in der Reihe **17** zugeschalte und abgeschaltet werden kann. Die zwischen den Enden **29**, **30** erzeugte Gesamtspannung **U** kann hierdurch stufenweise (d.h. gemäß den in Fig. 3 gezeigten Stufen **32**) jeweils den Teilspannungen **41** der Moduleinheiten **38** erzeugt wer-

den. Jede Stufe kann also einer Teilspannung **41** oder einem ganzzahligen Vielfachen davon entsprechen.

**[0037]** Die gezeigte Moduleinheit **38** kann zumindest ein Batteriemodul **42** aufweisen zwischen dessen Zellanschlüssen **43** in an sich bekannter Weise die Teilspannung **41** als eine Gleichspannung elektrochemischer Zellen erzeugt werden kann. Zumindest ein Zellenanschluss **43** kann über einen Halbleiterschalter **44** der Überbrückungsschaltung **40** mit einem Anschlusskontakt **39** der Moduleinheit **38** verschaltet sein. Ein weiterer Halbleiterschalter **45** kann zwischen die Anschlusskontakte **39** geschaltet sein. Im geschlossenen oder elektrisch leitenden Zustand sind durch den Halbleiterschalter **45** die Anschlusskontakte **39** kurzgeschlossen oder elektrisch verbunden, sodass eine Überbrückung **47** vorhängen ist. Im geöffneten oder nicht-leitenden Zustand des Halbleiterschalters **45** ist diese Überbrückung **47** unterbrochen. Symbolisch ist in Fig. 5 durch eine Invertierung **46** veranschaulicht, dass entweder die Überbrückung **47** eingestellt ist oder der Zellenanschluss **43** über den Halbleiterschalter **44** mit dem Anschlusskontakt **39** elektrisch verbunden ist. Die Invertierung **46** ist ein Beispiel für die beschriebene Verriegelung. Allgemein kann aber auch eine andere Verriegelungslogik aus dem Stand der Technik vorgesehen sein.

**[0038]** Jeder Halbleiterschalter **44**, **45** kann einen oder mehrere Transistoren umfassen. Jeder Halbleiterschalter **44**, **45** ist zum Beispiel eine Parallelschaltung aus mehreren Transistoren.

**[0039]** Eine Steuereinrichtung **48** kann durch ein Schaltsignal **49** die Schaltzustände der Schalter **44**, **45** der Überbrückungsschaltung **40** einstellen. Jede Moduleinheit **48** kann eine Überbrückungsschaltung **40** aufweisen. Der Begriff „Schaltsignal“ meint hier die Summe aller Schaltbefehle für alle Überbrückungsschaltungen **40**. Die Steuereinrichtung **48** kann zum Erzeugen der Schaltsignale **49** für die Überbrückungsschaltungen **40** zum Beispiel einen Mikrocontroller aufweisen.

**[0040]** Durch Erzeugen des Schaltsignals **49** kann durch die Steuereinrichtung **48** festgelegt werden, wie viele der Moduleinheiten **38** überbrückt sind und wie viele in Reihe geschaltet sind. Die in Reihe geschalteten Moduleinheiten **38** ergeben insgesamt eine Summe ihrer Teilspannungen **41**, die sich zu der aktuellen Gesamtspannung **U** aufaddieren. So kann durch die Steuereinrichtung **48** durch Einstellen der Anzahl der überbrückten Moduleinheiten **38** und durch nacheinander überbrücken und durch anschließendes Unterbrechen der Überbrückungen **47** der gestufte Verlauf der Wechselspannungen **L1**, **L2**,..., **LN** an den Batterieanschlüssen **24** eingestellt werden, wie er in Fig. 3 gezeigt ist.

**[0041]** Die Moduleinheiten **38** müssen hierzu nicht der Reihe nach mittels der jeweiligen Überbrückung **47** überbrückt werden, um die Wechselfrequenz mit dem gestuften Verlauf gemäß **Fig. 3** zu erzeugen. Um die Moduleinheiten **38** gleichmäßig abzunutzen, kann eine entsprechende Schaltreihenfolge eingestellt werden, durch welche sich eine gleichmäßige Abnutzung der Moduleinheiten **38** eines Modulstrangs **28** ergibt. D.h. ein Unterschied zwischen der von jeder Moduleinheit **38** erzeugten Energiemenge und/oder Leistung ist kleiner als ein vorbestimmter Höchstwert.

**[0042]** **Fig. 6** veranschaulicht eine alternative Ausgestaltung der Batterievorrichtung **23**. Hierbei kann vorgesehen sein, dass jeder Modulstrang **28** aus einer Reihenschaltung mehrerer Teil-Modulsträngen **28'** gebildet ist. Zusätzlich oder alternativ dazu kann die Steuereinrichtung **28** als verteilte Einrichtung mit einer Zentralsteuereinheit **49** und mehreren Strangsteuereinheiten **50** ausgestaltet sein.

**[0043]** Die Zentralsteuereinheit **49** kann beispielsweise den besagten Mikrocontroller  $\mu C$  aufweisen. Jede Strangsteuereinheit **50** kann dazu ausgestaltet sein, selbstständig in dem Modulstrang **28** oder in einem Teilmodulstrang **28'** eine Schaltfolge **51** für die Überbrückungsschaltungen **40** einzustellen, um in dem jeweiligen Modulstrang **28** eine Schaltperiode **33** oder eine Folge von Schaltperioden **33** ohne ein Zutun der Zentralsteuereinheit **49** zu schalten. Die Zentralsteuereinheit **49** kann die einzelnen Modulstränge **28** zum Erzeugen der Drehphasenwechselspannung **25** in Bezug auf deren Phasenversatz oder Zeitversatz koordinieren. Um eine Drehgeschwindigkeit der elektrischen Maschine **22** einzustellen, kann ein Frequenzwert **52** durch die Zentralsteuereinheit **49** an die Strangsteuereinheiten **50** vorgegeben werden. Die Frequenz  $f$ , die durch den Frequenzwert **52** beschrieben ist, kann der Periodendauer  $T$  der Schaltperiode **33** entsprechen, wobei gilt:  $T = 1/f$ .

**[0044]** Das elektrische Aufladen der Moduleinheiten **38** ist bei der Batterievorrichtung **21** problemlos möglich. In einer Ausführungsform können die Enden **29** der Stränge **28** mit einem gemeinsamen Ladeanschluss (nicht dargestellt) verbunden sein. Zu Aufladen kann eine Ladespannung zwischen dem Sternpunkt **31** und dem Ladeanschluss durch z.B. ein Ladegerät erzeugt werden. Die Enden **29** können jeweils über eine Diode mit dem Ladeanschluss verschaltet sein, um einen Ausgleichsstrom zwischen den Strängen **28** untereinander beim Aufladen zu vermeiden. In einer Ausführungsform können die Stränge **28** in einem Zeitmultiplexing abwechselnd mit einem Ladeanschluss verbunden werden. In einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, über zusätzliche Schaltelemente mehrere Stränge **28** in Reihe zu schalten, um eine Ladespannung verwenden zu kön-

nen, die größer ist als die für das Aufladen maximal von einem Strang **28** aufnehmbare Spannung ist.

**[0045]** Im Betrieb der elektrischen Maschine **22** kann mittels der Batterievorrichtung **21** auch eine Rekupe-ration (Generatorbetrieb der elektrischen Maschine) durchgeführt werden. Um die von der elektrischen Maschine **22** an den Batterieanschlüssen **24** erzeugte Generatorspannung zum Aufladen der Moduleinheiten **38** zu nutzen, werden angepasst an den zeitlichen Verlauf der Generatorspannung in den Strängen **28** stets so viele Moduleinheiten **38** in Reihe geschaltet, dass mittels des momentan verfügbaren Spannungswerts der Generatorspannung ein Ladestrom für die Moduleinheiten **38** entsteht, der höchstens eine vorgegebene Ladestromstärke aufweist. Der aktuelle Spannungswert kann in an sich bekannter Weise mittels einer Spannungsmessung an den Batterieanschlüssen **24** erfasst werden.

**[0046]** Insgesamt zeigen die Beispiele, wie durch die Erfindung ein Hochvolt-Umrichter (HV-Umrichter) in eine Hochvoltbatterie integriert werden kann.

### Patentansprüche

1. Elektrische Batterievorrichtung (23) mit zumindest einem Modulstrang (28), in welchem mehrere, jeweils zumindest ein Batteriemodul (42) aufweisende Moduleinheiten (38) elektrisch in einer Reihe (37) hintereinander verschaltet sind, wobei ein Ende (29) der Reihe (37) mit einem jeweiligen Batterieanschluss (24) der Batterievorrichtung (23) elektrisch verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass in dem zumindest einen Modulstrang (28) jeweils für jedes seiner Moduleinheiten (38) eine jeweilige Überbrückungsschaltung (40) bereitgestellt ist, die dazu eingerichtet ist, in Abhängigkeit von einem Schaltsignal (49) die jeweilige Moduleinheit (38) abwechselnd zu überbrücken und die Überbrückung (37) wieder zu unterbrechen, wobei eine Steuereinrichtung (48) dazu eingerichtet ist, durch Einstellen des Schaltsignals (49) in periodisch aufeinander folgenden Schaltfolgen jeweils zumindest einige der Moduleinheiten (38) zeitlich nacheinander zu überbrücken und danach zeitlich nacheinander die Überbrückungen (37) wieder zu unterbrechen, sodass an dem Batterieanschluss (24) des Modulstrangs (28) eine periodische Wechselfrequenz (L1, L2, L3, LN) mit mehrstufigem Abfall (34) und mehrstufigem Anstieg (35) entsteht.

2. Batterievorrichtung (23) nach Anspruch 1, wobei die Wechselfrequenz (L1, L2, L3, LN) bezüglich eines Bezugspotentials entsteht, das an einem weiteren Batterieanschluss bereitgestellt ist.

3. batterievorrichtung (23) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die batterievorrichtung (23) mindestens drei Modulstränge (28) auf-

weist und die Steuereinrichtung (48) dazu eingerichtet ist, die periodischen Schaltfolgen der Modulstränge (28) phasenversetzt zueinander einzustellen und hierdurch an den Batterieanschlüssen (24) der Modulstränge (28) eine Drehphasenwechselfspannung (25) zu erzeugen.

4. Batterievorrichtung (23) nach Anspruch 3, wobei bei jedem Modulstrang (28) jeweils ein anderes Ende (30) der Reihe (37) mit einem gemeinsamen Sternpunkt (31) elektrisch verbunden ist.

5. Batterievorrichtung (23) nach einem der Ansprüche 3 oder 4, wobei die Steuereinrichtung (28) für jeden Modulstrang (48) jeweils zumindest eine Strangsteuereinheit (50) und für alle Modulstränge (28) zusammen eine Zentralsteuereinheit (49) vorsieht, wobei jede Strangsteuereinheit (50) jedes Modulstrangs (28) dazu eingerichtet ist, selbständig die jeweilige Schaltfolge des Modulstrangs (28) durchzuführen und hierbei eine Schaltrate in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Frequenzwert (52) einzustellen, und die Zentralsteuereinheit (49) dazu eingerichtet ist, den Frequenzwert (52) in den Strangsteuereinheiten (50) einzustellen und die Schaltfolgen der Modulstränge (28) phasenversetzt auszulösen.

6. Batterievorrichtung (23) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jeder Modulstrang (28) aus zumindest zwei in einer Reihenschaltung geschalteten Teilmodulsträngen (28') gebildet ist und wobei jeder Teilmodulstrang (28') einen Teil der Reihe (37) der Moduleinheiten (38) aufweist.

7. Batterievorrichtung (23) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede der Moduleinheiten (28) zwei Anschlusskontakte (39) umfasst, über welche die Moduleinheit (38) in die Reihe (37) des jeweiligen Modulstrangs (28) geschaltet ist, und bei der jeweiligen Überbrückungsschaltung (40) zumindest ein Halbleiterschalter (45) dazu eingerichtet ist, im elektrisch leitenden Zustand die beiden Anschlusskontakte (39) elektrisch zu verbinden, und zumindest ein weiterer Halbleiterschalter (44) dazu eingerichtet ist, eine elektrische Verbindung zwischen zumindest einem Zellenanschluss (43) von Batteriezellen der Moduleinheit (38) und einem der Anschlusskontakte (39) zu schalten.

8. Batterievorrichtung (23) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wechselfspannung (L1, L2, L3, LN) einen gestuften, sinusförmigen zeitlichen Verlauf aufweist.

9. Kraftfahrzeug (21) mit einem Fahrtrieb, der eine elektrische Maschine (22) aufweist, bei welcher ein Stator (27) dazu eingerichtet ist, an Statorwicklungen (26) eine Drehphasenwechselfspannung (25) zum Erzeugen eines magnetischen Drehfeldes zu empfangen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das

Kraftfahrzeug (21) eine Batterievorrichtung (23) nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist, wobei ein jeweiliger Batterieanschluss (24) zumindest eines Modulstrangs (28) der Batterievorrichtung (23) mit jeweils einer der Statorwicklungen (26) des Stators (27) elektrisch verbunden ist.

10. Verfahren zum Betreiben einer Batterievorrichtung (23), die zumindest einen Modulstrang (28) mit jeweils mehreren, jeweils zumindest ein Batteriemodul (42) aufweisenden Moduleinheiten (38) aufweist, wobei die Moduleinheiten (38) jedes Modulstrangs (28) in einer Reihe (37) verschaltet sind und wobei durch eine Steuereinrichtung (40) bei dem zumindest einen Modulstrang (28) jeweils mittels eines Schaltsignals (49) in periodisch aufeinander folgenden Schaltfolgen jeweils zumindest einige der Moduleinheiten (38) nacheinander überbrückt werden und danach die Überbrückungen (37) nacheinander wieder unterbrochen werden, sodass an dem Batterieanschluss (24) des Modulstrangs (28) eine periodische Wechselfspannung (L1, L2, L3, LN) mit mehrstufigem Abfall (34) und mehrstufigem Anstieg (35) entsteht.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen



Anhängende Zeichnungen

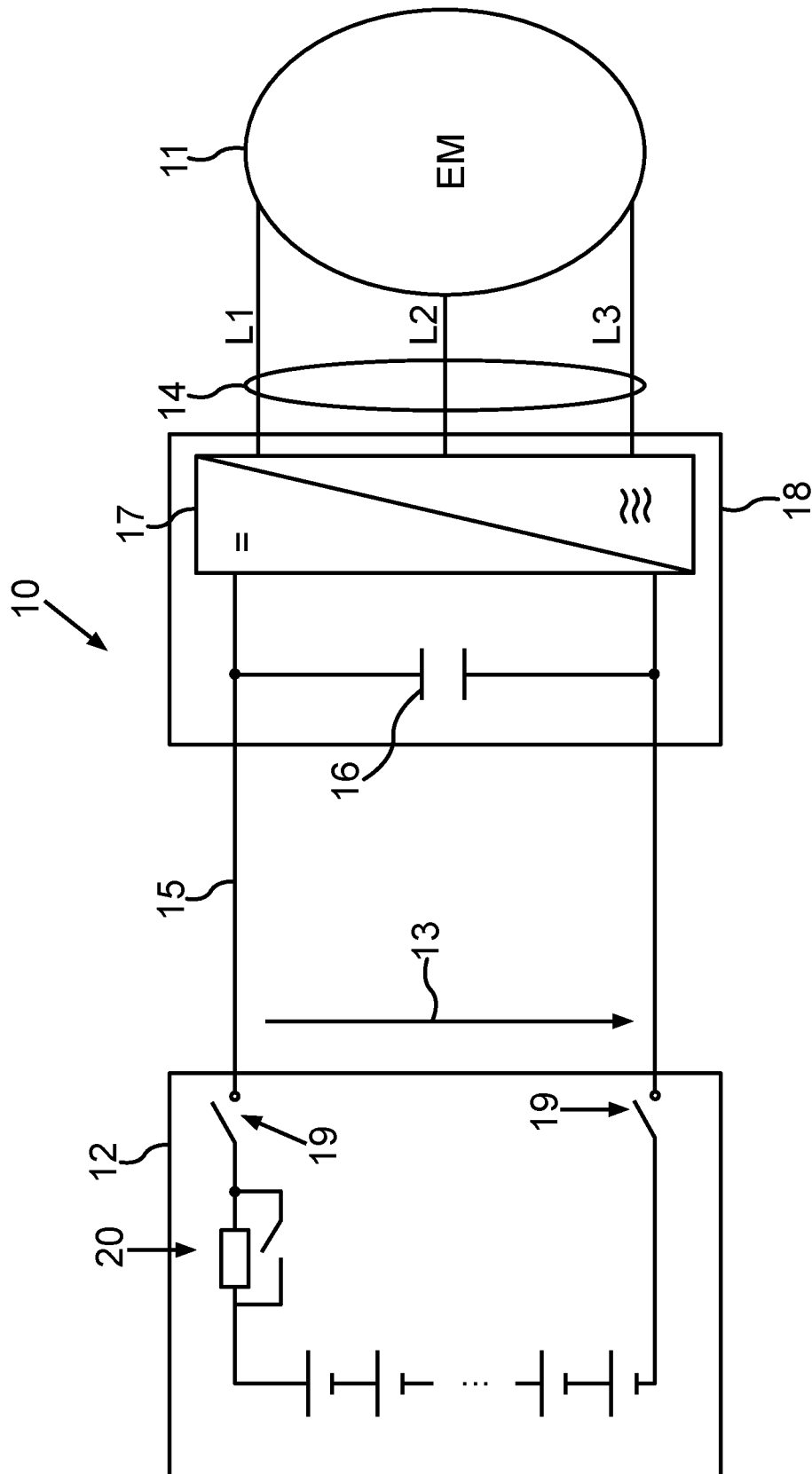


Fig.1

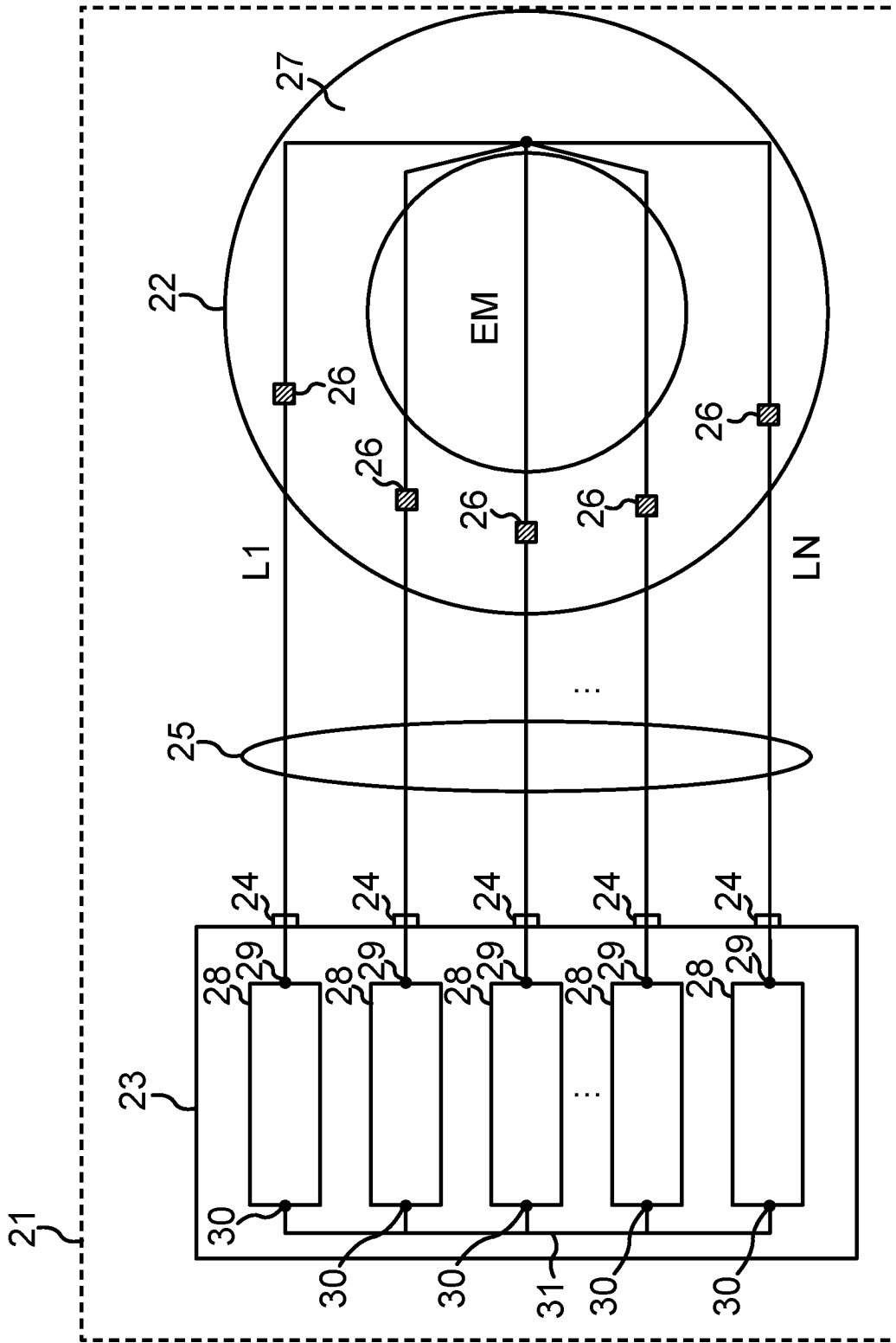


Fig.2

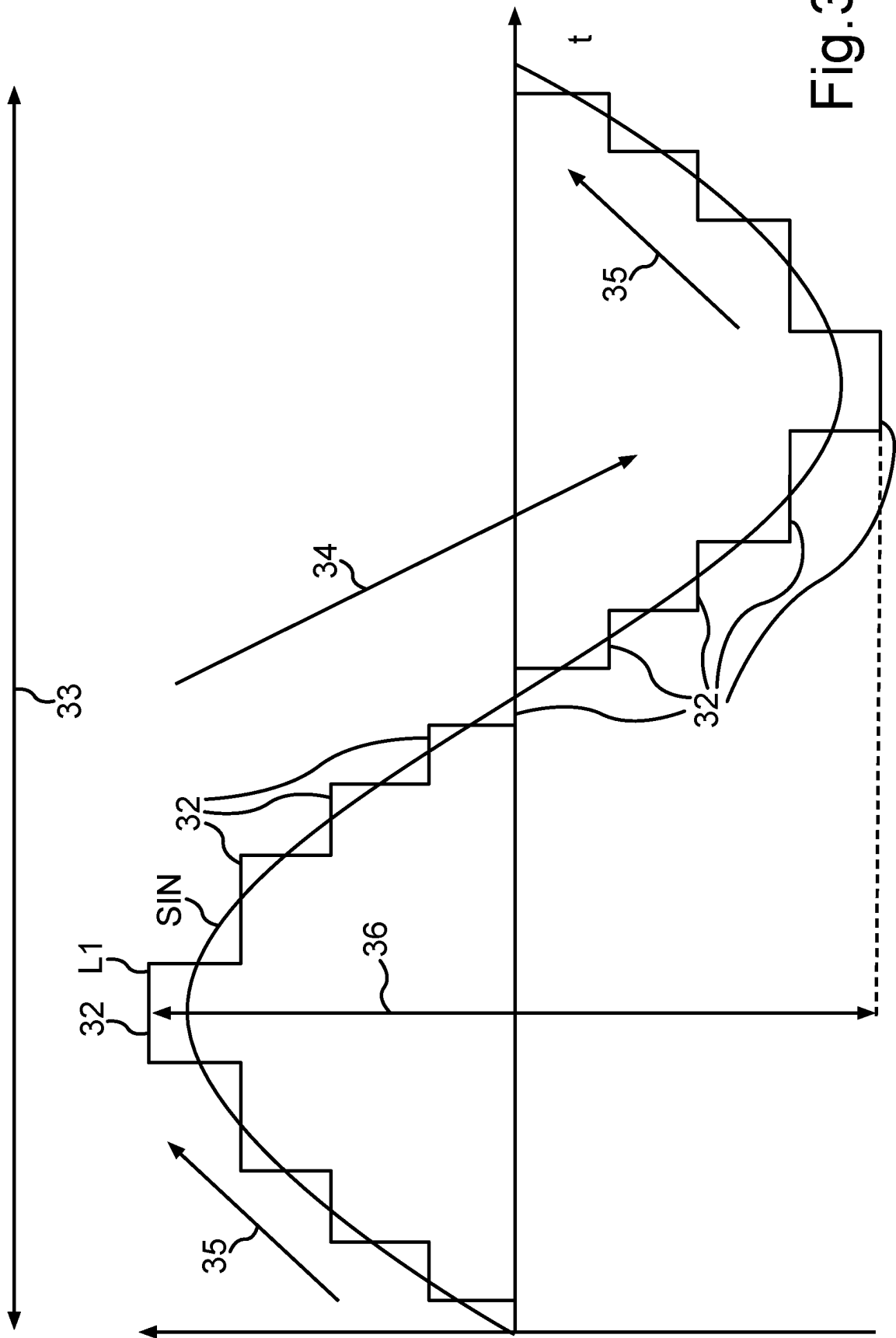


Fig.3

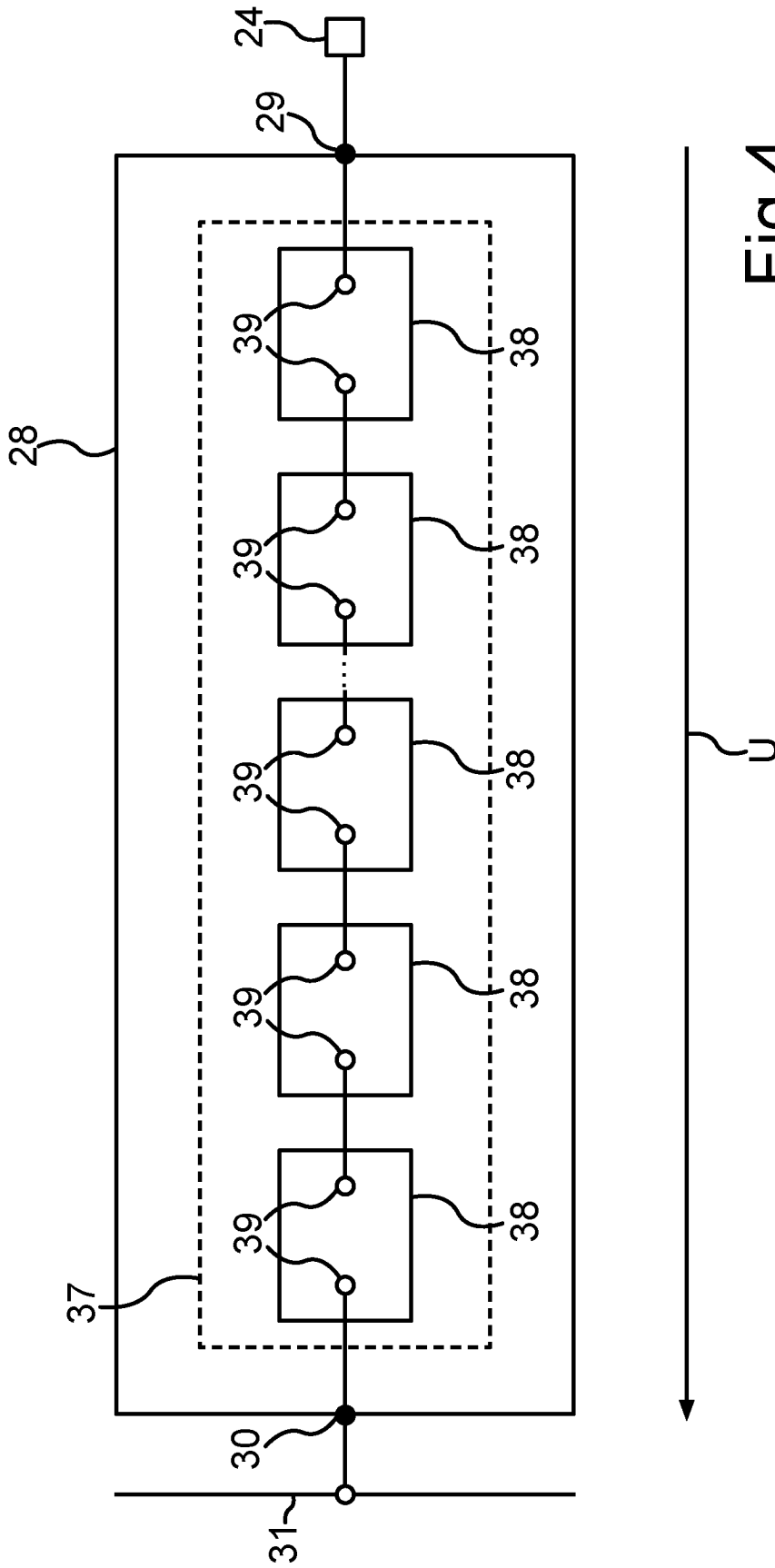


Fig.4

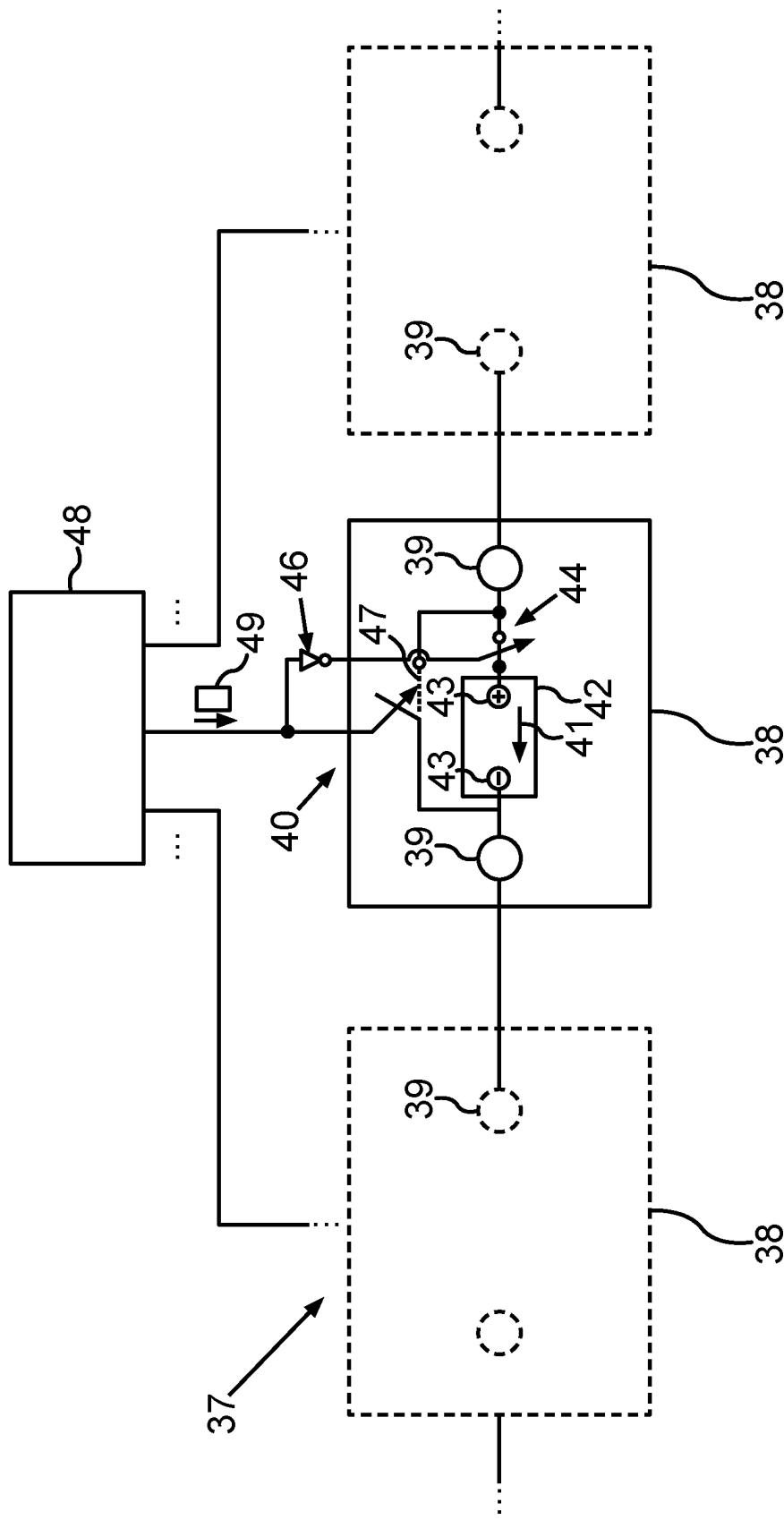


Fig.5

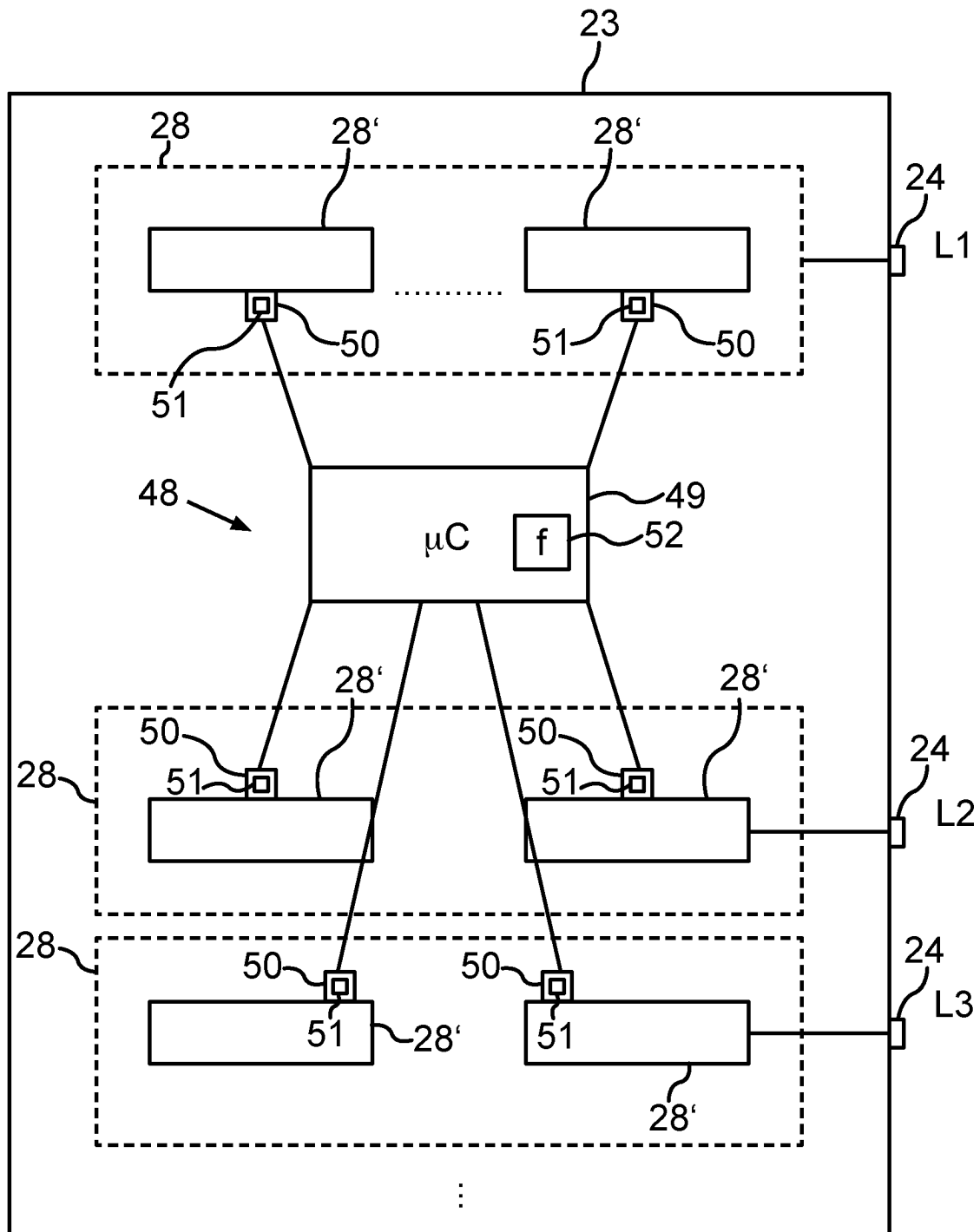


Fig.6