



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 696 29 470 T2 2004.06.24**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 832 391 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **696 29 470.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US96/11023**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **96 921 798.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 97/001725**

(86) PCT-Anmeldetag: **26.06.1996**

(87) Veröffentlichungstag

der PCT-Anmeldung: **16.01.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **01.04.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **13.08.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **24.06.2004**

(51) Int Cl.<sup>7</sup>: **F21S 8/10**

**G08B 13/18, G08B 5/22, G08C 19/16,  
B60R 25/10, B60R 25/00, H01H 47/00,  
B60L 11/18, H01M 10/48**

(30) Unionspriorität:

**495984 28.06.1995 US**

(73) Patentinhaber:

**Amerigon, Inc., Monrovia, Calif., US**

(74) Vertreter:

**Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188  
Stuttgart**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:

**KARUNASIRI, R., Tissa, Van Nuys, US; BELL, A.,  
David, Altadena, US; RYAN, M., Bruce, West Hills,  
US**

(54) Bezeichnung: **RADIOFREQUENZ-ENERGIEVERWALTUNGSSYSTEM**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

**Beschreibung****Gebiet der Erfindung**

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft Energieverwaltungssysteme zum Überwachen und Steuern von elektrischen Energiequellen; genauer gesagt, bezieht sie sich auf ein Energieverwaltungssystem zum Überwachen und Steuern von elektrischen Batterien oder Batteriezellen in einem Batteriesatz, das in elektrisch betriebenen Fahrzeugen unter Verwendung von Radiofrequenzdaten und Steuersignalübertragung eingesetzt wird.

**Hintergrund der Erfindung**

[0002] Energieverwaltungssysteme zum Überwachen und Steuern des Betriebsvorgangs von elektrischen Einrichtungen in herkömmlichen, mit Kohlenwasserstoff betriebenen Fahrzeugen sind aus dem Stand der Technik bekannt. Solche Systeme können ein oder mehrere Elemente aufweisen, die in der Nähe der speziellen, elektrischen Einrichtung angeordnet sind, die überwacht und gesteuert werden soll. Diese Elemente führen die gewünschten Überwachungs- oder Steuerungsfunktionen in Reaktion auf Steuersignale aus, die von einer zentralen Steuereinheit oder „Gehirn“ bereitgestellt werden. Die zentrale Steuereinheit ist in der Regel an einer Stelle innerhalb des Fahrzeugs untergebracht, die entfernt zu den Elementen beabstandet ist, wobei die Einrichtung mittels eines Kabelbaums elektrisch angeschlossen ist. Die Steuereinheit kann einen Prozessor aufweisen, der sämtliche, von den Elementen empfangenen Eingangssignale verarbeitet und dann die Ausgangssignale an Einrichtungen weiterleitet, um eine spezielle Steuerungsfunktion auszuführen. Der Prozessor kann entsprechend einem speziellen Steuersystemprogramm betrieben werden.

[0003] Bei herkömmlichen, mit Kohlenwasserstoff betriebenen Fahrzeugen ist das Energieverwaltungssystem ein Zusatzmerkmal, das die elektrischen Funktionen des Fahrzeugs ermöglicht, wie beispielsweise das Heizen und Kühlen des Fahrzeuginnenraums, das in einer effizienteren und komfortableren Art und Weise ausgeführt werden soll. Solch ein Energieverwaltungssystem kann außerdem so funktionieren, um den Betriebsvorgang des Motors unter besonderen Konditionen zu optimieren und dadurch die Effizienz bzw. das Leistungsvermögen des Motors zu verbessern.

[0004] Das Energieverwaltungssystem ist jedoch in elektrisch betriebenen Fahrzeugen kein Zusatzmerkmal, sondern eine Hauptmerkmal, das bei der Überwachung und Steuerung der Leistung von der Energiequelle selbst von Nutzen ist. Um eine maximale Betriebsleistung für ein elektrisch betriebenes Fahrzeug zu erzielen, ist es wünschenswert, dass die spezielle, elektrische Energiequelle in einer solchen Weise gesteuert wird, um damit bei einer Vielfalt von

unterschiedlichen Betriebsbedingungen deren maximale Ausgangsleistung herstellen zu können. Demzufolge ist es wünschenswert, dass Energieverwaltungssysteme, die in elektrisch betriebenen Fahrzeugen von Nutzen sind, in erster Linie zum Überwachen und Steuern der Betriebsparameter von der Energiequelle selbst betrieben werden, wie zum Beispiel jene von der Batterie- oder Batteriezellenspannung, anstatt zum Überwachen und Steuern von zusätzlichen, elektrischen Funktionen, wie beispielsweise Kühlen und Heizen des Fahrzeuginnenraums.

[0005] Energieverwaltungssysteme, die in elektrisch betriebenen Fahrzeugen zum Überwachen und Steuern der elektrischen Batterien oder von einzelnen Zellen in den Batterien zum Einsatz kommen und die zum Antrieb eines Elektrofahrzeugs verwendet werden, sind aus dem Stand der Technik bekannt. Solche Energiesteuerungssysteme sind jenen ähnlich, die zuvor erläutert wurden und in Wasserstoff betriebenen Fahrzeugen eingesetzt werden, und zwar dahingehend, dass solche Systeme in der Regel ein oder mehrere Überwachungselemente und eine zentrale Steuereinheit aufweisen. Die Überwachungselemente sind neben einer speziellen Batterie oder Batteriezelle positioniert, wobei die zentrale Steuereinheit innerhalb des Fahrzeugs an einer etwas entfernt beabstandeten Stelle angeordnet ist. Jedes Überwachungselement ist mit der zentralen Steuereinheit mittels einer Kabelverbindung verbunden – normalerweise mittels eines Kabelbaums –, um die Übertragung von Informationen von und zu den Überwachungsmodulen und zur zentralen Steuereinheit zu ermöglichen. Die zentrale Steuereinheit ist so konfiguriert, um Daten von den Überwachungselementen zu empfangen, die Daten zu verarbeiten und wiederum Steuersignale an die Überwachungselemente zu generieren, um damit eine gewünschte Änderung beim Betriebsvorgang in der Batterie oder Batteriezelle zu bewirken.

[0006] In solchen Systemen werden Steuersignale von der zentralen Steuereinheit an ein Überwachungselement und Informationen von den Überwachungselementen an die zentrale Steuereinheit über Kabel geleitet, die durch das Fahrzeug führen und außerdem jedes Überwachungselement mit der zentralen Steuereinheit verbinden. Die Kabel können entweder zusammengebündelt sein und entlang eines Hauptkabelbaums des elektrischen Fahrzeugsystems führen, oder sie können von dem Hauptkabelbaum getrennt geleitet werden.

[0007] Ein auf Kabeln basierendes Energieverwaltungssystem zum Überwachen und Steuern der Betriebsparameter einer Energiequelle in einem elektrisch betriebenen Fahrzeug ist aus einer Reihe von Gründen nicht wünschenswert. Der Einsatz von Kabeln, die zu jenen in dem elektrischen Fahrzeugsystem bereits vorhandenen hinzukommen, können das Fahrzeuggewicht um nahezu fünfzig Pfund erhöhen. Ein solch zusätzliches Gewicht kann die Fahrzeugbeschleunigung reduzieren und die Batterieladefre-

quenz erhöhen. Der Einsatz eines auf Kabeln basierendes Energieverwaltungssystem erhöht außerdem die Produktionskosten des Fahrzeugs, sowohl auf Grund des mit der Installierung der zusätzlichen Kabel verbundenen Zeitaufwands als auch wegen der Kosten für die Kabel selbst. Der Einsatz eines auf Kabeln basierenden Energieverwaltungssystems erhöht ferner die Kosten für die Instandhaltung des Systems auf Grund der kurzen Entfernung der Kabel, welche die Überwachungselemente mit den Batterien verbinden, weil dadurch Korrosionsschäden entstehen können. Solche Korrosionsschäden wirken sich wiederum nachteilig auf die Zuverlässigkeit und die betriebliche Nutzungsdauer eines auf Kabeln basierenden Energieverwaltungssystems aus.

[0008] Hinzu kommt, dass die Anwendung eines auf Kabeln basierenden Energieverwaltungssystems den Einsatz von Hochspannungs-Isolationskomponenten erfordert, um in das System eingreifende Störungen oder Lärm zu reduzieren, die von den Hochspannungskabeln ausgehend in den Signalkabeln auftreten können, die für elektrische Fahrzeugbatteriesätze in Fahrzeugelektrosystemen typisch sind. Der Einsatz von solchen Hochspannungs-Isolationskomponenten erhöht sowohl die Produktionskosten des Elektrofahrzeugs als auch das Fahrzeuggewicht. Ein auf Kabeln basierendes Energieverwaltungssystem ist auch im Hinblick auf künftige Nachrüstungen von Komponenten wegen der Notwendigkeit eingeschränkt, eine zusätzliche Verkabelung für jede neue, nachgerüstete Komponente herzustellen.

[0009] Ein Batterieüberwachungssystem ist zum Beispiel von Jiri L. Nor und Koll. in „Very Fast Battery Charging And Battery Energy Management“ anlässlich des 12. Internationalen Elektrofahrzeug-Symposiums vom 5. Dezember 1994 in Anaheim/Kalifornien, Seite 117– 125, veröffentlicht. Das Batterieüberwachungssystem misst jede Zelle in einem Batteriespeicher, um schwache Zellen herauszufinden. Bei diesem System senden Batterie-Überwachungs-Module (BMM = Battery Monitoring Modules) Informationen an ein Haupt-Steuerungs-Modul (MCM = Main Control Module). Ferner ermöglicht eine Funktion des Batterie-Energie-Verwaltungssystems (BEMS = Battery Energy Management System), dass eine schwächere Zelle erfasst wird (oder das Modul, das diese enthält) und außerdem, dass die Schwere des Problems quantitativ bestimmt wird. Es kann einen einfachen Vorgang anzeigen, wie beispielsweise das Bewässern eines trockenen Moduls, oder den Schritt einer Instandsetzung verlangen, wie beispielsweise das Ersetzen des schwachen oder fehlerhaften Moduls, um die volle Kapazität des Batteriesatzes wieder herzustellen. Es ist mit diesem System auch möglich, den Ladezyklus des kompletten Batteriesatzes zu regeln, um das „schwache“ Modul anzupassen. Dies führt zu einer etwas niedrigeren Nutzung der vollen Batterieleistungskapazität, verlängert aber die Lebensdauer des schwächeren Moduls (der Module) und somit des kompletten Batteriesatzes. Je-

des Batterieüberwachungsmodul (BÜM) stellt nur das Überwachen und die Datenübertragungsfunktionen bereit. Die Batterieüberwachungsmodule steuern nicht die Ladestromstärke von deren jeweiligen Batteriemodulen. Vielmehr steuert das Hauptsteuerungsmodul (HSM) die Ladestromstärke des insgesamt des ganzen Batteriesatzes.

[0010] Ein weiteres Batterieüberwachungssystem ist in der Patentanmeldung FR-A-2 589 008 offenbart. Das System überwacht eine Batteriengruppe, wobei die Elektrolytdichte, der Elektrolytstand und die Elektrolyttemperatur von jeder Batterie überwacht werden. Einige Batterien sind mit einem individuellen, autonomen Messmodul ausgestattet, das eine Messvorrichtung enthält, um mindestens eine Parametereigenschaft des Batteriestands zu messen, und außerdem ein Gehäuse aufweist, das elektronische Schaltungen zum Messen, ein lokales Verarbeiten der Messungen und eine Reihenübertragung für die Informationen enthält. Die übertragenen Informationen beinhalten eine Meldung, die von der überprüften Batterie zumindest einen Referenzwert, von der Batteriespannung zumindest eine Information und die von der Messvorrichtung gemessenen Parameter aufweist.

[0011] Daher ist es wünschenswert, dass ein Energieverwaltungssystem zum Einsatz in einem elektrisch betriebenen Fahrzeug mit vielfachen System-schaltungselementen aufgebaut ist, die mit einer zentralen Steuereinheit drahtlos kommunizieren können, welches das Fahrzeuggewicht nicht erhöht, das keiner Batteriekorrosion ausgesetzt ist, welches einfach und schnell zu installieren ist, welches nicht den Einsatz von Hochspannungsisolatoren erfordert, und welches ein Nachrüsten oder Ergänzen von neuen Einrichtungen ermöglicht, ohne dass eine Systemmodifikation erfolgt. Es ist wünschenswert, dass ein solches Energieverwaltungssystem mit Einrichtungen konfiguriert werden kann, die für das Überwachen und Steuern einer oder mehrerer Batterien, oder der Batteriezellen solch einer jeden Batterie, eingesetzt werden können, um einen Batterieausgleich herzustellen, und um dadurch das Leistungsvermögen eines Batteriesatzes zu optimieren, der solche Batterien enthält. Insbesondere ist es wünschenswert, dass das Energieverwaltungssystem so aufgebaut ist, damit das Erfassen von Batterie- oder Batteriezell-Veränderungen und das Verfolgen von individuellen Batteriecharakteristiken möglich ist.

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Energieverwaltungssystem zum Einsatz in einem Elektrofahrzeug mit einer elektrischen Batteriequelle als Antriebskraft bereitgestellt, wobei das System umfasst: eine Vielzahl von Batteriesteuerungsmodulen, wobei jedes Batteriesteuerungsmodul aufweist: mindestens ein Überwachungselement, das am Fahrzeug angebracht und so konfiguriert ist, um einen Betriebsparameter von der elektrischen Batterie-kraftquelle zu messen, die aus der Gruppe ausgewählt wurde, welche aus dem Batteriesatz, mindes-

tens einer Batterie in einem Batteriesatz, mindestens einer Zelle in einer Batterie und Kombinationen davon besteht; ein Steuergerät zum Steuern der zu überwachenden Energiequelle; einen ersten Radiofrequenzempfänger und einen zweiten Radiofrequenzsender; eine Steuereinheit, die an dem Fahrzeug angebracht und so konfiguriert ist, um das Überwachen und Steuern eines jeden Batteriesteuermoduls zu koordinieren, wobei die Steuereinheit umfasst: einen zweiten Radiofrequenzempfänger, der so konfiguriert ist, um ein Radiofrequenzsignal zu empfangen, das von dem ersten Radiofrequenzsender in jedem Batteriesteuermodul gesendet worden ist; einen zweiten Radiofrequenzsender, der so konfiguriert ist, um ein Radiofrequenzsignal zu übertragen, das von dem ersten Radiofrequenzempfänger in jedem Batteriesteuermodul empfangen werden kann; und Mittel zum Auswerten der Radiofrequenzsignale, die von jedem Batteriesteuermodul empfangen worden sind, und zum Bereitstellen eines Steuersignals zum Übertragen an das Steuerelement von mindestens einem designierten Batteriesteuermodul.

[0013] Energieverwaltungssysteme, welche die Erfindung darstellen, werden nun anhand von Beispielen unter Bezug auf die zugehörigen Diagrammzeichnungen beschrieben, welche zeigen:

[0014] **Fig. 1** ist eine schematische Darstellung eines Energieverwaltungssystems und einer Reihe von Batterieüberwachungsmodulen;

[0015] **Fig. 2** ist eine schematische Darstellung eines Batterieüberwachungsmoduls, das in **Fig. 1** veranschaulicht ist; und

[0016] **Fig. 3** ist eine schematische Darstellung einer Steuereinheit, die in **Fig. 1** veranschaulicht ist.

[0017] Ein Energieverwaltungssystem (EVS), das gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist, umfasst eine Steuereinheit und eine Reihe von Batteriesteuermodulen. Das System kann zum Überwachen von dessen Leistung, zum Messen von dessen Betriebsparameter und zum Steuern der Betriebsparameter von Batterien, Batteriezellen oder Batteriegruppen innerhalb eines Batteriesatzes eingesetzt werden. Das System der vorliegenden Erfindung kann in Batteriesätzen für elektrisch betriebene Einrichtungen zum Einsatz kommen, wie beispielsweise in Elektrofahrzeugen und Hybridelektrofahrzeugen, welche die Antriebskraft einer Batteriequelle verkürzen (zum Beispiel in Militärfahrzeugen, Zügen, Rollstühlen, Golfkarren und sonstige Freizeitfahrzeuge, Staplermaschinen, Gabelstapler, Industriefahrzeuge, Busse, Automobile und Dreirad-Antriebsfahrzeuge), in elektrischen Energiespeicheranwendungen (zum Beispiel Haushaltstromaggregat, Industriebetrieb-, Schifffahrt-, Luftfahrt- oder Satelliten-Energieversorgung) sowie in Unterhaltungselektronikgeräten.

[0018] Mit Bezug auf **Fig. 1** ist ein gemäß der vorliegenden Erfindung konstruiertes Energieverwaltungssystem (EVS) dargestellt, wie es in einem elektrischen System einer elektrisch betriebenen Vorrich-

tung installiert ist. Das elektrische System umfasst eine Reihe von Batterien **10**, die in Serie geschaltet sind, um einen Batteriesatz zu bilden. Bei der veranschaulichten Ausführungsform werden die Batteriesteuermodule dargestellt, wie sie mit fünf Batterien **10** verwendet werden. Für den Einsatz in einem elektrischen System eines Elektrofahrzeugs ist jede Batterie **10** ein Bleisäure-Akkumulator und umfasst einen Spannungsbereich von etwa 10 bis 15 Volt Gleichstrom. Es ist davon auszugehen, dass die Energieverwaltungssysteme der vorliegenden Erfindung mit vielen unterschiedlichen Batterietypen bestückt werden sollen, d. h. Batterien, die eine andere Konstruktionsausführung als Bleisäure aufweisen und beispielsweise Nickel-Kadmium, Silber-Zink, Lithium-Polymer, Zink-Luft, Natrium-Schwefel und dergleichen enthalten können. Es ist auch zur Kenntnis zu nehmen, dass Energieverwaltungssysteme der vorliegenden Erfindung mit Batterien bestückt werden können, die innerhalb eines Batteriesatzes unterschiedlich konfiguriert sind, d. h. Batterien, die in Serie, in Serie parallel oder parallel geschaltet sind, und die anders konfiguriert sind, als speziell in **Fig. 1** beschrieben und dargestellt ist. Hinzu kommt, dass Energieverwaltungssysteme dieser Erfindung mit Batteriesätzen verwendet werden können, die mit baugleichen Batterietypen hergestellt sind, oder mit Batteriesätzen, die aus Kombinationen mit verschiedenen Batterietypen bestückt sind, wie beispielsweise Kombinationen aus Bleisäure- und Nickel-Kadmium-Batterien, Bleisäure- und Zink-Luft-Batterien, Lithium-Polymer- und Bleisäure-Batterien, Zink-Luft- und Nickel-Kadmium-Batterien.

[0019] Das elektrische System der Einrichtung umfasst außerdem eine Stromsteuervorrichtung **12**. Bei einem elektrischen Fahrzeug ist die Stromsteuervorrichtung eine Motorsteuervorrichtung **12**, die eine herkömmliche Motorsteuerung sein kann, die zur Steuerung des Spannungsvolumens und der Spannungspolarität eingesetzt wird, welche auf einen oder mehrere Antriebsmotore **14** angewendet werden und dazu zum Einsatz kommen, um eine korrespondierende Fahrzeugachse bzw. korrespondierendes Fahrzeugrad umzudrehen.

[0020] Das elektrische System der Einrichtung umfasst eine Hauptleiterbahn bzw. eine Hauptzuleitung **16**, die aus einem oder mehreren Leitungskabelsträngen ausgebildet ist und dazu verwendet wird, um die Batterien **10** elektrisch miteinander zu verbinden, um dadurch einen Batteriesatz zu bilden, und den Batteriesatz mit anderen primären, elektrischen Einrichtungen in dem Vorrichtungsgesamt anzuschließen. In einem elektrisch betriebenen Fahrzeug wird die Hauptzuleitung **16** dazu verwendet, um die Batterien **10** in Serienverbindung anzuschließen, um dadurch den Batteriesatz zu bilden, und sie wird außerdem dazu verwendet, um den Batteriesatz mit der Motorsteuervorrichtung **12** zu verbinden. Demzufolge wird der Elektrofahrzeugstrom von dem Batteriesatz über die Hauptzuleitung **16** an die Motorsteue-

rung **12** zur Anwendung auf einem oder mehreren Antriebsmotoren **14** geleitet.

[0021] Ein gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung konstruiertes Energieverwaltungssystem umfasst eine Reihe von Batteriesteuermodulen (BSM) **18**, die jeweils so konfiguriert sind, dass sie einen oder mehrere Betriebsparameter der Batteriekraftquellen messen. So wie das elektrische Hauptsystem in einem Elektrofahrzeug kann jedes Batteriesteuermodul eingesetzt werden, um einen oder mehrere Betriebsparameter eines Batteriesatzes, Batterien in dem Batteriesatz oder Batteriezellen in einer Batterie, aus denen sich der Batteriesatz zusammensetzt, zu überwachen. Wenn die Batteriesteuermodule in einem Elektrofahrzeug installiert sind, wird jedes Modul mit 12 Volt Gleichstrom betrieben, der von der Verbindung zwischen den Stromzuleitungen **20** des Batteriesteuermoduls und dem jeweiligen Pluspol und Minuspol der zugehörigen Batterie **10** bereitgestellt wird. Alternativ dazu kann jedes Batteriesteuermodul, anstatt von einer jeweiligen Batterie mit Energie versorgt zu werden, auch mittels einer internen Energiequelle, mittels einer anderen Energiequelle an dem Fahrzeug anstatt von einer jeweiligen Batterie, mittels einer Induktionsübertragung eines Wechselstromleiters sowie mittels Solarstrom oder dergleichen betrieben werden.

[0022] Jedes Batteriesteuermodul **18** in der Ausführungsform der **Fig. 1** ist so konfiguriert, um einen oder mehrere Betriebsparameter der jeweiligen Batterie **10** in dem Batteriesatz zu überwachen. Demzufolge beträgt die Anzahl der in dem Energieverwaltungssystem eingesetzten Batteriesteuermodule in **Fig. 1** die gleiche Anzahl von Batterien **10**, die dazu verwendet wurden, um den Batteriesatz zusammenzustellen, d. h. fünf Stück. Alternativ dazu können die Batteriesteuermodule eingesetzt werden, um einen oder mehrere Betriebsparameter einer jeden Batteriezelle in den Batterien zu überwachen, aus denen sich der Batteriesatz zusammensetzt, wobei in diesem Fall die Anzahl der verwendeten Batteriesteuermodule größer als die Anzahl der Batterien sein könnte. Es ist daher zur Kenntnis zu nehmen, dass die Batteriesteuermodule auch in einer anderen Art und Weise verwendet werden können, die anders als zuvor in **Fig. 1** speziell beschrieben und dargestellt worden ist.

[0023] Wenn auch jedes Batteriesteuermodul **18** als getrennt von jeder zugehörigen Batterie dargestellt worden ist, ist außerdem zur Kenntnis zu nehmen, dass jedes Batteriesteuermodul wahlweise als ein Teil der Batterie selbst oder als integraler Bestandteil der Batterie ausgeführt werden könnte. Zum Beispiel könnte das Batteriesteuermodul innerhalb einer Kammer in dem Batteriegehäuse produziert werden, die von den Elektrolytzellen isoliert ist. Bei einer solchen Ausführungsform würden sämtliche Aus- und Eingänge von und zu dem Batteriesteuermodul mit den jeweiligen Batterieanschlüssen oder anderen Batterieein- oder -ausgängen im Innern des Batte-

riegehauses intern verbunden werden. Alternativ dazu werden die Batteriesteuermodule an die in einem Batteriesatz verwendete, jeweilige Batterie als frei anschließbar konfiguriert, um sowohl ein Entfernen, wenn eine Batterie aus dem Batteriesatz herausgenommen werden soll, als auch ein Hinzufügen zu ermöglichen, wenn die entfernte Batterie mit einer neuen Batterie ersetzt werden soll. Dort wo außerdem jedes Batteriesteuermodul so konfiguriert ist, um die Betriebsparameter der individuellen Batteriezellen zu überwachen, sind die Batteriesteuermodule so angeordnet, dass sie an die jeweilige Batteriezelle auslösbar verbunden sind.

[0024] Jedes Batteriesteuermodul **18** ist so konstruiert, um einen oder mehrere designierte Betriebsparameter der jeweiligen Batterie **10** zu überwachen und zu messen. Der bzw. die durch jedes Batteriesteuermodul überwachte und gemessene spezielle/n Betriebsparameter kann/können variieren, was von jeder einzelnen Anwendung abhängt, aber der gemessene Betriebsparameter kann einschließen: Batteriespannung, Batteriestrom, Batteriezellen-Elektrolytdichte oder das spezifische Gewicht, den spezifischen Gewichtsgradient, Elektrolytstand, Batterietemperaturnachweis, Batteriedruck oder Kombinationen davon. Bei einer Ausführungsform ist jedes Batteriesteuermodul so ausgelegt, um den Spannungsausgang und die Temperatur von jeder entsprechenden Batterie zu überwachen. Jedes Batteriesteuermodul ist so konfiguriert, um Informationen über Betriebsparameter an die Steuereinheit als Reaktion auf ein Steuersignal zu übertragen. Jedes Batteriesteuermodul **18** ist außerdem so ausgelegt, um designierte Betriebsparameter einer jeweiligen Batterie als Reaktion auf ein Steuersignal zu steuern, wie beispielsweise Batteriespannung, Widerstand, Temperatur, Strom und dergleichen. Bei einer Ausführungsform ist jedes Batteriesteuermodul so konstruiert, um innerhalb des Batteriesatzes die Spannung, den Strom, den Wirkwiderstand einer entsprechenden Batterie steuern zu können.

[0025] Ein Hauptmerkmal eines jeden Batteriesteuermoduls ist, dass es so ausgelegt ist, um Informationen bezüglich einen oder mehrerer überwachter oder gemessener Batterie-Betriebsparameter unter Verwendung eines Radiofrequenzsignals anstatt über herkömmliche Übertragungsmittel zu übertragen, wie zum Beispiel bisher unter Verwendung von elektrischen Leitungskabeln. Jedes erfindungsgemäße Batteriesteuermodul ist so konstruiert, um ein analoges Eingangssignal von einem oder mehreren Überwachungs-Elementen oder – Sensoren für eine jeweilige Batterie zu empfangen, das analoge Signal in ein digitales Signal umzuwandeln, und das Signal unter Verwendung einer designierten Radiofrequenz an eine Steuereinheit **22** eines Energieverwaltungssystems zu übertragen, wie nachstehend im Einzelnen näher beschrieben wird. Um die Übertragung des Radiofrequenzsignals im Fahrzeug zu ermöglichen, dient die Hauptzuleitung **16** als Übertragungs-

medium, und die Radiofrequenzeingänge und -ausgänge eines jeden Batteriesteuermoduls **18** sowie die Steuereinheit **22** sind mit der Hauptzuleitung verbunden. Die Hauptzuleitung **16** funktioniert dabei als ein Übertragungsmedium für die Übertragung des Radiofrequenzsignals von jedem Batteriesteuermodul an die Steuereinheit des Energieverwaltungssystems, ohne dass dabei eine zusätzliche Verkabelung erforderlich wird.

[0026] Ein gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung konstruiertes Energieverwaltungssystem umfasst eine Steuereinheit **22**, die einen Signalleiter aufweist, der mit der Hauptzuleitung **16** zum Zwecke des Empfangens und Übertragens von Radiofrequenzsignalen zu und von jedem Batteriesteuermodul **18** verbunden ist. Die Steuereinheit **22** ist integriert in der Einrichtung oder im Fahrzeug untergebracht. Die Platzierung der Steuereinheit kann von einer Reihe von verschiedenen Zustandsgrößen abhängen, wie zum Beispiel von dem zur Verfügung stehenden Platz, von dem Batteriesatztyp und dergleichen. Bei bestimmten Ausführungsformen kann die Steuereinheit **22** als Teil einer Stromsteuervorrichtung oder Motorsteuervorrichtung **12** produziert sein. Die Steuereinheit **22** ist so ausgelegt, um Informationen über die Batterie-Betriebsparameter von einem oder mehreren Batteriesteuermodulen zu empfangen, die Informationen entsprechend in einem vorbestimmten Steuersystemprogramm zu verarbeiten, und die Überwachungs-, Messungs- und/oder Steuerinstruktionen an ein oder mehrere designierte Batteriesteuermodule **18** zu übertragen.

[0027] Ein Hauptmerkmal der Steuereinheit **22** ist, wie bei den Batteriesteuermodulen **18**, dass sie so konstruiert ist, um Radiofrequenzsignale zu empfangen, die durch jedes der Batteriesteuermodule über die Hauptzuleitung **16** übertragen werden. Die Steuereinheit **22** ist so ausgelegt, um das Eingangs-Radiofrequenzsignal von jedem Batteriesteuermodul aufzunehmen und es in ein digitales Signal umzuwandeln. Das digitale Signal wird anschließend durch einen Prozessor gesendet, der das digitale Signal entsprechend einem Steuersystemprogramm auswertet, und der ein digitales Ausgangs-Steuersignal herstellt. Die Steuereinheit **22** ist ferner so ausgelegt, um das digitale Ausgangs-Steuersignal aufzunehmen, es in ein Radiofrequenzsignal umzuwandeln und es zu einem oder mehreren designierten Batteriesteuermodulen **18** zu übertragen.

[0028] Um zwischen der Steuereinheit **22** und mit einem oder mehreren designierten Batteriesteuermodulen **18** eine Kommunikation zu ermöglichen, umfasst das Steuermodul Mittel zum Kodieren oder Adressieren eines jeden Ausgangs-Steuersignals, das von einem oder mehreren designierten Batteriesteuermodulen **18** erkannt werden soll. Jedes Batteriesteuermodul ist außerdem so ausgelegt, um komplementäre Mittel für das Lesen des Steuersignals zur Bestimmung aufzuweisen, ob das Steuersignal an jenes bestimmte Batteriesteuermodul adressiert

werden soll. Indem die Steuereinheit **22** auf diese Art und Weise aufgebaut ist, kann sie Steuersignale an bestimmte Batteriesteuermodule als Reaktion auf Informationen übertragen, die sie von solch einem Batteriesteuermodul empfangen hat. Bei alternativen Ausführungsformen ist außerdem jedes Batteriesteuermodul so konfiguriert, dass es mehr als ein adressiertes Steuersignal erkennen kann, das außerdem von mehr als einem Batteriesteuermodul erkannt wird, um der Steuereinheit zu ermöglichen, mehr als ein Batteriesteuermodul gleichzeitig zu steuern. Dies ist bei bestimmten Betriebsbedingungen wünschenswert, wie zum Beispiel, wenn die Energiequelle oder der Batteriesatz kalt sind, und wenn eine Reihe von Batteriesteuermodulen gesteuert werden sollen, um eine Reihe von Batterien in dem Batteriesatz aufzuwärmen, und dadurch eine verbesserte Betriebsleistung bereitgestellt werden soll.

[0029] Mit Bezug noch einmal auf **Fig. 1** umfasst ein gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung konstruiertes Energieverwaltungssystem Mittel zum Absichern, dass die Radiofrequenzsignale zwischen der Steuereinheit und jedem Batteriesteuermodul bei einem offenen Stromschaltkreis [Leitungsbruch] in der Batterie nicht unterbrochen oder von der Stromquelle getrennt werden. Bei einer Ausführungsform ist ein solches Mittel ein Kondensator **24**, der gegenüber den Plus- und Minuspolen jeder entsprechenden Batterie **10** in elektrischer Parallelschaltung zu den Stromzuleitungen **20** eines jeweiligen Batteriesteuermoduls angeordnet ist. Der Kondensator bewirkt bei Auftreten eines Leitungsbruchs den Durchlauf der Radiofrequenzsignale durch eine Batterie. Ohne den Einsatz eines solchen Kondensators **24** könnte ein Leitungsbruch in einer Batterie innerhalb eines Batteriesatzes die Radiofrequenzübertragung zwischen der Steuereinheit und jenen nach dem Leitungsbruch nachgeschalteten Batteriesteuermodulen abschneiden. Es ist zur Kenntnis zu nehmen, dass jeder Kondensator **24** innerhalb eines jeweiligen Batteriesteuermoduls angeordnet ist und in **Fig. 1** nur zu Referenz- und Veranschaulichungszwecken eines jeden Batteriesteuermoduls als außerhalb angeordnet dargestellt ist.

[0030] Ein gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung konstruiertes Energieverwaltungssystem umfasst außerdem Mittel zum Schutz der Steuereinheit **22** vor Hochspannungsunterschieden zwischen der Hauptzuleitung **16** und der Steuereinheit und zum Ausfiltern von Signalen, die andersartig als die durch die Batteriesteuermodule übertragenen Radiofrequenzsignale sind. Bei einer Ausführungsform ist ein solches Mittel ein Kondensator **26**, der zwischen der Steuereinheit **22** und der Hauptzuleitung **16** in Reihe geschaltet angeschlossen ist. Der Kondensator dient in erster Linie dazu, um die Steuereinheit **22** vor Hochspannungsunterschieden zu isolieren, die sich entwickeln könnten. Der Kondensator **26** weist außerdem Hochpassfilter-Charakteristiken auf, um den Durchlauf von Radiofrequenzsigna-

len zu und von der Steuereinheit zu ermöglichen. Die untere Grenzfrequenz des Hochpassfilters wird von den für die Radiofrequenzkommunikation verwendeten Frequenzwerten bestimmt und beträgt bei dieser Ausführungsform etwa 30 Kilohertz.

[0031] Ein gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung konstruiertes Energieverwaltungssystem umfasst außerdem Mittel zur Verhinderung eines Durchlaufs von Hochfrequenzsignalen von anderen elektrischen Einrichtungen, die mit dem elektrischen System durch die Hauptzuleitung **16** verbunden sind, und zur Verhinderung eines Streuverlustes der Radiofrequenzsignale ab dem Energieverwaltungssystem an die gewünschte Stromsteuervorrichtung oder Motorsteuerung. Solche Mittel kommen zum Einsatz, um zu gewährleisten, dass die durch jedes Batteriesteuermodul generierten Radiofrequenzsignale an die Steuereinheit übertragen werden, sowie um zu gewährleisten, dass jedes durch die Steuereinheit generierte Radiofrequenz-Steuersignal an jedes Batteriesteuermodul von Hochfrequenzstörungen oder Signalstreuverlusten frei ist. Bei einer Ausführungsform werden solche Mittel dazu verwendet, um den Durchlauf von Hochfrequenzsignalen, die von der Motorsteuervorrichtung **12** generiert worden sind, an die Hauptzuleitung **16** nicht zuzulassen, und um den Durchlauf von Radiofrequenzsignalen von der Hauptzuleitung an die Motorsteuervorrichtung zu verhindern. Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die Mittel zur Verhinderung des Durchlaufs von Hochfrequenzsignalen von der Motorsteuervorrichtung und zur Beseitigung eines Radiofrequenzstreuverlustes durch die Motorsteuervorrichtung Isolationsringe **28**, die aus einem Signalfiltermaterial hergestellt sind. Die Isolationsringe **28** sind an jedem Anschlusspunkt um die Hauptzuleitung **16** angrenzend zur Motorsteuervorrichtung **12** platziert.

[0032] Bei einer bevorzugten Ausführungsform sind die Isolationsringe **28** aus Ferritperlen hergestellt, die so ausgelegt sind, dass der Durchlauf von Hochfrequenzsignalen über etwa 100 Kilohertz von der Motorsteuervorrichtung **12** in die Hauptzuleitung **16** herausgefiltert bzw. verhindert wird. Die Ferritperlen verhindern außerdem die Übertragung des Radiofrequenzsignals des Energieverwaltungssystems in die Motorsteuervorrichtung, um eine Signalverluststreuung nicht zuzulassen.

[0033] Unter Bezug noch einmal auf **Fig. 1** umfasst das elektrische System des elektrisch betriebenen Geräts oder Fahrzeugs ein Batterieladegerät **29**. Das Energieverwaltungssystem ist so dargestellt, dass es für einen Anschluss mit dem Batterieladegerät **29** adaptiert ist. Bei einer Ausführungsform kann das Batterieladegerät **29** in dem Elektrofahrzeug intern untergebracht werden und Gleichstromleitungen **30** umfassen, die mit dem Batteriesatz über die Hauptzuleitung **16** elektrisch angeschlossen sind. Isolationsringe **28**, die mit jenen zuvor erwähnten identisch sind, sind um die Leitungen **30** an jedem Anschlusspunkt des Ladegeräts **29** aus den gleichen bereits

zuvor erwähnten Gründen angrenzend platziert. Das Ladegerät **29** umfasst eine Stromleitung **31**, sie so ausgelegt ist, um einen Anschluss mit einer externen Wechselstromquelle zu ermöglichen. Bei bestimmten Ausführungsformen wird die Steuereinheit **22** als Teil des Batterieladegeräts **29** produziert.

[0034] Bei einer alternativen Ausführungsform ist das Batterieladegerät **29** am Fahrzeug extern angeordnet und umfasst Gleichstromleitungen **30**, die so adaptiert sind, um den temporären Elektroanschluss mit der Hauptzuleitung **16** beim Laden des Batteriesatzes zu ermöglichen. Der temporäre Elektroanschluss kann unter Verwendung von herkömmlichen Anhangstechniken hergestellt werden, wie beispielsweise unter Verwendung von lösbaren Festverdrahtungsanschlüssen, Induktionskopplung und dergleichen. Wie bei der Ausführungsform mit dem internen Ladegerät sind die Isolationsringe **28** um die Stromleitungen **30** an dem Anschlusspunkt des externen Ladegeräts angrenzend platziert. Das externe Ladegerät kann Teil eines Batteriesatz-Ladesystems sein, das in einer Fahrzeugreparaturwerkstätte, in einer öffentlichen oder privaten Parkgarage und dergleichen aufbewahrt wird.

[0035] Das Energieverwaltungssystem umfasst eine zweite Steuereinheit **33**, die am Fahrzeug extern untergebracht ist. Die zweite Steuereinheit oder externe Steuereinheit ist an eine Leitung **30** des internen oder externen Batterieladegeräts **29** angeschlossen. Die externe Steuereinheit **33** ist in der gleichen Art und Weise wie die zuvor und nachstehend beschriebene Steuereinheit **22** konfiguriert, um mit der internen Steuereinheit **22** und/oder den Batteriesteuermodulen mittels Radiofrequenzübertragung über Kabel-, Radio- oder Induktions-Signalkopplung kommunizieren zu können. Insbesondere dient die externe Steuereinheit **33** dazu, um die Batterie-Betriebsparameter zu überwachen und ein oder mehrere Batteriesteuermodule zu steuern, um damit den Betriebsvorgang von einer oder mehreren Batterien oder Batteriezellen beim Laden des Batteriesatzes regulieren zu können. Außerdem wird, wie nachstehend noch detaillierter beschrieben ist, die externe Steuereinheit dazu verwendet, um Informationen über die Batteriebetriebsleistung während des Ladens oder während einer anderen Art des Wartens und der Instandhaltung des Batteriesatzes abzufragen, die in der internen Steuereinheit **22** gespeichert sind. Ein Kondensator **35**, der mit dem zuvor erwähnten Kondensator **26** identisch ist, ist zwischen einer Radiofrequenz-Übertragungsleitung der externen Steuereinheit und der Stromleitung **30** in Reihe geschaltet angeordnet.

[0036] Die externe Steuereinheit **33** ist so ausgelegt, um eine Verbindung mit einer Anwenderschnittstelle **37** aufzunehmen, um das Programmieren mit der internen Steuereinheit zu ermöglichen und um auf Informationen zuzugreifen, die in der internen Steuereinheit gespeichert sind. Bei bestimmten Ausführungsformen ist die externe Steuereinheit als Teil

des externen Batterieladegeräts hergestellt und so programmiert, um von den Batteriesteuermodulen oder der Steuereinheit die Download-Informationen über die Batteriebetriebsleistung empfangen und während des Ladens des Batteriesatzes die Batterie-Betriebsparameter regulieren zu können.

[0037] Mit Bezug nun auf **Fig. 2** umfasst jedes Batteriesteuermodul **18** ein Überwachungselement/e oder einen Sensor/en **32**, die so konfiguriert sind, um eine designierte Energiequelle oder Batterie-Betriebsparameter zu messen oder zu überwachen. Bei einer Ausführungsform umfasst jedes Batteriesteuermodul **18** zwei Überwachungselemente **34** und **36** für das Messen der Spannung und der Temperatur der jeweiligen Batterie. Jedes Überwachungselement **32** ist so konfiguriert, um mit einem 12 Volt Gleichstrom betrieben werden zu können, und um einen analogen Signalausgang im Bereich von etwa 0 bis fünf Volt Gleichstrom herzustellen. Bei einer Ausführungsform, in der ein Batteriesteuermodul mehr als ein Überwachungselement **32** aufweist, ist ein Analogmultiplexer **38** vorgesehen, der so konfiguriert ist, um die analogen Signalausgänge von jedem Überwachungselement aufzunehmen, wie zum Beispiel von dem Spannungs-Überwachungselement **34** und dem Temperatur-Überwachungselement **36**. Ein bevorzugter Analogmultiplexer **38** ist ein einpoliger Doppel-Ausschalter. Der Betriebsvorgang des Analogmultiplexers **38** wird von einem Steuergerät in dem Batteriesteuermodul gesteuert, wie nachstehend detaillierter beschrieben ist.

[0038] Jedes Batteriesteuermodul **18** umfasst einen Spannungs-Frequenz-Umsetzer **40**, der so konfiguriert ist, um von dem Analogmultiplexer **38** ein analoges Eingangssignal empfangen zu können und um das analoge Signal in ein digitales Signal umzuwandeln, das als eine bestimmte Spannungsimpulsreihe oder dergleichen konfiguriert ist. Bei einer Ausführungsform ist der Spannungs-Frequenz-Umsetzer **40** so konfiguriert, um ein analoges Eingangssignal von 0 bis 5 Volt Gleichstrom empfangen zu können, und um das Eingangssignal in ein Impulssignal umzuwandeln, das entweder keinen Ausgang (auch als 0-Logikschaltsignal bezeichnet) oder einen Ausgang von etwa 5 Volt aufweist (auch als L-Signal bezeichnet), wobei die Spannungsinformationen als Frequenz einer Impulsserie kodiert werden.

[0039] Jedes Batteriesteuermodul **18** umfasst einen Radiofrequenzsender (RF) **42**, der so konfiguriert ist, um das Ausgangs-Impulssignal von dem Spannungs-Frequenz-Umsetzer **40** zu modulieren. Der Radiofrequenzsender **42** kann ein Breitbandsender sein, wie beispielsweise ein Frequenzumtastungssender (FSK). Ein Ausgang von dem Radiofrequenzsender **42** ist mit der Hauptzuleitung **16** verbunden, so dass das Radiofrequenzsignal über die Hauptzuleitung **16** an die Steuereinheit **22** übertragen wird. Bei einer Ausführungsform ist der Radiofrequenzsender so konfiguriert, um ein Breitband-Radiofrequenzsignal von ungefähr 5,5 Megahertz übertragen zu

können. Der Betriebsvorgang jedes Radiofrequenzsenders wird mittels einer Zeitgeberschaltung in einem Steuergerät des jeweiligen Batteriesteuermoduls gesteuert.

[0040] Jedes Batteriesteuermodul **18** umfasst Mittel zum Eliminieren des Durchlaufs von Hochfrequenzsignalen, die außerhalb des Bereichs von den durch das Energieverwaltungssystem übertragenen Radiofrequenzsignalen liegen. Bei einer Ausführungsform besteht ein solches Mittel in Form eines Eingangsfilters **44** und ist zwischen der Hauptzuleitung **16** und einem RF-Demodulator in dem Batteriesteuermodul in Reihe geschaltet verbunden. Bei einer Ausführungsform ist der Eingangsfiler **44**, der als ein 4,5 Megahertz-Bandpassfilter konfiguriert ist, um den Durchlauf von Radiofrequenzsignalen über oder unter etwa 4,5 Megahertz zu verhindern, auch als ein Gleichtakt-Bandsperrfilter ausgelegt, um dadurch eventuelle Signalinterferenzen zu reduzieren oder zu eliminieren.

[0041] Ein von der Steuereinheit **22** gesendetes Radiofrequenzsignal wird über die Hauptzuleitung **16** an jedes Batteriesteuermodul bei einer Breitband-Radiofrequenz von etwa 4,5 Megahertz übertragen und hängt von dem speziellen digitalen Steuersignal ab. Jedes durch die Steuereinheit übertragene Radiofrequenzsignal ist mit einer Adresszeichenfolge an ein oder mehrere Batteriesteuermodule und einer bestimmten Befehlszeichenfolge aufgebaut. Jedes Batteriesteuermodul **18** umfasst einen RF-Demodulator **46** oder dergleichen, der so konfiguriert ist, um ein von der Steuereinheit **22** übertragenes Radiofrequenz-Steuersignal zu empfangen und es in ein digitales Signal zu demodulieren. Bei einer Ausführungsform kann der RF-Demodulator **46** ein Breitbandradiofrequenz-Steuersignal von 4,5 Megahertz empfangen und es in ein digitales Signal mit 0 oder 5 Volt umwandeln.

[0042] Jedes Batteriesteuermodul **18** umfasst Mittel zum Kodieren des digitalen Steuersignals, das von dem RF-Demodulator **46** empfangen worden ist. Bei einer Ausführungsform besteht das Kodiermittel aus einem POCSAG-Decoder der Post Office Code Standardization Advisory Group, die auch als „Internationaler beratender Ausschuss für den Funkdienst (CCIR)“ bekannt ist mit Funkruf-Code Nr. 1. Der POCSAG-Decoder **48** kann identifizieren, ob das digitale Steuersignal, das heißt die adressierte Befehlszeichenfolge, die empfangen worden ist, an eine oder mehrere bestimmte Batteriesteuermodule **18** adressiert ist. Wenn ein korrekt adressierter Code erkannt wird, sendet der POCSAG-Decoder **48** den restlichen Teil des Signals, d. h. die Befehlszeichenfolge, an ein Steuergerät **50** weiter. Wenn ein nicht korrekt adressierter Code von dem POCSAG-Decoder **48** empfangen wird, wird der restliche Teil des Signals nicht an das Steuergerät **50** weitergeleitet. Wie bereits vorstehend erwähnt wurde, kann jedes Batteriesteuermodul **18** so konfiguriert werden, dass es ein oder mehrere Adressen-Codes erkennt, so dass

mehr als eine Einheit von Batteriesteuermodulen gleichzeitig gesteuert werden kann, wenn dies gewünscht ist.

[0043] Bei einer Ausführungsform ist das Steuergerät **50** so konfiguriert, um das digitale Eingangs-Steuersignal zu empfangen, das heißt die Befehlszeichenfolge, und um zu identifizieren, ob es mit einem vorbestimmten Befehl übereinstimmt. Bei einer bevorzugten Ausführungsform führt das Steuergerät **50** einen einfachen Mustervergleich aus, um zu bestimmen, ob die Befehlszeichenfolge mit einem der folgenden, sechs vorbestimmten Befehle korrespondiert oder nicht: (1) Spannung parallel schalten und übertragen; (2) Temperatur parallel schalten und übertragen; (3) parallel schalten und nicht übertragen; (4) Temperatur übertragen; (5) Spannung übertragen; sowie (6) nicht parallel schalten und nicht übertragen. Sobald das Steuergerät **50** eine bestimmte Befehlszeichenfolge identifiziert hat, gibt es ein Steuersignal aus, um eine bestimmte Vorrichtung zu aktivieren. Bei einer Ausführungsform kann das Steuersignal gesendet werden, um eine oder mehrere Vorrichtungen zu aktivieren, die aus dem Radiofrequenzsender **42**, dem Analogmultiplexer **38** und einer oder mehreren Steuervorrichtungen besteht bzw. bestehen, wie nachstehend erläutert wird. Das Steuergerät **50** kann auch so programmiert werden, um das Batteriesteuermodul zu veranlassen, die Batterieüberwachung auszuführen und Funktionen als Reaktion auf betriebsinterne Kriterien anstatt als Reaktion auf Steuersignale von der Steuereinheit **22** zu steuern.

[0044] Wie in **Fig. 2** dargestellt ist, ist ein Ausgang von dem Steuergerät **50** mit dem Radiofrequenzsender **42** verbunden, um den Sender als Reaktion auf eine bestimmte Befehlszeichenfolge zu betreiben, die von der Steuereinheit **22** empfangen worden ist, wie beispielsweise die vorstehenden Befehle 1–2 und 4–5. Der Ausgang von dem Steuergerät **50** ist außerdem mit dem Analogmultiplexer **38** verbunden, um zwischen den Spannungs- und Temperatur-Überwachungselementen **34** und **36** als Reaktion auf einen bestimmten, von der Steuereinheit **22** empfangenen Befehl schalten zu können, wie beispielsweise die vorstehenden Befehle 1–2 und 4–5.

[0045] Der Ausgang von dem Steuergerät **50** kann außerdem mit einem oder mehreren Steuerelementen oder Steuervorrichtungen verbunden werden, um einige Änderungen in einem oder mehreren Betriebsparameter/n der jeweiligen Batterie oder Batteriezelle auszuführen, die von dem Batteriesteuermodul **18** überwacht worden sind. Bei einer Ausführungsform besteht die Steuervorrichtung aus einem Umgehungsschalter **52**.

[0046] Der Umgehungsschalter **52** ist über den Anschlüssen der jeweiligen Batterie positioniert und kann so konfiguriert werden, um die jeweilige Batterie innerhalb des Batteriesatzes durch einen Parallelwiderstand zu entladen. Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist der Umgehungsschalter

**52** so ausgelegt, um nach Aktivierung durch das Steuergerät als Reaktion auf einen Befehl, der von der Steuereinheit empfangen worden ist, wie beispielsweise die Befehle 1–3, eine bestimmte Batterie zu entladen. Der Umgehungsschalter erledigt dies, indem er den Strom von der Batterie abtrennt, wobei er dazu ein oder mehrere Widerstände oder dergleichen verwendet. Die Aktivierung des Umgehungsschalters **52** in einem oder mehreren Batteriesteuermodulen zur Entladung einer oder mehrerer Batterien in einem Batteriesatz kann beispielsweise gewünscht werden, um den Spannungsausgang jeder einzelnen Batterie in dem Batteriesatz zu steuern, um dabei einen Batterieausgleich zu erzielen, oder um eine Batterie vor Schäden durch Überladung zu schützen.

[0047] Unter Bezug nun auf **Fig. 3** umfasst die Steuereinheit **22** des Energieverwaltungssystems einen Radiofrequenz-Empfänger **56** (RF) mit einem Eingang, der mit der Hauptzuleitung **16** über einen in Reihe geschalteten Kondensator **26** verbunden ist, wie auch in **Fig. 1** dargestellt ist. Der RF-Empfänger **56** ist als Breitbandempfänger so konfiguriert, um das von den Radiofrequenzsendern eines jeden Batteriesteuermoduls übertragene Breitband-Radiofrequenzsignal zu empfangen. Bei einer Ausführungsform ist der RF-Empfänger **56** so ausgelegt, um ein Breitband-Radiofrequenzsignal von etwa 5,5 Megahertz zu empfangen. Der RF-Empfänger **56** demoduliert das empfangene Radiofrequenzsignal in ein digitales Spannungssignal, wie zum Beispiel in einer Ausführungsform von 0 auf 5 Volt Gleichstrom.

[0048] Der Ausgang von dem RF-Empfänger **56** kann entweder direkt an eine Mikrokontrollereinheit **58** oder alternativ über einen Digitalmultiplexer **60** oder eine andere Digitalschaltung an die Mikrokontrollereinheit **58** angeschlossen sein. Der Multiplexer **60** wird von der Mikrokontrollereinheit **58** so betrieben, um eines aus einer Reihe von unterschiedlichen Eingangssignalen auszuwählen, das von der Mikrokontrollereinheit verarbeitet werden soll. Bei einer Ausführungsform wird ein Multiplexer **60** eingesetzt, um zwischen einem Ausgangssignal von dem RF-Empfänger **56** und Eingangssignalen von anderen elektrischen Einrichtungen innerhalb des Fahrzeugs zu wählen, wie zum Beispiel die Eingangssignale der Motorsteuervorrichtung, um Informationen über Spannung, Strom, Temperatur und Ladestatus zur Verfügung zu stellen.

[0049] Die Mikrokontrollereinheit **58** ist so konfiguriert, um unabhängig von einer verfügbaren Energie operieren zu können, zum Beispiel wenn 12 Volt Gleichstrom in einem Elektrofahrzeug eingesetzt werden, und umfasst eine Mikroprozessor-Schaltung (nicht dargestellt). Alternativ dazu kann die Mikrokontrollereinheit von einer internen Energiequelle, von einer Fahrzeugenergie, die außerhalb des Batteriesatzes liegt, von einer Solarenergie und dergleichen ausgehend arbeiten. Die Mikroprozessor-Schaltung ist so konfiguriert, um eine Reihe von unterschiedli-

chen Eingangssignalen aufnehmen zu können, die das digitale Spannungssignal aufweisen, das von dem RF-Empfänger **56** ausgegeben worden ist. Die Mikroprozessor-Schaltung ist so programmiert, um den Signalausgang von dem RF-Empfänger **56** zu empfangen, und um außerdem die empfangenen Informationen in einem SRAM oder EEPROM -Speicher zu speichern. Die Steuereinheit **22** ist so ausgelegt, um eine Verbindung mit einer Anwender-Schnittstelle aufnehmen zu können, um dabei das Programmieren der Mikroprozessor-Schaltung zu ermöglichen, und um Zugriff auf die im SRAM-Speicher des Mikroprozessors gespeicherten Informationen zu erhalten. Die in der Mikrokontroller-Einheit **58** gespeicherten Informationen können zum Zwecke einer diagnostischen Auswertung und dergleichen zu einem späteren Zeitpunkt wieder abgefragt werden. Solche gespeicherten Informationen umfassen den Betriebsleistungsverlauf von jeder Batterie in dem Batteriesatz, oder von jeder Batteriezelle der Batterien in einem Batteriesatz während der betrieblichen Nutzungsdauer der Batterie oder des Batteriesatzes oder innerhalb der Wartungszeiträume für diese Energiequellen. Bei bestimmten Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung wird der Batteriebetriebs-Leistungsverlauf von einer externen Steuereinheit **33** während der Fahrzeuginstandsetzung oder Batteriesatzwartung abgerufen, um wichtige Informationen bereitzustellen, die den Mechanismus oder die Gründe für eine Fehlfunktion bezüglich einer bestimmten Batterie aufzeigen.

[0050] Der vom RF-Empfänger **56** empfangene Signalausgang, d. h. die Informationen über den von jedem Batteriesteuermodul übertragenen Batterie-Betriebsparameter, wird vom Mikroprozessor entsprechend einem oder mehreren Steuersystemprogrammen ausgewertet. Bei verschiedenen Ausführungsformen verwendet der Mikroprozessor bestimmte Techniken wie Steuerung, Mustererkennung, Künstliche Intelligenz, Fuzzy-Logik, Neuronales Netz oder andere Analysen und Steuerungstechniken, um die von jedem Batteriesteuermodul empfangenen Informationen zu interpretieren und/oder eine Steuerungsreaktion zu generieren. Sobald die empfangenen Informationen ausgewertet sind, führt der Mikroprozessor einen oder mehrere Prozessschritte aus, die das Generieren von einem oder mehreren bestimmten Befehlen umfassen.

[0051] Bei einer bevorzugten Ausführungsform generiert die Mikroprozessor-Einheit **58** einen oder mehrere der sechs zuvor genannten Befehle. Jeder Befehl ist in Form eines seriell digitalen Steuerungssignals konfiguriert und weist eine Serie von 0 bis 5 Volt-Bits auf. Jede Befehlszeichenfolge wird von einer oder mehreren Adressen begleitet, die als zusätzliches, seriell digitales Signal konfiguriert sind, das einer oder mehreren Adressen eines bestimmten Batteriesteuermoduls entspricht. Auf diese Art und Weise kann die Steuereinheit **22** Steuersignale auf ein oder mehrere bestimmte Batteriesteuermodule

übertragen. Wenn auch ein bestimmtes Verfahren des Kennzeichnens oder Adressierens der Befehlszeichenfolge an ein oder mehrere designierte Batteriesteuermodule speziell offenbart worden ist, ist davon auszugehen, dass andere Techniken des Kennzeichnens oder Adressierens der Befehlszeichenfolge verwendet werden können, wie beispielsweise analoge Kennzeichnungstechniken, andere digitale Kennzeichnungstechniken oder die Verwendung von Vielfachkanälen der Radiofrequenzsignale.

[0052] Das Ausgangssignal von der Mikrokontroller-Einheit **22**, d. h. das adressierte Befehlsimpulssignal wird an einen Radiofrequenzsender (**62**) geleitet. Der RF-Sender **62** besteht vorteilhafterweise aus einem Breitbandsender, der eine Ähnlichkeit zu den Radiofrequenzsendern in jedem Batteriesteuermodul aufweist. Der RF-Sender **62** nimmt das seriell digitale Signal auf und überträgt ein Breitband-Radiofrequenzsignal von etwa 4,5 Megahertz, welches davon abhängt, ob jeweils ein L-Signal oder ein 0-Signal empfangen worden ist. Ein Ausgang von dem RF-Sender **62** ist mit der Hauptzuleitung **16** über den in Reihe geschalteten Kondensator **26** verbunden.

[0053] Um außerdem ein Steuersignal an jedes Steuermodul bereitzustellen, ist die Mikroprozessor-Einheit **22** außerdem so konfiguriert, um auch andere Funktionen ausführen zu können, wie zum Beispiel: (1) Überwachen des aktuellen Ladezustands bezüglich des Batteriesatzes und dessen Weiterleiten an eine Kraftstoffanzeige; (2) Steuern des Lüfterbetriebs in einem Fahrzeug-Batteriefach; (3) Steuern der Betriebs der zusätzlichen elektrischen Einrichtungen, wie beispielsweise die Heiz- und Kühlfunktionen im Fahrzeuginnenraum, um die an derartige Einrichtungen geleitete Energie reduzieren zu können oder Belastung abzuwerfen, wenn die bestehenden Verhältnisse eine Batterieladung verlangen; und (4) Aktivieren eines Wartungs-Warnlichtes zum Anzeigen, wenn eine oder mehrere Batterien oder Batteriezellen innerhalb eines Batteriesatzes ersetzt oder gewartet werden müssen.

[0054] Bei einer bevorzugten Ausführungsform funktioniert ein Energieverwaltungssystem, das gemäß den Grundsätzen der vorliegenden Erfindung konstruiert ist, zur Überwachung der Betriebsleistung der einzelnen Batterien in einem Batteriesatz oder der einzelnen Batteriezellen in den Batterien, aus denen sich der Batteriesatz zusammensetzt, um dadurch einen Batterieladeausgleich herstellen zu können. Der Batterieladeausgleich bezieht sich auf das Steuern des Ladezustands von jeder Batterie in einem Batteriesatz, so dass jede einzelne Batterie mit dem gleichen Stand wie die anderen Batterien in dem Batteriesatz geladen ist. Wenn zum Beispiel eine Batterie in einem Batteriesatz verhältnismäßig schwächer als die übrigen Batterien ist, wird die schwache Batterie selektiv über einen längeren Zeitraum oder häufiger als die anderen Batterien geladen, so dass sie keinen Schwächungseffekt auf die Gesamtleistung des Batteriesatzes bewirkt. Wenn als

weiteres Beispiel eine Batterie in einem Batteriesatz relativ stärker als die restlichen Batterien ist, wird die starke Batterie selektiv entladen, so dass sie keinen Effekt bezüglich einer Reduzierung der Ladezeit oder Frequenz für die restlichen Batterien bewirkt. Daher verbessert der Batterieladeausgleich die Betriebsnutzungsdauer, da jede Batterie in dem Batteriesatz überwacht und individuell gesteuert wird, um eine gleichmäßige Betriebsleistung erbringen zu können.

[0055] Das erfindungsgemäße Energieverwaltungssystem hat verschiedene Vorteile gegenüber den existierenden Kabelsystemen. Ein Vorteil sind die reduzierten Materialkosten des Energieverwaltungssystems auf Grund des Wegfalls von Extrakabeln, Kabelbäumen und der mit diesen Kabeln in Verbindung stehenden Installation. Ein weiterer Vorteil besteht dahingehend, dass der Einsatz des Energieverwaltungssystems den Bedarf von Hochspannungs-Isolationskomponenten ausschließt, die benötigt wurden, um Signale mit weit differierenden Grundspannungen zu überwachen und zu steuern. Ein weiterer Vorteil ist die durch das Energieverwaltungssystem realisierte Gewichtsersparnis auf Grund des Wegfalls von extra bereitzustellenden Kabeln, Kabelbäumen und Hochspannungs-Isolationskomponenten. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass das Energieverwaltungssystem sicher zu installieren ist, da es keine Komponenten oder Module aufweist, die mit höheren Spannungen als 12 Volt Gleichstrom verbunden sind. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Energieverwaltungssystem zuverlässiger als ein auf Kabeln basierendes System ist und eine potentiell längere Betriebsnutzungsdauer aufweist, da die störungsanfälligsten Elemente von solchen Kabelsystemen fehlen, wie zum Beispiel die exponierten Signalkabelzüge neben der Batterie.

[0056] Noch ein weiterer Vorteil des Energieverwaltungssystems dieser Erfindung ist das Moduldesign der Komponenten, das einen äußerst flexiblen und robusten Systembetrieb ermöglicht. Einzelne Fehlfunktionen beispielsweise in einem Batteriesteuermodul oder ein offener Stromschaltkreis [Leitungsbruch] in einer Batterie setzt nicht das gesamte System außer Betrieb, da andere Batteriesteuermodule noch imstande sind, Informationen über Radiofrequenzübertragung an die Steuereinheit zu übertragen und von dieser Steuersignale zu empfangen. Die Modulkonstruktion ermöglicht außerdem ein einfaches Entfernen eines nicht korrekt bedienbaren oder nicht funktionierenden Batteriesteuermoduls von dem System sowie das Ersetzen mit einem reparierten, neuen oder nachgerüsteten Batteriesteuermodul. Durch ein einfaches Neuprogrammieren oder Anweisen der Steuereinheit ermöglicht diese Modulkonstruktion ferner das Einfügen von zusätzlichen Batteriesteuermodulen oder anderen Systemmodulen in das System.

[0057] Die Modulkonstruktion des Energieverwaltungssystems erlaubt somit das Einsetzen der Systemkomponenten im Innern der bereits vorhandenen

Elektrosystemkomponenten, wie zum Beispiel das Einsetzen eines Batteriesteuermoduls in einem Batteriegehäuse, wodurch diese Module von den Herstellern solcher Elektrosystemkomponenten produziert werden können. Beispielsweise kann die Steuereinheit zugleich in einer Motorsteuervorrichtung oder in einem internen Batterieladegerät hergestellt werden. Das Einbeziehen der Energieverwaltungssystem-Komponenten in bestehende Elektrosystemkomponenten ist vorteilhaft, da dies die Kosten für das Energieverwaltungssystem weiter reduziert, dessen Zuverlässigkeit erhöht, dessen Raumanforderungen reduziert, dessen Flexibilität erhöht, und dem Energieverwaltungssystem außerdem ermöglicht, direkt mit der Motorsteuervorrichtung oder dem Batterieladegerät zu kooperieren.

[0058] Wenn auch eine spezielle Ausführungsform des Energieverwaltungssystems hierin beschrieben und veranschaulicht worden ist, sind für die Fachleute auf diesem Gebiet viele Modifikationen und Varianten erkennbar. Zum Beispiel umfasst ein Energieverwaltungssystem im Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung Mittel für einen leichten Transfer der Radiofrequenzübertragung über den Hauptzuleitungsweg, wie zum Beispiel über die Hauptzuleitung in einem elektrischen System, sowie über ein Nichtleiterverfahren, wie beispielsweise über ein Antennensystem, das zur Hauptzuleitung entfernt beabstandet ist. Als weiteres Beispiel kann das Energieverwaltungssystem zum Zwecke der Informationsübertragung Radiofrequenzen von den Batteriesteuermodulen und Steuersignalen von der Steuereinheit verwenden, die andersartig als die speziell vorstehend beschriebenen Radiofrequenzen sind. Außerdem können die durch das Energieverwaltungssystem generierten Informationen und Steuersignale über Radiofrequenz übertragen werden, indem analoge anstatt digitale Übertragungsverfahren angewendet werden.

### Patentansprüche

1. Energieverwaltungssystem zum Einsatz in einem Elektrofahrzeug mit einer elektrischen Batterie (10) als Antriebsquelle, wobei das System umfasst: eine Vielheit von Batteriesteuermodulen (18), wobei jedes Batteriesteuermodul (18) einschließt: wenigstens ein Überwachungselement (34), das am Fahrzeug positioniert und konfiguriert ist einen Betriebsparameter besagter elektrischer Batteriequelle zu messen, die aus der Gruppe ausgewählt wird, die aus einem Batteriesatz, wenigstens einer Batterie in einem Batteriesatz, wenigstens einer Zelle in einer Batterie, und Kombinationen davon besteht; ein Steuergerät (50) zum Steuern besagter zu überwachender Quelle; einen ersten Radiofrequenzempfänger (46); und einen zweiten Radiofrequenzempfänger (42); eine Steuereinheit (22), die am Fahrzeug positioniert und konfiguriert ist Überwachung und Steuerung durch jedes der besagten Batteriesteuermodule (18)

zu koordinieren, wobei die Steuereinheit (22) einschließt:

einen zweiten Radiofrequenzempfänger (56), der konfiguriert ist ein Radiofrequenzsignal zu empfangen, das vom ersten Radiofrequenzsender (42) in jedem Batteriesteuermodul (18) gesendet wird;  
einen zweiten Radiofrequenzsender (62), der konfiguriert ist ein Radiofrequenzsignal zu senden, das vom ersten Radiofrequenzempfänger (46) in jedem Batteriesteuermodul (18) empfangen werden kann;  
Mittel zum Auswerten der ab jedem Batteriesteuermodul (18) empfangenen Radiofrequenzsignale und Bereitstellen eines Steuersignals zur Übertragung an das Steuerelement von wenigstens einem designierten Batteriesteuermodul (18).

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (22) Mittel zum Adressieren des Steuersignals einschließt, das von wenigstens einem designierten Batteriesteuermodul (18) erkannt werden soll.

3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Batteriesteuermodul (18) Mittel zum Erkennen einschließt ob ein Steuersignal an jenes spezielle Batteriesteuermodul (18) adressiert ist.

4. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Radiofrequenzsender (42, 62) und -empfänger (46, 56) für jedes Batteriesteuermodul (18) und die Steuereinheit (22) an eine Leiterbahn (16) angeschlossen sind, die zwischen derelektrischen Kraftquelle und einem Stromhandhabungsgerät im Fahrzeug angebracht ist.

5. System nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch Mittel zum Isolieren der von jedem Batteriesteuermodul (18) und dem Steuermodul (22) über die Leiterbahn (16) gesendeten und empfangenen Radiofrequenzsignale von anderen Geräten im Fahrzeug.

6. System nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch Mittel (26), die zwischen der Leiterbahn (16) und der Steuereinheit (22) angeordnet sind, um die Steuereinheit (22) von Hochspannungsdifferentialen zwischen der Leiterbahn und der Steuereinheit zu isolieren.

7. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Batteriesteuermodul (18) ein Überwachungselement (34) für die Batteriespannung und ein Überwachungselement (36) für die Batterietemperatur einschließt.

8. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Batteriesteuermodul (18) konfiguriert ist Energiequellen-Betriebsparameterinformationen als Antwort auf ein designiertes Steuersignal zu senden.

9. System nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass jedes Batteriesteuermodul (18) weiter Mittel zum Bewirken einer Änderung in wenigstens einem Energiequellen-Betriebsparameter als Antwort auf ein designiertes Steuersignal umfasst.

10. System nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Mittel zum Isolieren der von jedem Batteriesteuermodul (18) und dem Steuermodul (22) gesendeten und empfangenen Radiofrequenzsignale von anderen elektrischen Geräten in der elektrisch betriebenen Vorrichtung .

11. System nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine zweite Steuereinheit (33), die sich außerhalb des Fahrzeugs befindet, wobei die zweite Steuereinheit einen Radiofrequenzsender (62) und einen Radiofrequenzempfänger (56) einschließt, die konfiguriert sind Kommunikation mit der Steuereinheit (22) und jedem Batteriesteuermodul (18) aufzunehmen.

12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die zweite Steuereinheit (33) adaptiert ist Verbindung mit einer Anwenderschnittstelle (37) aufzunehmen.

13. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (22) Mittel zur Speicherung (Batterie) von Energiequellen-Betriebsparameterinformationen einschließt, die von jedem Batteriesteuermodul (18) gesendet werden.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

**FIG. 1**

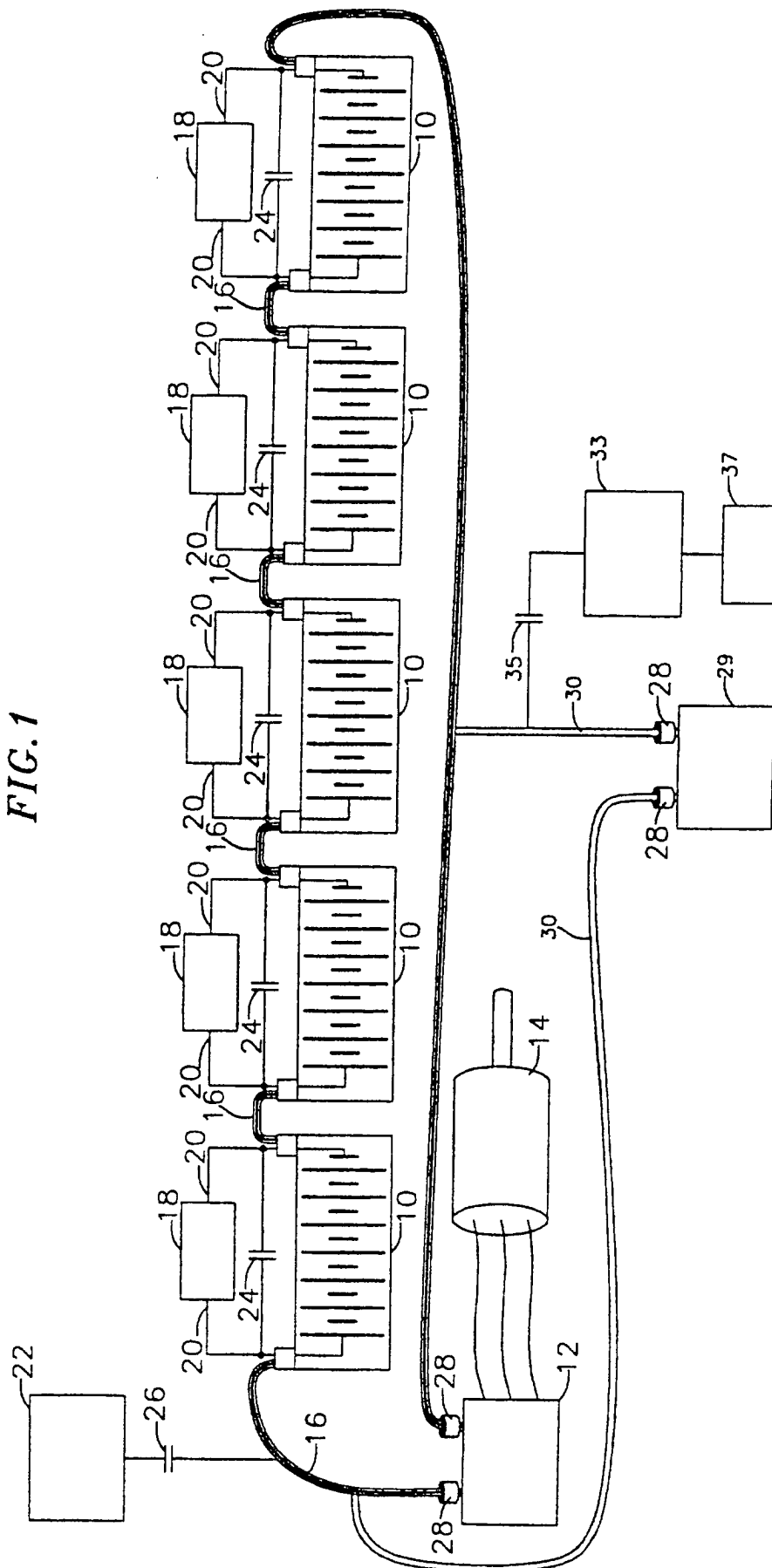
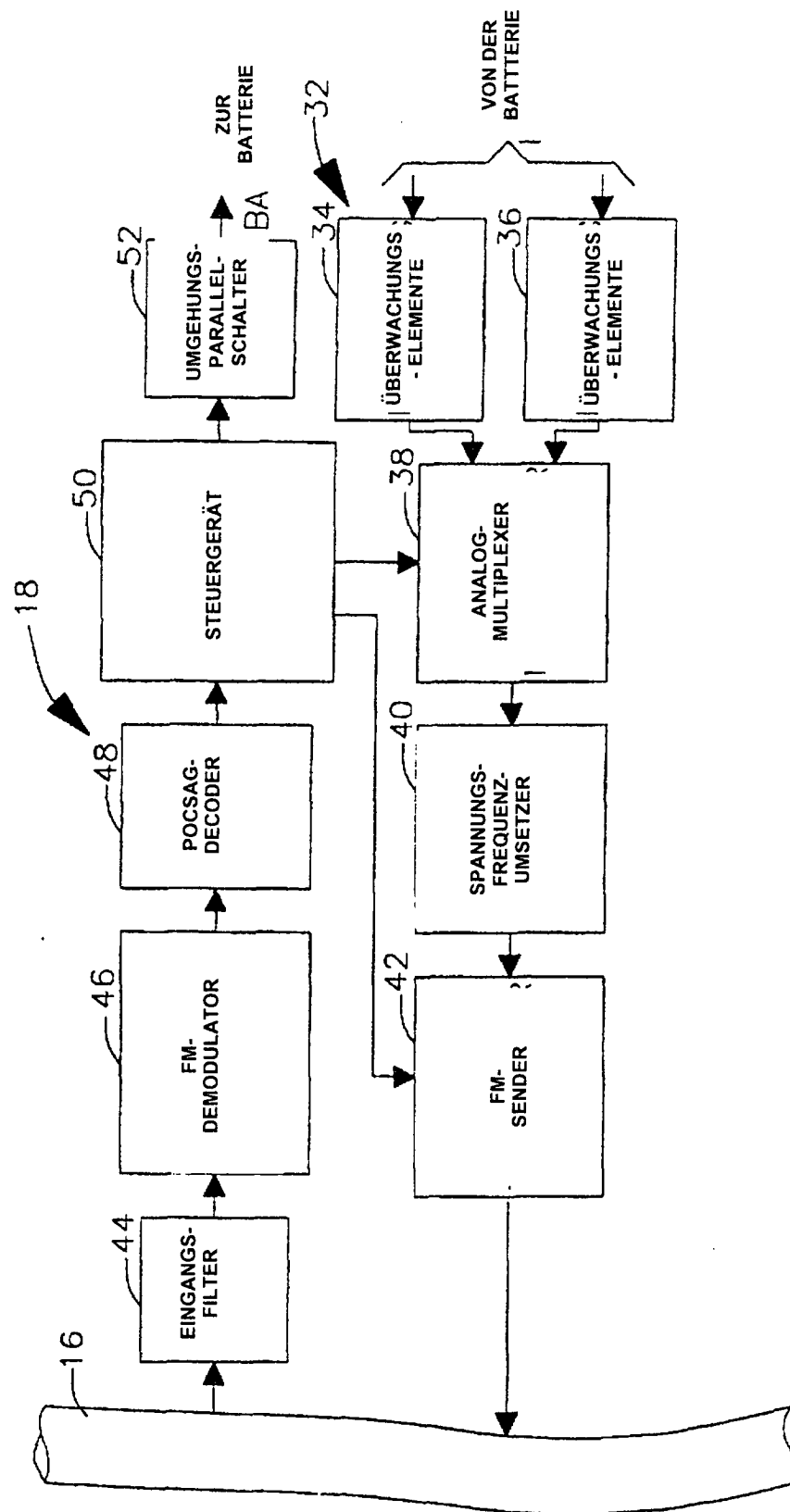


FIG. 2



*FIG. 3*

