



(19) Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 11 2006 003 033 T5 2009.01.22

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2007/061905**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2006 003 033.7**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2006/044791**
(86) PCT-Anmeldetag: **16.11.2006**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.05.2007**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **22.01.2009**

(51) Int Cl.⁸: **B60L 11/18** (2006.01)

(30) Unionspriorität:
11/282,301 18.11.2005 US

(71) Anmelder:
Continental Automotive Systems US, Inc. (n. d. Gesetzen des Staates Delaware), Auburn Hills, Mich., US

(74) Vertreter:
Fischer, M., Dipl.-Phys. Dr.-Ing., Pat.-Anw., Zürich, CH

(72) Erfinder:
Hampo, Richard J., Plymouth, Mich., US; Dyke, John M. van, Plymouth, Mich., US; Ahmed, Sayeed, Canton, Mich., US; Zhu, Lizhi, Canton, Mich., US

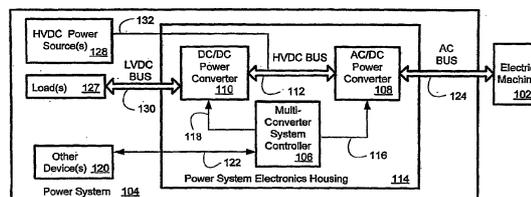
(54) Bezeichnung: **System und Verfahren zur allgemeinen Steuerung von Stromrichtern**

(57) Hauptanspruch: Energieversorgungssystem zum Steuern von Energieübertragungen an eine elektrische Maschine, welches folgendes umfasst:

einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter, der dazu dient, Wechselstrom (AC), der von der elektrischen Maschine empfangen wird, in Gleichstrom (DC) umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine als Energieerzeuger arbeitet, und dazu dient, Gleichstrom, der von mindestens einer Gleichstromquelle empfangen wird, in Wechselstrom umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine als Motor arbeitet;

mindestens einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter, der dazu dient, eine niedrige Gleichspannung in eine hohe Gleichspannung umzuwandeln; und

eine Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter, die dazu dient, den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter zu steuern.



Beschreibung

Hintergrund der Erfindung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Offenbarungsschrift betrifft allgemein elektrische Energieversorgungssysteme und spezieller Energieversorgungssystemarchitekturen, die sich zur allgemeinen Steuerung von Gleichstrom/Wechselstrom(DC/AC)-Stromrichtern und Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichtern eignen.

Beschreibung des bisherigen Stands der Technik

[0002] Eine mit Wechselstrom (Alternating Current, AC) betriebene elektrische Maschine kann mit einem Gleichstrom(Direct Current, DC)-System über einen bidirektionalen Gleichstrom/Wechselstrom(AC/DC)-Stromrichter gekoppelt sein. Wenn die mit Wechselstrom betriebene elektrische Maschine als Motor arbeitet, liefert der Gleichstrom/Wechselstrom(AC/DC)-Stromrichter Energie an die mit Wechselstrom betriebene elektrische Maschine, indem er Gleichstrom, den er von einer Gleichstromquelle empfängt, in Wechselstrom umrichtet.

[0003] Alternativ kann die mit Wechselstrom betriebene elektrische Maschine als Energieerzeuger arbeiten, wenn das Drehmoment an die Welle der Maschine angelegt wird. Wenn beispielsweise ein Elektromotor bremst, durch die eigene Beharrung läuft oder wenn ein Elektrofahrzeug, in dem der Motor zum Einsatz kommt, bergab rollt, erzeugt der Elektromotor Wechselstrom. Dementsprechend wird der von der mit Wechselstrom betriebenen elektrischen Maschine erzeugte Wechselstrom von dem Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter in Gleichstrom gleichgerichtet. Der Gleichstrom wird üblicherweise in einer Energiespeichervorrichtung gespeichert, beispielsweise einer Anordnung von chemischen Batteriezellen und/oder Super- bzw. Ultrakondensatoren. Dieser Betriebsmodus wird oft auch als regenerativer Modus bezeichnet.

[0004] Die Gleichstromseite des bidirektionalen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichters ist üblicherweise mit einem Hochspannungs-Gleichstrom(High Voltage Direct Current, HVDC)-Bus gekoppelt. Dementsprechend erfolgen Energieübertragungen von/zu der elektrischen Maschine über den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter auf dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus an andere Komponenten des Energieversorgungssystems.

[0005] Eine Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Systemsteuerungseinheit wird üblicherweise eingesetzt, um den Betrieb des bidirektio-

nalenen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichters zu steuern, sodass die Energie, die Spannung und/oder der Strom, die/der auf dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus übertragen wird, geregelt (gesteuert) wird. Eine der Funktionen der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Systemsteuerungseinheit ist es beispielsweise, Überspannungsbedingungen auf dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus zu verhindern, wenn die mit Wechselstrom betriebene elektrische Maschine in einem Energieerzeuger-Modus arbeitet. Als weiteres Beispiel kann die Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Systemsteuerungseinheit den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter steuern, um verschiedene betriebliche Gesichtspunkte der mit Wechselstrom betriebenen Maschine anzupassen, beispielsweise etwa die Drehzahl und/oder das Drehmoment.

[0006] In dem Energieversorgungssystem kommen auch noch weitere Komponenten zum Einsatz, darunter verschiedene Lasten und Gleichstromquellen. Beispiele für Lasten sind unter anderen verschiedene interne Komponenten (wie etwa Hilfslasten etc.), von externen Bauelementen (wie etwa Lampen, kleinen Motoren, elektronischen Bauelementen etc.) verursachte Lasten oder Power Conditioning Devices, PCD (etwa Kondensatoren, Reaktoren etc.) Beispiele für Gleichstromquellen beinhalten Brennstoffzellensysteme, Gleichstrom-Maschinen (die beispielsweise durch einen Verbrennungsmotor angetrieben werden), Kondensatoren und Batterien. Einige Arten von Gleichstromquellen sind dafür ausgelegt, elektrische Energie sowohl bereitzustellen als auch zu speichern. Andere Arten von Gleichstromquellen sind dafür ausgelegt, nicht erneuerbare Brennstoffenergiequellen in elektrische Energie umzuwandeln.

[0007] In einigen Fällen ist die Betriebsspannung der Last(en) und/oder der Gleichstromquelle(n) niedriger als die Betriebsspannung auf dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus. Dementsprechend macht eine Kopplung zwischen den Komponenten mit niedrigerer Spannung und dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus eine Spannungswandlervorrichtung erforderlich, den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter. Dementsprechend wird der Energiefluss zwischen dieser/dieser Last(en) und/oder dieser/dieser Gleichstromquelle(n) und dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus durch den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter übertragen.

[0008] Wenn elektrische Energie an die elektrische Maschine bereitgestellt wird (über den vorstehend beschriebenen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter), kann die von dieser/dieser Gleichstromquelle(n) mit niedrigerer Spannung empfangene Energie durch den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter von der re-

lativ niedrigeren Betriebsspannung der Gleichstromquelle(n) auf die relativ höhere Betriebsspannung auf dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus hochgewandelt oder erhöht werden. Andersherum kann, wenn Energie von der elektrischen Maschine bereitgestellt wird (über den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter), die über den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus empfangene Energie durch den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter von der relativ höheren Betriebsspannung auf dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus in die relativ niedrigere Betriebsspannung der Gleichstromquelle(n) heruntergewandelt oder herabgesetzt werden. Dementsprechend sind die Gleichstromquellen, die empfangene Energie speichern können, dann in der Lage, den empfangenen Gleichstrom niedriger Spannung für die spätere Nutzung zu speichern.

[0009] Zusätzlich zur Übertragung von Energie zwischen der/den Gleichstromquelle(n) und dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus kann der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter in einer Art und Weise betrieben werden, in der er die Spannung auf dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus und/oder an den Anschlussklemmen der Gleichstromquelle(n) regelt. Dementsprechend wird üblicherweise eine Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Systemsteuerungseinheit verwendet, um den Betrieb des Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichters zu steuern, sodass die Energie, die Spannung und/oder der Strom, die/der zwischen dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus und der/den Gleichstromquelle(n) übertragen wird, geregelt (gesteuert) wird.

[0010] Bei der Fertigung von Vorrichtungen, in denen die vorstehend beschriebenen Komponenten zum Einsatz kommen, beispielsweise ein Elektrofahrzeug, werden der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter, die Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Systemsteuerungseinheit, der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter und die Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Systemsteuerungseinheit üblicherweise auf voneinander getrennten, modularen Bausteinen hergestellt oder montiert. Diese voneinander getrennten, modularen Bausteine werden anschließend mithilfe verschiedener elektrischer Verbinder miteinander gekoppelt. Derartige Verbinder können beispielsweise ineinandergreifende Stift/Socket-Vorrichtungen, Leitungsstränge und/oder elektrisch leitfähige Muttern/Schrauben oder dergleichen sein. Schweißen, Lötten oder dergleichen können ebenfalls verwendet werden, um die Verbinder der vorstehend beschriebenen Komponenten zu koppeln. Für den Fachmann auf diesem Gebiet der Technik sind die Schwierigkeiten und die Kosten des Koppeln von Verbindern der vorstehend beschriebenen Komponenten während des Fertigstellungsprozesses offensicht-

lich. Ein Fachmann auf diesem Gebiet der Technik wird außerdem die Anfälligkeit derartiger Verbindungen für Verschleiß oder andere Beschädigungen erkennen, durch die die Zuverlässigkeit oder die mittlere störungsfreie Betriebszeit verringert und die durchschnittliche Lebensdauer des Systems verkürzt wird.

Kurze Zusammenfassung der Erfindung

[0011] Ein System und ein Verfahren zum Steuern von Stromrichtern in einem Energieversorgungssystem, das mit einer elektrischen Maschine gekoppelt ist, werden offenbart. Kurz beschrieben kann gemäß einem Gesichtspunkt eine Ausführungsform zusammengefasst werden als ein Verfahren, welches umfasst, mindestens ein erstes Steuerungssignal von einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter an einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter zu übertragen, wobei der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter in einem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten sind; und mindestens ein zweites Steuerungssignal von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter an einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter zu übertragen, wobei der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter in einem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist.

[0012] Gemäß einem anderen Gesichtspunkt kann eine Ausführungsform zusammengefasst werden als ein Energieversorgungssystem, das eine Energieübertragung an eine elektrische Maschine steuert und das folgendes umfasst: einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter, der dazu dient, von der elektrischen Maschine empfangenen Wechselstrom (AC) in Gleichstrom (DC) umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine als Energieerzeuger arbeitet, und dazu dient, von mindestens einer Gleichstromquelle empfangenen Gleichstrom (DC) in Wechselstrom (AC) umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine als Motor arbeitet, mindestens einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter, der dazu dient, eine niedrige Gleichspannung in eine hohe Gleichspannung umzuwandeln, und eine Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter, die dazu dient, den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter zu steuern.

[0013] Gemäß noch einem weiterem Gesichtspunkt kann eine Ausführungsform zusammengefasst werden als ein modular aufgebautes Energieversorgungssystem, das Energieübertragungen zwischen einer elektrischen Maschine und mindestens einer Gleichstromquelle steuert und das folgendes umfasst: ein Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems, das mit der elektrischen Maschine gekoppelt werden kann; einen Wechselstrom/Gleich-

strom(AC/DC)-Stromrichter, der in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist und der dazu dient, von der elektrischen Maschine empfangenen Wechselstrom in Gleichstrom umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine als Energieerzeuger arbeitet, und dazu dient, von der Gleichstromquelle empfangenen Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine als Motor arbeitet; mindestens einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter, der in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist und dazu dient, eine niedrige Gleichspannung in eine hohe Gleichspannung umzuwandeln; und eine Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter, die in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist und dazu dient, den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter zu steuern, indem sie mindestens ein erstes Steuerungssignal an den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter überträgt, und dazu dient, den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter zu steuern, indem sie mindestens ein zweites Steuerungssignal an den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter überträgt.

Kurze Beschreibung der verschiedenen Ansichten in den Zeichnungen

[0014] In den Zeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleichartige Elemente oder Aktionen. Die Größen und relativen Positionen der Elemente in den Zeichnungen sind nicht notwendigerweise maßstabsgerecht gezeichnet. Beispielsweise sind die Formen verschiedener Elemente und Winkel nicht maßstabsgerecht gezeichnet und sind einige dieser Elemente beliebig vergrößert und so angeordnet, dass die Übersichtlichkeit der Zeichnung verbessert wird. Ferner ist nicht beabsichtigt, durch die spezifischen Formen der Elemente in den Zeichnungen irgendwelche Informationen über die tatsächliche Form der betreffenden Elemente zu vermitteln, und wurden diese ausschließlich für die bessere Erkennbarkeit in den Zeichnungen gewählt.

[0015] [Abb. 1](#) ist ein Blockdiagramm einer elektrischen Maschine und eines Energieversorgungssystems gemäß einer beispielhaften Ausführungsform.

[0016] [Abb. 2](#) ist ein Blockdiagramm, das stärker ins Detail gehend einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter veranschaulicht, die durch eine beispielhafte Ausführungsform einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter gesteuert werden.

[0017] [Abb. 3](#) ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Ausführungsform einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter veranschaulicht,

welche dazu dient, einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und eine Mehrzahl von Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichtern zu steuern.

[0018] [Abb. 4](#) ist ein vereinfachtes Blockdiagramm einer prozessorbasierten Ausführungsform der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter.

[0019] [Abb. 5](#) ist ein Blockdiagramm einer Ausführungsform der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter, die eine Gatteransteuerung des Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichters und ein Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichtermodule steuert.

[0020] [Abb. 6](#) ist ein Ablaufdiagramm, das eine Ausführungsform eines Prozesses zum Steuern von mindestens einem Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und einem Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter mit einer Ausführungsform der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter veranschaulicht.

[0021] Die [Abb. 7A–B](#) sind Blockdiagramme, die verschiedene Ausführungsformen drahtgebundener Verbindungen veranschaulichen.

Ausführliche Beschreibung der Erfindung

[0022] [Abb. 1](#) ist ein Blockdiagramm einer elektrischen Maschine **102** und eines Energieversorgungssystems **104** gemäß einer dargestellten Ausführungsform. Das Energieversorgungssystem **104** umfasst eine Einheit, die mehrere Stromrichtereinheiten steuert (Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter) **106**, einen bidirektionalen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108**, einen bidirektionalen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** und einen Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112**, der den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** elektrisch miteinander koppelt. Die vorstehend beschriebenen Komponenten sind in einem Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** enthalten. Das Energieversorgungssystem **104** kann weitere, hier nicht dargestellte Komponenten aufweisen.

[0023] Die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** dient dazu, zwei oder mehr Stromrichter zu steuern. In der beispielhaften Ausführungsform, die in [Abb. 1](#) veranschaulicht ist, stellt die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** Steuerungssignale an den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und an den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** über Verbindungen **116** bzw. **118** bereit. In einigen Ausführungsformen kann die Systemsteuerungseinheit für

mehrere Stromrichter **106** dazu dienen, Steuerungssignale an ein oder mehrere andere(s) Bauelement(e) **120** über die Verbindung **122** bereitzustellen. Derartige Bauelemente **120** können außerhalb des Elektronikgehäuses **114** des Energieversorgungssystems **104** angesiedelt sein wie dargestellt oder können in dem Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** enthalten sein.

[0024] Ein Vorteil, der durch die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** erzielt wird, besteht darin, dass die vorstehend beschriebenen Komponenten und andere (nicht dargestellte) zugehörige Elektronikbausteine des Energieversorgungssystems **104** auf praktische Weise innerhalb des Elektronikgehäuses **114** des Energieversorgungssystems **104** als ein einziger Baustein montiert werden können. Systeme nach dem bisherigen Stand der Technik, bei denen voneinander getrennte Steuerungseinheiten für die verschiedenen Stromrichter zum Einsatz kommen, sind üblicherweise in mehreren voneinander getrennten Steuerungseinheit/Stromrichter-Modulen angeordnet, sodass sie erheblich mehr Kopplungskomponenten erfordern, um die verschiedenen voneinander getrennten Steuerungseinheit/Stromrichter-Module in den Endstufen der Montage miteinander zu koppeln.

[0025] Wie weiter oben bereits erwähnt, ist die Gleichstromseite eines Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichters **108** mit dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** gekoppelt und ist die Wechselstromseite mit einem Wechselstrom(AC)-Bus **124** gekoppelt. Der Wechselstrom(AC)-Bus **124** kann die verschiedensten Formen haben, abhängig von der jeweiligen Anwendung. Beispiele für eine Wechselstrom(AC)-Busarchitektur umfassen unter anderem einphasig, dreiphasig, Dreiphasen-Schutzleitersystem oder Drehstromsystem mit Neutralleiter etc. Dementsprechend erfolgen Energieübertragungen zwischen dem Energieversorgungssystem **104** und der elektrischen Maschine **102** über den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112**, den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und den Wechselstrom(AC)-Bus **124**.

[0026] Der Wechselstrom(AC)-Bus **124** kann zwei oder mehr Teile umfassen, von denen einer in dem Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** enthalten ist. Auf diese Weise kann der Teil des Wechselstrom(AC)-Busses **124** im Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** mit einem anderen Teil des Wechselstrom(AC)-Busses **124** gekoppelt werden, um den modularen Aufbau des Elektronikgehäuses **114** des Energieversorgungssystems **104** zu ermöglichen.

[0027] Das Energieversorgungssystem **104** kann außerdem eine oder mehrere Niederspannungs-

ten **127** und/oder Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequellen **128** enthalten. Diese Niederspannungslasten **127** können mit einem Niederspannungs-Gleichstrom(Low Voltage Direct Current, LVDC)-Bus **130** gekoppelt sein. Beispiele für Niederspannungslasten **127** können unter anderen verschiedene interne Komponenten (wie etwa Hilfslasten etc.), von externen Bauelementen (wie etwa Lampen, kleinen Motoren, elektronischen Geräten etc.) verursachte Lasten oder Power Conditioning Devices, PCD (etwa Kondensatoren, Drosselspulen etc.) sein.

[0028] Der Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus **130** ist ferner mit der Niederspannungsseite des Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichters **110** gekoppelt. Der Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus **130** kann zwei oder mehr Teile umfassen, von denen einer in dem Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** enthalten ist. Auf diese Weise kann der Teil des Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Busses **130** im Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** mit einem anderen Teil des Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Busses **130** gekoppelt werden, um den modularen Aufbau des Elektronikgehäuses **114** des Energieversorgungssystems **104** zu ermöglichen.

[0029] Beispiele von Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequellen **128** können unter anderem Brennstoffzellensysteme, Gleichstrom-Maschinen (die beispielsweise durch einen Verbrennungsmotor angetrieben werden), Kondensatoren und/oder Batterien beinhalten. Gleichstrom, der von der/den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequelle(n) **128** empfangen wird, wird über die Verbindung **132** auf den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** übertragen. In ähnlicher Weise kann von der elektrischen Maschine **102** empfangene Energie, die über den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** übertragen wird, an die Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequelle(n) **128** übertragen werden.

[0030] [Abb. 2](#) ist ein Blockdiagramm, das stärker ins Detail gehend einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** veranschaulicht, die durch eine beispielhafte Ausführungsform einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** gesteuert werden. Der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** verwendet eine Brücke **202**, welche mithilfe einer Vielzahl von (nicht dargestellten) Transistorvorrichtungen Gleichstrom in Wechselstrom umrichtet und Wechselstrom in Gleichstrom gleichrichtet. Die Brücke **202** kann aus einem beliebigen der zahlreichen bekannten Typen von bidirektionalen transistorbasierten Stromrichtersystemen bestehen, die ausreichend be-

kannte Topologien aufweisen. Beispiele solcher Transistorvorrichtungen beinhalten unter anderem Feldeffekttransistoren (FET), Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor, MOSFET) oder Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (Insulated Gate Bipolar Transistors, IGBT) und zugehörige antiparallele Dioden. Derartige Transistorvorrichtungen können auch als „Leistungshalbleitervorrichtungen“ bezeichnet werden.

[0031] Die Gleichstromseite der Brücke **202** ist mit dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** gekoppelt. Die Wechselstromseite der Brücke **202** ist mit dem Wechselstrom(AC)-Bus **124** gekoppelt.

[0032] Der Energiefluss und/oder die Spannungsregelung durch die Brücke **202** wird/werden durch die Gatteransteuerung **208** gesteuert. Die Gatteransteuerung **208** stellt über die Verbindung **210** Gatter-Steuerungssignale an die Transistoren bereit, die die Brücke **202** bilden, als Reaktion auf Steuerungssignale von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106**.

[0033] In dem Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** kommt eine Brücke **212** zum Einsatz, die die relativ höhere Betriebs-Gleichspannung auf dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** in die relativ niedrigere Betriebs-Gleichspannung des Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Busses **130** umwandelt. Die Brücke **212** kann ebenfalls aus einem beliebigen der zahlreichen bekannten Typen von bidirektionalen transistorbasierten Stromrichtersystemen bestehen, die ausreichend bekannte Topologien aufweisen. Beispiele solcher Transistorvorrichtungen beinhalten unter anderem Feldeffekttransistoren (FET), Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFET) oder Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) und zugehörige antiparallele Dioden.

[0034] Die Hochspannungs-Gleichstrom-Seite der Brücke **212** ist mit dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** gekoppelt. Die Niederspannungs-Gleichstrom-Seite der Brücke **212** ist über die Verbindung **214** mit dem Transformator **216** gekoppelt. Der Transformator **216** ist über die Verbindung **224** mit dem Gleichrichter **222** gekoppelt. Das Filter **226** ist über die Verbindung **228** mit dem Gleichrichter **222** gekoppelt und ist mit dem Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus **130** gekoppelt.

[0035] Der Energiefluss und/oder die Spannungsregelung durch die Brücke **212** wird/werden durch die Gatteransteuerung **218** gesteuert. Die Gatteransteuerung **218** stellt über die Verbindung **220** Gatter-Steuerungssignale an die Transistorvorrichtungen bereit, die in der Brücke **212** enthalten sind, als

Reaktion auf Steuerungssignale von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106**.

[0036] Der Aufbau, die Konfiguration und der Betrieb der verschiedenen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** sowie ihrer internen Komponenten, die durch Ausführungsformen der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** gesteuert werden, sind ausreichend bekannt. Dementsprechend wird der Kürze halber und weil eine derartige ausführliche Beschreibung in den Dokumenten, die durch Querverweisung als in diese Patentschrift aufgenommen gelten, bereits enthalten ist, hier keine ausführliche Beschreibung des Betriebs der Komponenten in dem Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und dem Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** gegeben.

[0037] Wenn mehrere Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequellen **128** mit denselben Betriebsspannungen arbeiten, können sie sich einen gemeinsamen Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus **130** und Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** teilen, unter der Voraussetzung, dass der gemeinsame Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus **130** und der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** ausreichende Bemessungsleistungen haben, um Energieübertragungen von den verschiedenen Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequellen **128** zu bewältigen. Wenn mehrere Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequellen **128** mit verschiedenen Betriebsspannungen arbeiten, würden sie verschiedene Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Busse **130** und Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** verwenden. [Abb. 3](#) ist ein Blockdiagramm, das eine beispielhafte Ausführungsform einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** veranschaulicht, welche dazu dient, einen Wechselstrom-Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und eine Mehrzahl von Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichtern **110**, **302** zu steuern.

[0038] Wie die in [Abb. 1](#) dargestellte beispielhafte Ausführungsform steuert die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** den Wechselstrom-Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110**. Ferner steuert die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **302** über die Verbindung **304**. Der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **302** stellt eine Kopplung zurück zu einer Mehrzahl von Gleichstromquellen **306a-i** über den zweiten Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus **308** bereit. Eine derartige Konfiguration kann wünschenswert sein, wenn die Betriebsspannung des ersten Niederspan-

nungs-Gleichstrom(LVDC)-Busses **130** von der Betriebsspannung des zweiten Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Busses **306** verschieden ist. Alternativ kann die Kapazität des ersten Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichters **110** und/oder die Kapazität des ersten Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Busses **130** derart begrenzt sein, dass der zweite Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **302** und der Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus **306** genutzt werden.

[0039] Die vorstehend beschriebene beispielhafte Ausführungsform der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** ist nur ein einziges Beispiel ohne jeglichen einschränkenden Charakter, wie es in einem Energieversorgungssystem **104** zum Einsatz kommt. Zahlreiche verschiedene alternative Ausführungsformen sind möglich.

[0040] Ebenfalls der Zweckmäßigkeit wegen in **Abb. 3** dargestellt ist eine primäre Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequelle **310**, die über die Verbindung **312** mit dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** gekoppelt ist. In einigen Anwendungen stellt die primäre Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequelle **310** relativ hohe Gleichstrompegel für die elektrische Maschine **102** bereit. Beispiele für die primäre Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequelle **310** beinhalten Brennstoffzellen und/oder Gleichstrom-Maschinen (die beispielsweise von einem Verbrennungsmotor angetrieben werden). Beispielsweise kann die primäre Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Energiequelle **310** in Kraftfahrzeugen mit Elektro- oder Hybridantrieb zum Einsatz kommen.

[0041] **Abb. 4** ist ein vereinfachtes Blockdiagramm **400** einer prozessorbasierten Ausführungsform der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106**. Diese beispielhafte Ausführungsform der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter ist implementiert in einem prozessorbasierten System **400**, welches mindestens einen Prozessor **402** und einen Speicher **404** (oder ein anderes geeignetes computerlesbares oder prozessorlesbares Medium) enthält. Eine Logik **406** zur Ausführung der vorstehend beschriebenen Funktionen einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** ist in dem Speicher **404** enthalten. Die Logik **406** kann als ein Programm implementiert sein. Auf diese Weise bewirkt die Ausführung der Logik **406** durch den Prozessor **402** das Erzeugen der Steuerungssignale durch die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106**, welche den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** (**Abb. 1**) steuert. Eine optionale Gatter-Schnittstelle **408** formatiert die erzeugten Steuerungssignale in ein geeignetes Format für den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und/oder den

Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110**.

[0042] **Abb. 5** ist ein Blockdiagramm einer Ausführungsform der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106**, welche eine Gatteransteuerungs-Platine **502** eines Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichters **108** (die der vorstehend beschriebenen Gatteransteuerung **218**, **Abb. 2**, entspricht) und ein Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichtermodul **504** (welches dem vorstehend beschriebenen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110**, **Abb. 1-Abb. 3**, entspricht) steuert, mit einer Hochspannungs(HV)-Brücke **212**. Die dargestellten und beschrifteten Komponenten sind in dem Elektronikgehäuse **114** enthalten, dessen Ausmaße durch die Randlinie **506** des Elektronikgehäuses **114** angegeben sind. Wie zu sehen ist, werden Dreiphasenanschlüsse (Phase A, B und C) **508** bereitgestellt, um die Phasen A, B und C des Stromrichtermoduls **510** mit dem Wechselstrom(AC)-Bus **124** (**Abb. 1-Abb. 3**) zu koppeln. Ein Anschluss für einen Motorsensor **512**, ein Anschluss für die In-Systemprogrammierung **514**, ein Signalanschluss **516** und eine Niederspannungs(LV)-Bolzengruppe (Baugruppe) **518** werden bereitgestellt für die Kopplung mit anderen (nicht dargestellten) Komponenten. Außerdem werden Hochspannungs(HV+ und HV-) Kupplungen **520** bzw. **522** bereitgestellt, um den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** (**Abb. 1-Abb. 3**) über die physischen Grenzen der Randlinie **506** des Elektronikgehäuses **114** hinaus zu verlängern. Diese beispielhafte Ausführungsform stellt die Vorteile dar, die mit der vorliegenden Erfindung realisiert werden, indem die Komponenten innerhalb des Elektronikgehäuses **114** des Energieversorgungssystems **104** mit anderen Komponenten des Energieversorgungssystems **104** (**Abb. 1**) unter Verwendung einer geringeren Anzahl von Kupplungen und/oder Anschlüssen gekoppelt werden.

[0043] Die beispielhafte Ausführungsform, die in **Abb. 5** dargestellt ist, zeigt, dass in dem Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** eine Vielzahl verschiedener Sensoren enthalten ist. Die dargestellten Sensoren umfassen einen Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Stromsensor **524**, einen oder mehrere Motorstromsensor(en) **526**, einen Niederspannungs(LV)-Stromsensor **528**, einen Hochspannungs(HV)-Brückenstromsensor und/oder Temperatursensor **530** sowie einen niederspannungsseitigen Gatter-Temperatursensor **532**. Weitere Sensoren können enthalten sein, um andere interessierende Parameter zu erfassen. Informationen von diesen Sensoren werden an die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** übermittelt. Auf der Grundlage der von den Sensoren empfangenen Informationen können unter Umständen die Steuerungssignale angepasst werden, die an den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und/oder an den Gleichstrom/Gleich-

strom(DC/DC)-Stromrichter **110** übertragen werden.

[0044] **Abb. 6** ist ein Ablaufdiagramm **600**, das eine Ausführungsform eines Prozesses zum Steuern von Stromrichtern veranschaulicht. Das Ablaufdiagramm **600** der **Abb. 6** zeigt die Architektur, die Funktionalität und den Betrieb einer Ausführungsform zur Implementierung der Logik **406** (**Abb. 4**) in der Weise, dass die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** (**Abb. 1–Abb. 5**) eine Mehrzahl von Stromrichtern steuert. Eine alternative Ausführungsform realisiert die Logik aus dem Ablaufdiagramm **600** mithilfe von Hardware, die als Zustandsautomat konfiguriert ist. Vor diesem Hintergrund kann jeder Block ein Modul, ein Segment oder einen Codeteil, das/der eine oder mehrere ausführbare Anweisung(en) zur Implementierung der spezifizierten logischen Funktion(en) enthält, repräsentieren. Es ist außerdem zu beachten, dass in alternativen Ausführungsformen die in den Blöcken angegebenen Funktionen in anderer als der in **Abb. 6** angegebenen Reihenfolge auftreten können oder zusätzliche Funktionen beinhalten können. Beispielsweise können zwei in **Abb. 6** als aufeinander folgend dargestellte Funktionsblöcke tatsächlich im Wesentlichen parallel zueinander ausgeführt werden, können die Funktionsblöcke gegebenenfalls in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden oder können einige der Funktionsblöcke nicht in allen Instanzen ausgeführt werden, abhängig von der betreffenden Funktionalität, wie an späterer Stelle noch näher erläutert wird. Es ist beabsichtigt, dass alle derartigen Modifikationen und Varianten als in den Schutzzumfang der vorliegenden Offenbarungsschrift aufgenommen gelten.

[0045] Der Prozess beginnt bei Block **602**. Bei Block **604** wird von einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** mindestens ein erstes Steuerungssignal an einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** (**Abb. 1–Abb. 3**) übertragen, wobei der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** und die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** in einem Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** enthalten sind. Bei Block **606** wird von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** mindestens ein zweites Steuerungssignal an einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** übertragen, wobei der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** in dem Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** enthalten ist. Bei Block **608** endet der Prozess.

[0046] In den verschiedenen vorstehend beschriebenen Ausführungsformen kann die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** (**Abb. 1–Abb. 5**) einen Mikroprozessor, einen Digital-signalprozessor (DSP), eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (Application Specific Integrated Circuit, ASIC) und/oder eine Ansteuerungsplatine

oder -schaltung umfassen, zusammen mit einem beliebigen zugeordneten Speicher, beispielsweise etwa einem Schreib-/Lesespeicher mit wahlfreiem Zugriff (Random Access Memory, RAM), einem Festwertspeicher (Read Only Memory, ROM), einem elektrisch löschbaren Festwertspeicher (Electrically Erasable Read Only Memory, EEPROM) oder einer anderen Speichervorrichtung, welche Anweisungen zum Steuern des Betriebs enthält. Die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** kann zusammen mit den übrigen Komponenten des Energieversorgungssystems **104** untergebracht sein, kann davon getrennt untergebracht sein oder kann teilweise damit zusammen untergebracht sein.

[0047] Die vorstehend beschriebene Topologie verwendet Leiterbilder, Leiterbahnen, Verbindungen und/oder Durchkontaktierungen, die unter Umständen eine große Anzahl von Draht-Bondverbindungen ersetzen, die ansonsten verwendet würden. Die Reduzierung der benötigten Anzahl von Draht-Bondverbindungen verringert den Platzbedarf des Elektronikgehäuses **114** des Energieversorgungssystems **104** (**Abb. 1**) und kann die Kosten und/oder die Komplexität verringern, indem die Anzahl der Einzelelemente (Draht-Bondverbindungen) und der Schritte, die mit dem Anbringen dieser Draht-Bondverbindungen einhergehen, verringert wird. Diese Verringerung kann darüber hinaus beispielsweise Verschleiß und Ermüdung reduzieren, die mit der thermischen Wechselbelastung einhergehen, und so die Zuverlässigkeit und/oder Lebensdauer erhöhen.

[0048] Als Beispiel für die Vorteile des Drahtbondens, die durch verschiedene Ausführungsformen bereitgestellt werden, wird ein schaltbarer Entladewiderstand **534** dargestellt, der in der Hochspannungs(HV)-Brücke **212** (**Abb. 5**) enthalten ist. Der schaltbare Entladewiderstand **534** wird durch Ausführungsformen der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** gesteuert, die dazu dienen, den schaltbaren Entladewiderstand **534** mit dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** zu koppeln. Wenn beispielsweise das System heruntergefahren wird, kann es wünschenswert sein, die Spannung auf dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** auf 0 Volt oder auf einen anderen nominalen Wert zu reduzieren. Die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** spricht auf solche Situationen an, indem ein Signal an eine Schaltvorrichtung **700** (**Abb. 7A** und **Abb. 7B**) übertragen wird, sodass der schaltbare Entladewiderstand **534** mit dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** gekoppelt wird.

[0049] Der schaltbare Entladewiderstand **534** entlädt die Spannung auf dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** innerhalb einer geeigneten Zeitdauer. Aufgrund der hohen elektrischen Kapazität des Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Busses

112, die für den Betrieb einiger Arten von Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC) und/oder Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichtern benötigt wird, muss der schaltbare Entladewiderstand **534** unter Umständen in der Lage sein, bis zu mehreren Hundert Watt Leistung zu entladen.

[0050] Die Entladezeit beträgt in einer Ausführungsform annähernd eine Minute, was der Zeit entspricht, die ein Techniker theoretisch benötigt, um das Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** zu öffnen. Der Wert des schaltbaren Entladewiderstands **534** ist abhängig von der gewünschten Zeit, innerhalb deren der Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** entladen werden soll (entsprechend einer gewissen interessierenden Zeit, wie beispielsweise der vorstehend erwähnten Zeit zum Öffnen des Elektronikgehäuses **114** des Energieversorgungssystems **104**), und der elektrischen Kapazität des Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Busses **112**.

[0051] Durch die Verwendung zusätzlicher Draht-Bondverbindungen und/oder eines dickeren Drahtes zum Verbinden des schaltbaren Entladewiderstands **534** mit dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** wird die Zuverlässigkeit des schaltbaren Entladewiderstands verbessert. Dickere Draht-Bondverbindungen verringern die Wahrscheinlichkeit von Bondingfehlern und/oder Verbindungsfehlern, und zusätzliche Draht-Bondverbindungen sorgen für redundante Absicherung im Fall eines Fehlers beim Drahtbonds und/oder eines Fehlers der Verbindung.

[0052] Die [Abb. 7A](#) und [Abb. 7B](#) veranschaulichen Ausführungsformen, bei denen mindestens ein schaltbarer Entladewiderstand **534** und die zugehörige Schaltvorrichtung **700** verwendet werden, wobei relativ dicke Draht-Bondverbindungen **702** verwendet werden, um den positiven Hochspannungs-Gleichstrom(+HVDC)-Bus **704** und den negativen Hochspannungs-Gleichstrom(-HVDC)-Bus **706** (welche dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus **112** der [Abb. 1-Abb. 3](#) und [Abb. 5](#) entsprechen) miteinander zu verbinden. In [Abb. 7A](#) ist der schaltbare Entladewiderstand **534** in Reihe geschaltet mit einer Mehrzahl von verschiedenen aktiven Leistungsbaulementen **708**. In [Abb. 7B](#) ist der Entladewiderstand **534** mit der Mehrzahl von verschiedenen aktiven Leistungsbaulementen **708** parallel verdrahtet. Die Mehrzahl der aktiven Leistungsbaulemente **708** ist mit relativ dünneren Draht-Bondverbindungen **710** gebondet. Der schaltbare Entladewiderstand **534** und andere aktive Leistungsbaulemente **708** können zusammen in einem einzigen Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** enthalten sein, da die verschiedenen Ausführungsformen der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** wirksam mit der

Mehrzahl von aktiven Leistungsbaulementen **708** gekoppelt sind, die zusammen in dem Elektronikgehäuse **114** des Energieversorgungssystems **104** enthalten sind. In anderen Ausführungsformen können eine Mehrzahl von schaltbaren Entladewiderständen **534** und zugehörigen Schaltvorrichtungen **700** verwendet werden. Die Schaltvorrichtung **700** kann mit jeder beliebigen Art von elektronischer/elektronischem, Halbleiter- oder Firmware-Schaltvorrichtung oder -mittel realisiert werden, die/das in der Technik allgemein Verwendung findet. Derartige steuerbare Schaltvorrichtungen **700** können durch eine Kombination von Software und Firmware unter Verwendung von Komponenten und Verfahren realisiert werden, wie sie im Bereich des Schaltens von elektrischen Geräten allgemein zum Einsatz kommen. Es ist beabsichtigt, dass alle derartigen Implementierungen von Schaltvorrichtungen **700** und ihre zugehörigen Steuerungsmittel, die von Ausführungsformen der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** betätigt werden können, als in den Schutzbereich der vorliegenden Offenbarungsschrift aufgenommen gelten.

[0053] Es ist nicht beabsichtigt, dass die vorstehende Beschreibung von dargestellten Ausführungsformen einschließlich der Beschreibung in der Zusammenfassung erschöpfend ist oder die Erfindung auf die genauen offenbaren Formen beschränkt. Obwohl hier zum Zweck der Veranschaulichung spezifische Ausführungsformen und Beispiele beschrieben werden, können verschiedene gleichwertige Modifikationen realisiert werden, ohne von dem Geist und Schutzzumfang der Erfindung abzuweichen, wie für Fachleute auf diesem Gebiet der Technik einzusehen ist. Die hierin enthaltenen Lehren können auf andere Stromrichtersysteme angewendet werden, nicht notwendigerweise die beispielhaften Ausführungsformen des Wechselstrom/Gleichstrom (AC/DC) und des Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichters, die vorstehend allgemein beschrieben sind. Beispielsweise kann das Stromrichtersystem zusätzliche Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter oder Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter mit unterschiedlichen Topologien enthalten, wie es für die jeweilige Anwendung passend sein mag. Zusätzlich oder alternativ hierzu können, während die dargestellten Ausführungsformen allgemein dreiphasige Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichtertopologien für die primären Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter zeigen, einige Ausführungsformen eine geringere oder größere Anzahl von Phasenschenkeln beinhalten. Zusätzlich oder alternativ hierzu kann das Stromrichtersystem **104** auf den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** verzichten oder eine andere Topologie für den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter **108** verwenden als in den Abbildungen dargestellt.

[0054] In der vorliegenden Beschreibung und in den

Patentansprüchen schließen Transistorvorrichtungen (die auch als Leistungshalbleitervorrichtungen bezeichnet werden können) geeignete Halbleiterbauelemente ein, die dafür ausgelegt sind, verglichen mit standardmäßigen Halbleiterbauelementen relativ große Ströme, hohe Spannungen und/oder große Mengen Energie zu bewältigen, einschließlich Leistungshalbleiter-Schaltvorrichtungen, Leistungshalbleiterdioden und andere derartige Vorrichtungen, wie sie in der Energieverteilung zur Anwendung kommen, beispielsweise netz- oder transportbezogene Anwendungen. Wie vorstehend beschrieben, können einige der Transistorvorrichtungen beispielsweise die Form von Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFET) haben, während andere der Transistorvorrichtungen die Form von Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) haben. Die Verwendung von Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFET) erlaubt es den primären Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichtern **110** ([Abb. 1](#)) und/oder **302** ([Abb. 3](#)), mit höheren Schaltfrequenzen zu arbeiten, als dies andernfalls mit Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) möglich wäre. Allerdings können in einigen Ausführungsformen die Transistorvorrichtungen der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** und/oder **302** die Form von Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) oder anderen in geeigneter Weise bemessenen Schaltvorrichtungen haben, insbesondere, wenn die gewünschte Betriebsfrequenz der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** und/oder **302** ausreichend niedrig ist. Ferner können in einigen Ausführungsformen die Transistorvorrichtungen des Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichters **108** die Form von Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFET) haben, insbesondere, wenn die Kostenfaktoren dies zulassen.

[0055] Die vorstehende ausführliche Beschreibung hat verschiedene Ausführungsformen der Vorrichtungen und/oder Prozesse mithilfe von Blockdiagrammen, Schemazeichnungen und Beispielen dargelegt. Insoweit solche Blockdiagramme, Schemazeichnungen und Beispiele eine oder mehrere Funktion(en) und/oder Operation(en) enthalten, werden Fachleute auf diesem Gebiet der Technik einsehen, dass jede Funktion und/oder Operation in solchen Blockdiagrammen, Ablaufdiagrammen oder Beispielen für sich und/oder zusammengefasst mittels einer breit gefächerten Palette von Hardware, Software, Firmware oder praktisch jeder beliebigen Kombination davon implementiert werden kann. In einer Ausführungsform kann der vorliegende Erfindungsgegenstand mittels anwendungsspezifischer integrierter Schaltungen (ASICs) realisiert werden. Allerdings werden Fachleute auf diesem Gebiet der Technik erkennen, dass die hier offenbarten Ausführungsformen insgesamt oder in Teilen gleichwertig auch in standardmäßigen integrierten Schaltungen, als ein

oder mehrere Computerprogramm(e), das/die auf einem oder mehreren Computer(n) läuft/laufen (beispielsweise als ein oder mehrere Programm(e), das/die auf einem oder mehreren Computersystem(en) läuft/laufen), als ein oder mehrere Programm(e), das/die auf einer oder mehreren Steuerungseinheit(en) (beispielsweise Mikrocontrollern) läuft/laufen, als ein oder mehrere Programm(e), das/die auf einem oder mehreren Prozessor(en) (beispielsweise Mikroprozessoren) läuft/laufen, als Firmware oder als praktisch jede beliebige Kombination davon implementiert werden können und dass das Konzipieren der Schaltungen und/oder Schreiben des Codes für die Software und/oder Firmware zu den Fertigkeiten eines Durchschnittsfachmanns auf diesem Gebiet der Technik vor dem Hintergrund dieser Offenbarungsschrift zählen. In mindestens einer Ausführungsform behält die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106** eine angeordnete Ausgangsspannung der Kondensatoren bei, indem die Einschaltdauer der Transistorvorrichtungen der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter **110** und/oder **302** variiert wird. In einigen Ausführungsformen kann die Steuerung zwischen der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter **106**, einer (nicht dargestellten) Steuerungseinheit eines Brennstoffzellensystems und/oder einer (nicht dargestellten) integrierten Antriebsstrang-Steuerungseinheit koordiniert werden.

[0056] Darüber hinaus werden Fachleute auf diesem Gebiet der Technik einsehen, dass die hier beschriebenen Steuerungsmechanismen als Programmprodukt in vielfältigen Formen verteilt werden können und dass eine veranschaulichende Ausführungsform gleichermaßen zur Anwendung kommt, unabhängig von dem speziellen Typ des signaltragenden Mediums, das verwendet wird, um die eigentliche Verteilung auszuführen. Beispiele von signaltragenden Medien umfassen unter anderem die folgenden: beschreibbare Medien wie etwa Disketten, Festplatten, CD-ROMs, digitale Magnetbänder und Computerspeicher; und Übertragungsmedien wie beispielsweise digitale und analoge Kommunikationsverbindungen unter Verwendung von TDM- oder IP-basierten Kommunikationsverbindungen (beispielsweise paketbasierte Verbindungen).

[0057] Soweit es der Zusammenhang nicht anders erforderlich macht, sind das Wort „umfassen“ und die verschiedenen Formen davon, beispielsweise „umfasst“ und „umfassend“, in der gesamten Spezifikation sowie in den folgenden Patentansprüchen in einem offenen, einschließenden Sinne zu verstehen, das heißt als „enthaltend, jedoch nicht beschränkt auf“.

[0058] In der gesamten Beschreibung bedeutet der Verweis auf „eine Ausführungsform“, dass ein(e) bestimmte(s) Merkmal, Struktur oder Eigenschaft,

das/die im Zusammenhang mit der betreffenden Ausführungsform beschrieben wird, in mindestens einer Ausführungsform der vorliegenden Systeme und Verfahren enthalten ist. Somit beziehen sich die Vorkommnisse der Formulierung „in einer Ausführungsform“ an verschiedenen Stellen in dieser Spezifikation nicht notwendigerweise sämtlich auf dieselbe Ausführungsform. Ferner können die betreffenden Merkmale, Strukturen oder Eigenschaften in jeder beliebigen geeigneten Weise in einer oder mehreren Ausführungsform(en) kombiniert sein.

[0059] Die verschiedenen vorstehend beschriebenen Ausführungsformen können miteinander kombiniert werden, um weitere Ausführungsformen bereitzustellen. Alle nachstehend angeführten US-amerikanischen Patente, Patentanmeldungen und Veröffentlichungen, auf die in der vorliegenden Spezifikation Bezug genommen wird, unter anderem: die vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „POWER SYSTEM METHOD AND APPARATUS“ mit der laufenden Nummer 60/621,012, eingereicht am 20. Oktober 2004; die vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „PRESS (NON-SOLDERED) CONTACTS FOR HIGH CURRENT ELECTRICAL CONNECTIONS IN POWER MODULES“ mit der laufenden Nummer 60/233,992, eingereicht am 20. September 2000; die vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „LEADFRAME-BASED MODULE DC BUS DESIGN TO REDUCE MODULE INDUCTANCE“ mit der laufenden Nummer 60/233,993, eingereicht am 20. September 2000; die vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „EMI REDUCTION IN POWER MODULES THROUGH THE USE OF INTEGRATED CAPACITORS ON THE SUBSTRATE LEVEL“ mit der laufenden Nummer 60/233,994, eingereicht am 20. September 2000; die vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „PRESS (NON-SOLDERED) CONTACTS FOR HIGH CURRENT ELECTRICAL CONNECTIONS IN POWER MODULES“ mit der laufenden Nummer 60/233,995, eingereicht am 20. September 2000; die vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „SUBSTRATE-LEVEL DC BUS DESIGN TO REDUCE MODULE INDUCTANCE“ mit der laufenden Nummer 60/233,996, eingereicht am 20. September 2000; das US-amerikanische Patent mit dem Titel „POWER CONVERTER SYSTEM“ mit der Patentnummer 6,603,672, erteilt am 5. August 2003; die nicht vorläufige Patentanmeldung „LEADFRAME-BASED MODULE DC BUS DESIGN TO REDUCE MODULE INDUCTANCE“ mit der laufenden Nummer 09/882,708, eingereicht am 15. Juni 2003; das US-amerikanische Patent mit dem Titel „PRESS (NON-SOLDERED) CONTACTS FOR HIGH CURRENT ELECTRICAL CONNECTIONS IN POWER MODULES“ mit der Patentnummer 6,793,502, erteilt am 21. September 2004; das US-amerikanische Patent mit dem Titel „SUBSTRATE-LEVEL DC BUS DESIGN TO REDUCE MODULE INDUCTANCE“ mit der Patentnummer 6,845,017, erteilt am 18. Januar 2005; das US-ame-

rikanische Patent mit dem Titel "EMI REDUCTION IN POWER MODULES THROUGH THE USE OF INTEGRATED CAPACITORS ON THE SUBSTRATE LEVEL" mit der Patentnummer 6,636,429, erteilt am 21. Oktober 2003; die nicht vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „LEADFRAME-BASED MODULE DC BUS DESIGN TO REDUCE MODULE INDUCTANCE“ mit der laufenden Nummer 10/109,555, eingereicht am 27. März 2002; die nicht vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „DUAL POWER MODULE POWER SYSTEM“ mit der laufenden Nummer 10/642,424, eingereicht am 14. August 2003; die nicht vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „INTEGRATION OF PLANAR TRANSFORMER AND/OR PLANAR INDUCTOR WITH POWER SWITCHES IN POWER CONVERTER“ mit der laufenden Nummer 10/964,000, eingereicht am 12. Oktober 2004; die nicht vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „INTERLEAVED POWER CONVERTER“ mit der laufenden Nummer 10/861,319, eingereicht am 4. Juni 2004; die vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „POWER MODULE ARCHITECTURE“ mit der laufenden Nummer 60/471,387, eingereicht am 16. Mai 2003; die nicht vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „LEADFRAME-BASED MODULE DC BUS DESIGN TO REDUCE MODULE INDUCTANCE“ mit der laufenden Nummer 11/245,723, eingereicht am 6. Oktober 2005; die nicht vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „POWER SYSTEM METHOD AND APPARATUS“ mit der laufenden Nummer 11/255,162, eingereicht am 20. Oktober 2005; die nicht vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „POWER CONVERTER ARCHITECTURE EMPLOYING AT LEAST ONE CAPACITOR ACROSS A DC BUS“ mit der laufenden Nummer 10/664,808, eingereicht am 17. September 2003; das US-amerikanische Patent mit dem Titel "POWER MODULE WITH VOLTAGE OVERSHOOT LIMITING" mit der Patentnummer 6,906,404, erteilt am 14. Juni 2005; die nicht vorläufige Patentanmeldung mit dem Titel „TRI-LEVEL INVERTER“ mit der laufenden Nummer 10/658,804, eingereicht am 9. September 2003; und das US-amerikanische Patent mit dem Titel „POWER CONVERTER SYSTEM“ mit der Patentnummer 6,845,020, erteilt am 18. Januar 2005, gelten als durch diesen Verweis als insgesamt in diese Patentanmeldung aufgenommen, ebenso wie die Abschnitte der vorliegenden Spezifikation. Gesichtspunkte der Erfindung können erforderlichenfalls modifiziert werden, um Systeme, Schaltungen und Konzepte der verschiedenen Patente, Patentanmeldungen und Veröffentlichungen dafür zu nutzen, noch weitere Ausführungsformen der Erfindung bereitzustellen.

[0060] Aus den vorstehenden Ausführungen ist ersichtlich, dass hier zwar spezifische Ausführungsformen der Erfindung zum Zwecke der Veranschaulichung beschrieben wurden, jedoch verschiedene Modifikationen realisiert werden können, ohne von dem Geist und Schutzzumfang der Erfindung abzu-

weichen. Dementsprechend ist die Erfindung in keiner Weise beschränkt außer durch die beigefügten Patentansprüche.

Zusammenfassung

[0061] Ein System und Verfahren zum Steuern von Stromrichtern werden offenbart. Kurz beschrieben ist eine Ausführungsform ein Verfahren, welches umfasst, mindestens ein erstes Steuerungssignal von einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter an einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter zu übertragen, wobei der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter in einem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten sind; und mindestens ein zweites Steuerungssignal von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter an einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter zu übertragen, wobei der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter in einem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 6603672 [\[0059\]](#)
- US 6793502 [\[0059\]](#)
- US 6845017 [\[0059\]](#)
- US 6636429 [\[0059\]](#)
- US 6906404 [\[0059\]](#)
- US 6845020 [\[0059\]](#)

Patentansprüche

1. Energieversorgungssystem zum Steuern von Energieübertragungen an eine elektrische Maschine, welches folgendes umfasst:

einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter, der dazu dient, Wechselstrom (AC), der von der elektrischen Maschine empfangen wird, in Gleichstrom (DC) umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine als Energieerzeuger arbeitet, und dazu dient, Gleichstrom, der von mindestens einer Gleichstromquelle empfangen wird, in Wechselstrom umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine als Motor arbeitet;

mindestens einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter, der dazu dient, eine niedrige Gleichspannung in eine hohe Gleichspannung umzuwandeln; und
eine Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter, die dazu dient, den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter zu steuern.

2. Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 1, wobei der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter folgendes umfasst:

eine Brücke aus Transistorvorrichtungen, die dazu dient, die niedrige Gleichspannung in die hohe Gleichspannung umzuwandeln; und
eine Gatteransteuerung, die mit der Brücke aus Transistorvorrichtungen und der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter gekoppelt ist und dazu dient, eine Mehrzahl von Gattersignalen an die Gatteransteuerung bereitzustellen, in Übereinstimmung mit mindestens einem Steuerungssignal, das von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter empfangen wird.

3. Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 1, wobei der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter folgendes umfasst:

eine Brücke aus Transistorvorrichtungen, die dazu dient, den Wechselstrom (AC) in den Gleichstrom (DC) umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine im Energieerzeugungs-Modus arbeitet, und dazu dient, den Gleichstrom in den Wechselstrom umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine im Motor-Modus arbeitet; und

eine Gatteransteuerung, die mit der Brücke und der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter gekoppelt ist und dazu dient, eine Mehrzahl von Gattersignalen an die Brücke aus Transistorvorrichtungen bereitzustellen, in Übereinstimmung mit mindestens einem Steuerungssignal, das von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter empfangen wird.

4. Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 1, welches ferner folgendes umfasst:

einen zweiten Gleichstrom/Gleich-

strom(DC/DC)-Stromrichter, der von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter gesteuert wird.

5. Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 1, welches ferner folgendes umfasst:

einen Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus, der den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter miteinander koppelt; und

einen Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus, der die Gleichstromquelle und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter miteinander koppelt,

wobei der Wechselstrom, der von der elektrischen Maschine empfangen wird, über den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter, den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus, den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und den Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus übertragen wird und in der Gleichstromquelle gespeichert wird; und wobei der Gleichstrom, der von der Gleichstromquelle empfangen wird, über den Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus, den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter, den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus und den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter übertragen wird und an die elektrische Maschine bereitgestellt wird.

6. Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 1, welches ferner folgendes umfasst:

ein Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems, in dem der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter, der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter und die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter enthalten sind.

7. Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 1, welches ferner folgendes umfasst:

einen Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus, der den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter miteinander koppelt; und

einen schaltbaren Entladewiderstand, der mit dem Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus gekoppelt ist und der dazu dient, den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus zu entladen, wenn er durch die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter angesteuert wird.

8. Verfahren zum Steuern von Stromrichtern, wobei das Verfahren folgendes umfasst:

Übertragen mindestens eines ersten Steuerungssignals von einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter an einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter, wobei der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter in einem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems

systems enthalten sind; und Übertragen mindestens eines zweiten Steuerungssignals von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter an einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter, wobei der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei als Reaktion auf die Übertragung des ersten und des zweiten Steuerungssignals das Verfahren ferner folgendes umfasst:

Umwandeln von Wechselstrom (AC) in Gleichstrom (DC) durch den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter in Übereinstimmung mit dem empfangenen ersten Steuerungssignal;

Übertragen des Gleichstroms von dem Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter an den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter über einen Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus; und

Umwandeln des empfangenen Gleichstroms von einer hohen Gleichspannung in eine niedrige Gleichspannung in Übereinstimmung mit dem empfangenen zweiten Steuerungssignal.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, wobei das Umwandeln des Wechselstroms in Gleichstrom ferner umfasst, den Wechselstrom von der elektrischen Maschine zu empfangen, wenn die elektrische Maschine als Energieerzeuger arbeitet.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10, welches ferner folgendes umfasst:

Übertragen des Gleichstroms, der in die niedrige Gleichspannung umgewandelt wurde, an eine Gleichstromquelle; und

Speichern des empfangenen Gleichstroms in der Gleichstromquelle.

12. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei als Reaktion auf die Übertragung des ersten und des zweiten Steuerungssignals das Verfahren ferner folgendes umfasst:

Umwandeln des empfangenen Gleichstroms von einer niedrigen Gleichspannung in eine hohe Gleichspannung in Übereinstimmung mit dem empfangenen zweiten Steuerungssignal;

Übertragen des Gleichstroms mit der hohen Gleichspannung von dem Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter an den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter über einen Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus; und

Umwandeln von Wechselstrom in Gleichstrom durch den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter in Übereinstimmung mit dem empfangenen ersten Steuerungssignal.

13. Verfahren gemäß Anspruch 12, wobei das

Umwandeln des Gleichstroms von der niedrigen Gleichspannung in die hohe Gleichspannung ferner umfasst, den Gleichstrom mit der niedrigen Gleichspannung von einer Gleichstromquelle zu empfangen.

14. Verfahren gemäß Anspruch 13, welches ferner umfasst, den Wechselstrom an die elektrische Maschine zu übertragen, wenn die elektrische Maschine als ein Motor arbeitet.

15. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei das Übertragen des zweiten Steuerungssignals ferner umfasst, von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter eine Mehrzahl von Gattersignalen an eine Gatteransteuerung zu übertragen, welche in dem Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter enthalten ist, um eine Brücke aus Transistorvorrichtungen zu veranlassen, eine niedrige Gleichspannung in eine hohe Gleichspannung umzuwandeln.

16. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei das Übertragen des ersten Steuerungssignals ferner umfasst, von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter eine Mehrzahl von Gattersignalen an eine Gatteransteuerung zu übertragen, welche in dem Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter enthalten ist, um eine Brücke aus Transistorvorrichtungen zu veranlassen, den Wechselstrom in Gleichstrom umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine in einem Energieerzeugungs-Modus arbeitet, und den Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine in einem Motor-Modus arbeitet.

17. Verfahren gemäß Anspruch 8, welches ferner folgendes umfasst:

Installieren der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter, des Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichters und des Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichters in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems.

18. Verfahren gemäß Anspruch 8, welches ferner folgendes umfasst:

Empfangen von Informationen von mindestens einem Sensor; und

Anpassen mindestens eines der ersten und zweiten Steuerungssignale auf der Grundlage der von dem Sensor empfangenen Informationen.

19. System zum Steuern von Energieübertragungen über ein Energieversorgungssystem, welches folgendes umfasst:

Mittel zum Übertragen mindestens eines ersten Steuerungssignals von einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter an einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter, wobei der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und die Systemsteuerungseinheit für mehrere Strom-

richter in einem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten sind;
 Mittel zum Umwandeln von Wechselstrom (AC) in Gleichstrom (DC) durch den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter in Übereinstimmung mit dem empfangenen ersten Steuerungssignal;
 Mittel zum Übertragen mindestens eines zweiten Steuerungssignals von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter an einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter, wobei der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist; und
 Mittel zum Umwandeln des empfangenen Gleichstroms von einer hohen Gleichspannung in eine niedrige Gleichspannung in Übereinstimmung mit dem empfangenen zweiten Steuerungssignal.

20. System gemäß Anspruch 19, welches ferner folgendes umfasst:
 Mittel zum Übertragen des Gleichstroms zwischen dem Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und dem Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter.

21. System gemäß Anspruch 19, wobei das Mittel zum Umwandeln des empfangenen Gleichstroms von der hohen Gleichspannung in die niedrige Gleichspannung ferner ein Mittel umfasst, um den Gleichstrom mit der niedrigen Gleichspannung an eine Gleichstromquelle zu übertragen, wobei die Gleichstromquelle dazu dient, den empfangenen Gleichstrom zu speichern.

22. Prozessorlesbares Medium, welches Anweisungen speichert, um einen Prozessor dazu zu veranlassen, Energieübertragungen zu steuern durch:
 Bestimmen mindestens eines ersten Steuerungssignals, das von einer Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter an einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter übertragen wird, wobei der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und die Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter in einem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten sind; und
 Bestimmen mindestens eines zweiten Steuerungssignals, das von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter an einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter übertragen wird, wobei der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist.

23. Prozessorlesbares Medium gemäß Anspruch 22, welches ferner Anweisungen speichert, um den Prozessor dazu zu veranlassen, Energieübertragungen zu steuern durch:
 Empfangen von Informationen von mindestens einem Sensor; und

Anpassen mindestens eines der ersten und zweiten Steuerungssignale auf der Grundlage der von dem Sensor empfangenen Informationen.

24. Modular aufgebautes Energieversorgungssystem, das Energieübertragungen zwischen einer elektrischen Maschine und mindestens einer Gleichstromquelle steuert und das folgendes umfasst:
 ein Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems;
 einen Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter, der in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist und der dazu dient, von der elektrischen Maschine empfangenen Wechselstrom (AC) in Gleichstrom (DC) umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine als Energieerzeuger arbeitet, und dazu dient, von der Gleichstromquelle empfangenen Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine als Motor arbeitet;
 mindestens einen Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter, der in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist und dazu dient, eine niedrige Gleichspannung in eine hohe Gleichspannung umzuwandeln; und
 eine Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter, die in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist und dazu dient, den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter zu steuern, indem sie mindestens ein erstes Steuerungssignal an den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter überträgt, und dazu dient, den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter zu steuern, indem sie mindestens ein zweites Steuerungssignal an den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter überträgt.

25. Modular aufgebautes Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 24, welches ferner folgendes umfasst:
 einen Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus, der in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist, wobei der Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter miteinander koppelt; und
 einen Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Busteil, der in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist, wobei der Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Bus die Gleichstromquelle und den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter miteinander koppelt,
 wobei der Wechselstrom, der von der elektrischen Maschine empfangen wird, über den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter, den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus, den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter und den Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Busteil übertragen wird und in der Gleichstromquelle gespeichert

wird; und wobei der Gleichstrom, der von der Gleichstromquelle empfangen wird, über den Niederspannungs-Gleichstrom(LVDC)-Busteil, den Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter, den Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Bus und den Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter übertragen wird und an die elektrische Maschine bereitgestellt wird.

26. Modular aufgebautes Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 24, wobei der Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter folgendes umfasst:

eine Brücke aus Transistorvorrichtungen, die dazu dient, die niedrige Gleichspannung in die hohe Gleichspannung umzuwandeln; und

eine Gatteransteuerung, die mit der Brücke und der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter gekoppelt ist und dazu dient, eine Mehrzahl von Gattersignalen an die Gatteransteuerung bereitzustellen, in Übereinstimmung mit dem zweiten Steuerungssignal, das von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter empfangen wird.

27. Modular aufgebautes Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 24, wobei der Wechselstrom/Gleichstrom(AC/DC)-Stromrichter folgendes umfasst:

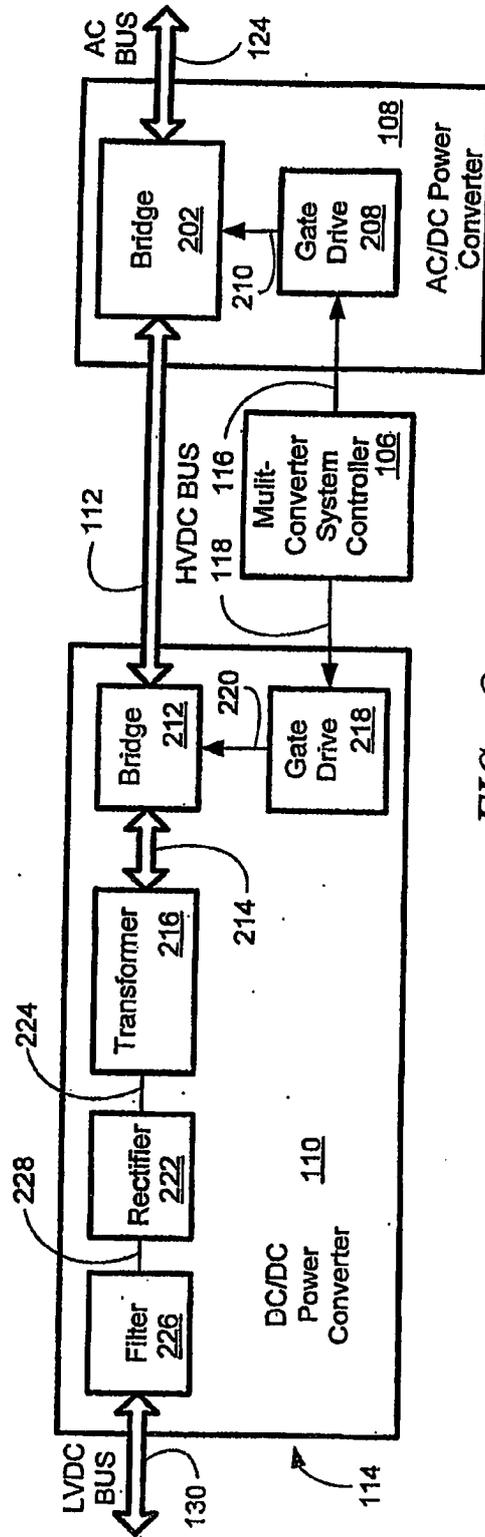
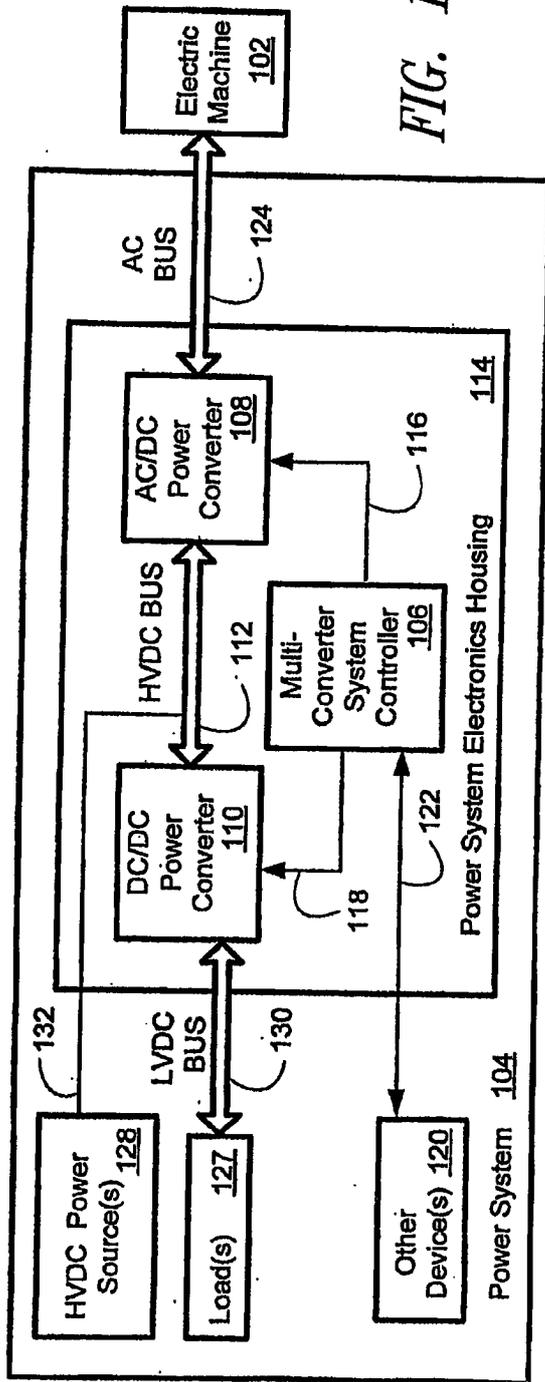
eine Brücke aus Transistorvorrichtungen, die dazu dient, den Wechselstrom in den Gleichstrom umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine im Energieerzeugungs-Modus arbeitet, und dazu dient, den Gleichstrom in Wechselstrom umzuwandeln, wenn die elektrische Maschine im Motor-Modus arbeitet; und

eine Gatteransteuerung, die mit der Brücke aus Transistorvorrichtungen und der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter gekoppelt ist und dazu dient, eine Mehrzahl von Gattersignalen an die Brücke aus Transistorvorrichtungen bereitzustellen, in Übereinstimmung mit dem ersten Steuerungssignal, das von der Systemsteuerungseinheit für mehrere Stromrichter empfangen wird.

28. Modular aufgebautes Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 24, welches ferner einen zweiten Gleichstrom/Gleichstrom(DC/DC)-Stromrichter umfasst, der in dem Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems enthalten ist und der dazu dient, eine zweite niedrige Gleichspannung in die hohe Gleichspannung umzuwandeln.

29. Modulares Energieversorgungssystem gemäß Anspruch 24, wobei das Elektronikgehäuse des Energieversorgungssystems mit der elektrischen Maschine gekoppelt ist.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen



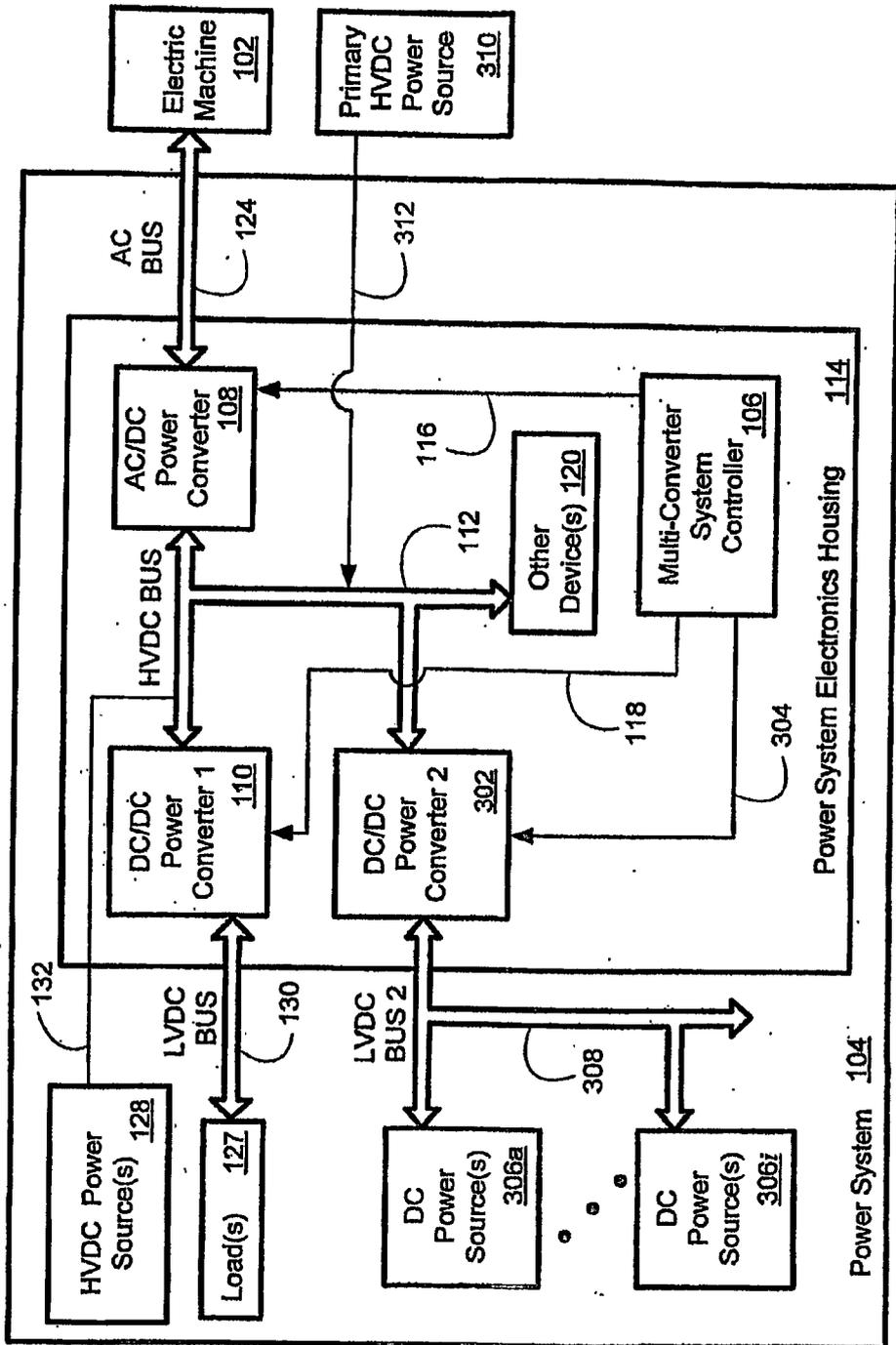


FIG. 3

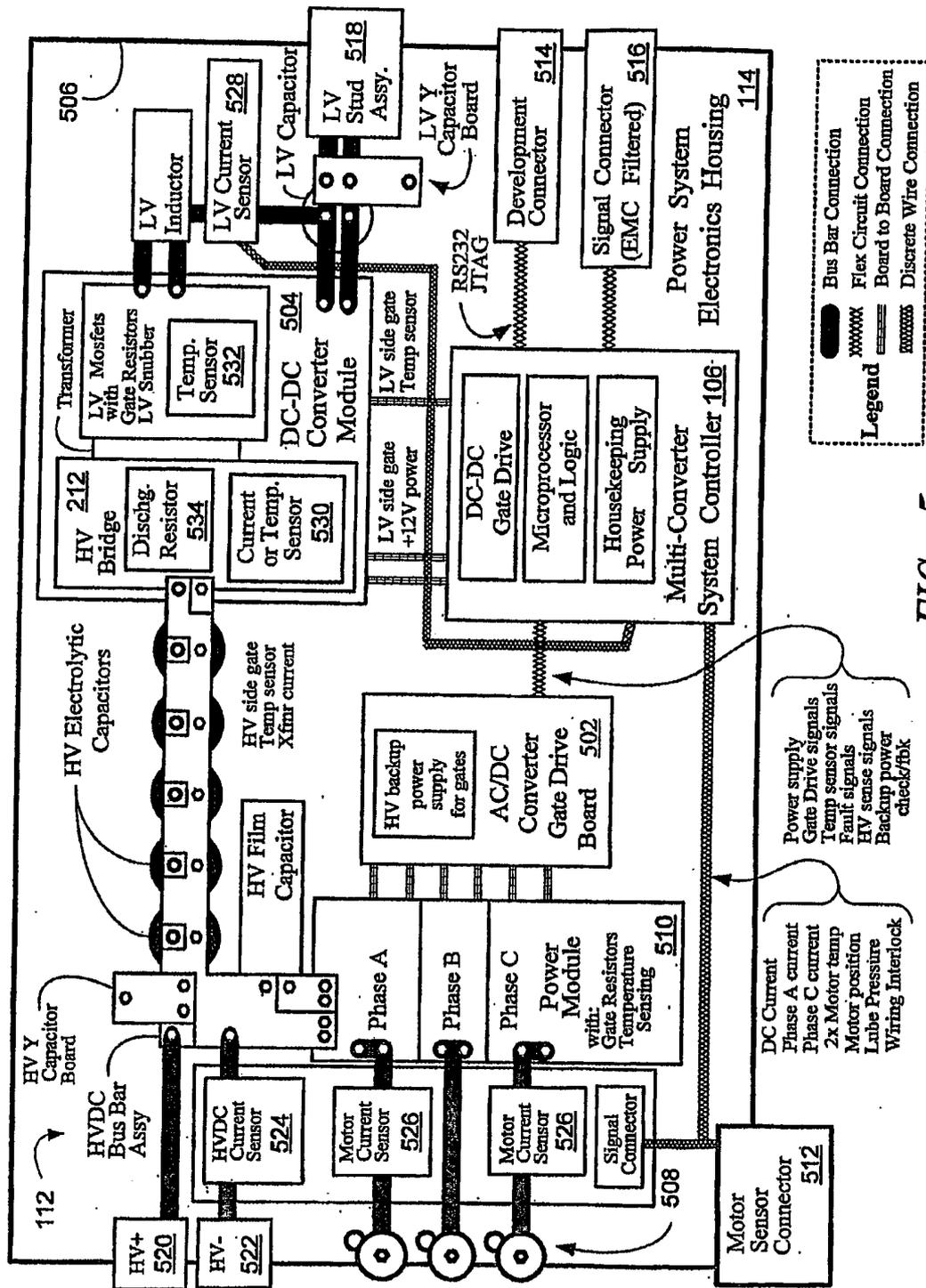


FIG. 5

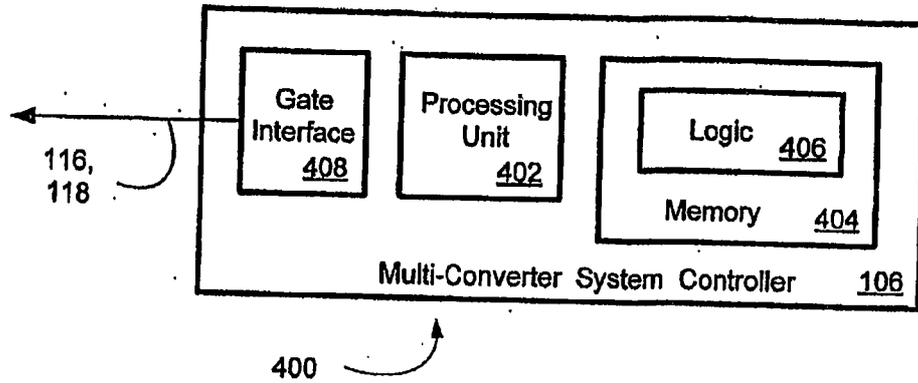


FIG. 4

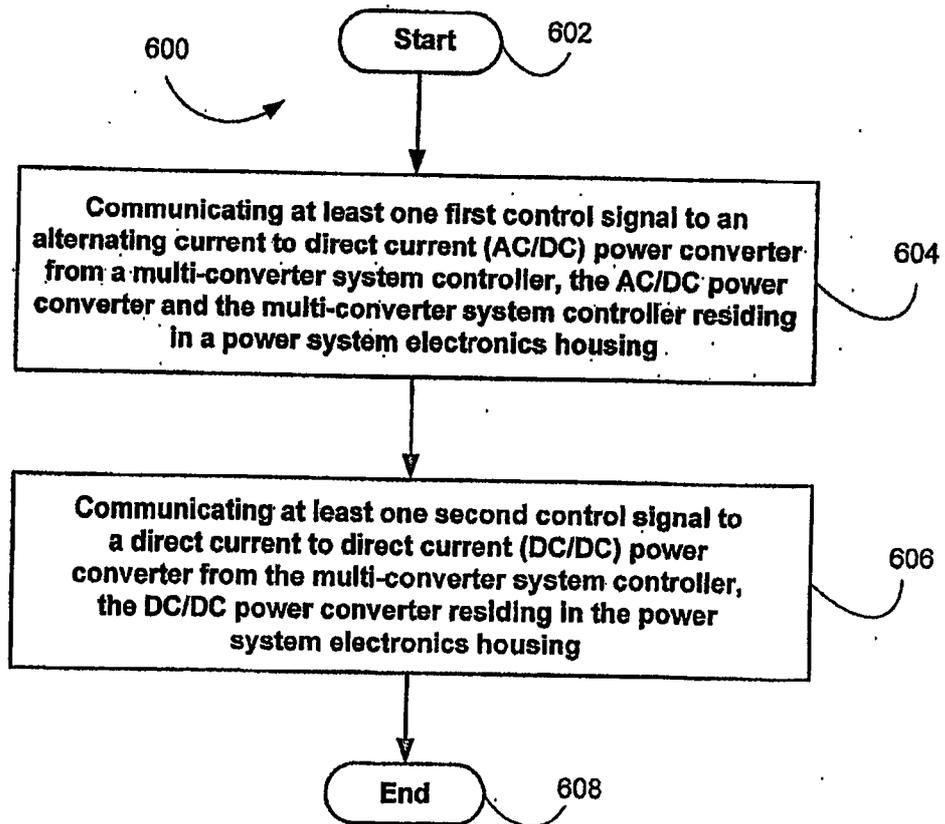


FIG. 6

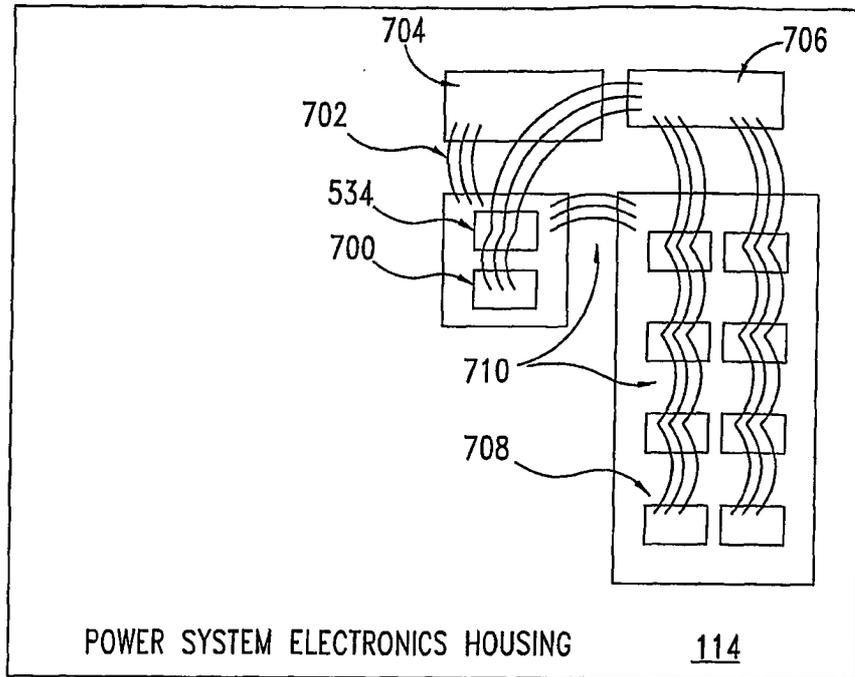


FIG. 7A

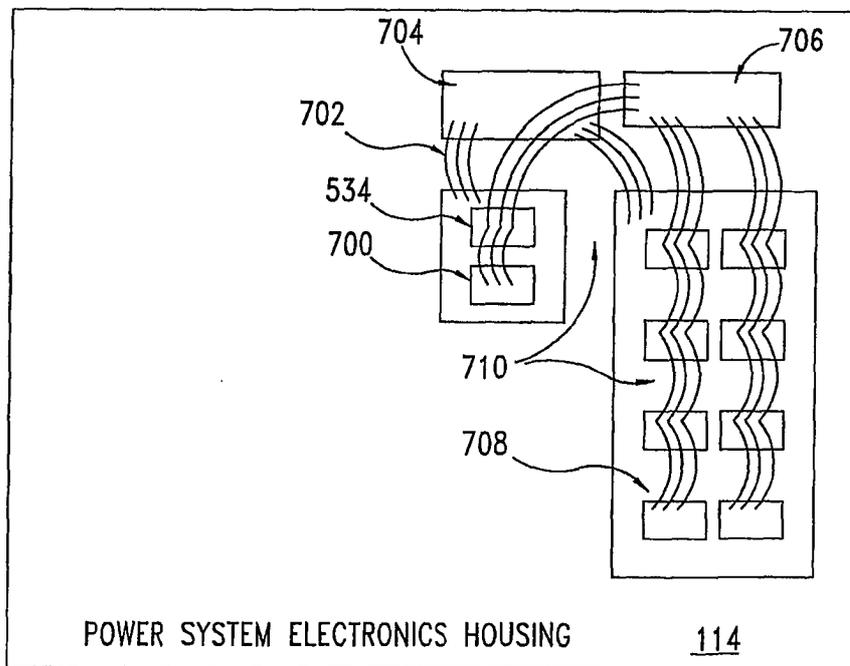


FIG. 7B