



(10) **DE 10 2014 218 738 A1** 2016.03.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 218 738.9**

(22) Anmeldetag: **18.09.2014**

(43) Offenlegungstag: **24.03.2016**

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

H02J 7/00 (2006.01)

B60R 16/03 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Continental Automotive GmbH, 30165 Hannover,
DE**

(72) Erfinder:

**Tian, Qi, 93083 Obertraubling, DE; Uhrig, Florian,
90556 Cadolzburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 10 2005 016 177 A1

DE 10 2005 021 722 A1

DE 10 2010 048 673 A1

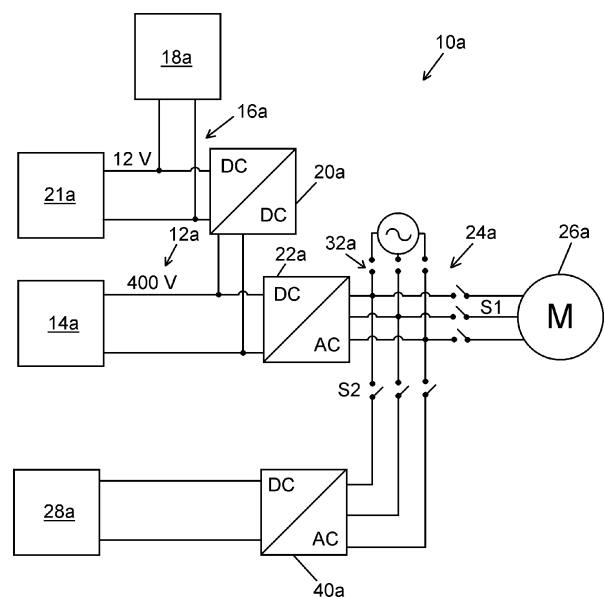
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Elektrisches System für ein elektrisch antreibbares Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein elektrisches System (10a) für ein elektrisch antreibbares Fahrzeug, umfassend ein DC-Hochvoltnetz (12a) mit einem DC-Hochvolt-Energiespeicher (14a); ein DC-Niederspannungsnetz (16a) mit einem DC-Niederspannungs-Energiespeicher (18a); einen DC/DC-Wandler (20a), der einerseits mit dem DC-Hochvoltnetz (12a) und andererseits mit dem DC-Niederspannungsnetz (16a) elektrisch verbunden oder verbindbar ist; einen ersten DC/AC-Wandler (22a) und eine elektrisch damit verbundene oder verbindbare AC-Leitungspassage (24a), wobei der erste DC/AC-Wandler (22a) einerseits mit dem DC-Hochvoltnetz (12a) und andererseits über die AC-Leitungspassage (24a) mit einer AC-Antriebseinrichtung (26a) des Fahrzeuges elektrisch verbunden oder verbindbar ist; und eine DC-Energiequelle (28a), insbesondere z. B. Brennstoffzeleinrichtung. Erfindungsgemäß ist ein zweiter DC/AC-Wandler (40a) vorgesehen, der einerseits mit der DC-Energiequelle (28a) und andererseits mit der AC-Leitungspassage (24a) elektrisch verbunden oder verbindbar ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein elektrisches System für ein elektrisch antreibbares Fahrzeug nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige elektrische Systeme bzw. damit ausgestattete Fahrzeuge sind aus dem Stand der Technik wohlbekannt. Insbesondere sind derartige Systeme aus dem Bereich von Seriell-Hybrid-Fahrzeugen bekannt.

[0003] Bei bekannten Systemen und Fahrzeugen dieser Art dient ein DC-Hochvoltnetz mit einer typischen Nennspannung von etwa 300 bis 400 V dazu, mit vergleichsweise geringen elektrischen Verlusten eine Übertragung von elektrischer Energie von einem DC-Hochvolt-Energiespeicher über einen DC/AC-Wandler an eine AC-Antriebseinrichtung (typischerweise Drehstrommotor) zu übertragen, um somit das Fahrzeug anzutreiben, und gegebenenfalls auch um elektrische Energie von der AC-Antriebseinrichtung über den (in diesem Fall bidirektional ausgelegten) DC/AC-Wandler zum DC-Hochvolt-Energiespeicher zu übertragen, um das Fahrzeug abzubremesen bzw. Bremsenergie zu rekuperieren.

[0004] Demgegenüber dient ein DC-Niederspannungsnetz des Systems mit einer typischen Nennspannung von z. B. 12 V dazu, ein hinsichtlich des Aufwandes für elektrische Isolationen relativ geringe Anforderung stellendes Netz zur Versorgung von vergleichsweise weniger elektrische Leistung konsumierenden Verbrauchern des Fahrzeuges wie z. B. Fahrzeugelektronik, Beleuchtung, Signalgebereinrichtungen, mechatronische Einrichtungen etc. bereitzustellen.

[0005] Die beiden Netze unterschiedlicher Nennspannung sind vorteilhafterweise über einen DC/DC-Wandler (z. B. bidirektional ausgebildet) miteinander gekoppelt, so dass bedarfsweise elektrische Energie aus einem der Netze in das andere der Netze übertragen werden kann.

[0006] Schließlich umfasst das bekannte System beispielsweise eine Brennstoffzelleneinrichtung (alternativ z. B. Brennkraftmaschine mit davon angetriebenem elektrischen Generator) zur Erzeugung elektrischer Energie für die Versorgung des elektrischen Systems, wobei die Brennstoffzelleneinrichtung über einen weiteren DC/DC-Wandler mit dem DC-Hochvoltnetz gekoppelt ist, um von der Brennstoffzelleneinrichtung erzeugte elektrische Energie über diesen weiteren DC/DC-Wandler zum DC-Hochvoltnetz übertragen zu können.

[0007] Üblicherweise ist schließlich noch ein weiterer DC/AC-Wandler vorgesehen, um ausgehend von einer Ladeanschlusseinrichtung des Fahrzeuges von extern elektrische Energie (z. B. aus einem Wechselstromnetz) zum DC-Hochvoltnetz bzw. zu dem an diesem Netz angekoppelten DC-Hochvolt-Energiespeicher zu übertragen.

[0008] Der vorstehend beschriebene Aufbau eines bekannten elektrischen Systems umfasst demnach zwei DC/DC-Wandler und zwei DC/AC-Wandler. Es ergeben sich ein vergleichsweise hohes Gewicht und hohe Bauraumanforderungen.

[0009] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein elektrisches System der eingangs genannten Art zu vereinfachen, ohne hierdurch Einbußen hinsichtlich der Funktionalität des Systems in Kauf nehmen zu müssen.

[0010] Ausgehend von einem elektrischen System der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch gelöst, dass das elektrische System ferner einen zweiten DC/AC-Wandler umfasst, der einerseits mit der DC-Energiequelle und andererseits mit der AC-Leitungspassage elektrisch verbunden oder verbindbar ist, um eine von der DC-Energiequelle erzeugte elektrische Energie über den zweiten DC/AC-Wandler und weiter über den ersten DC/AC-Wandler zum DC-Hochvoltnetz übertragen zu können, und/oder um eine von der DC-Energiequelle erzeugte elektrische Energie über den zweiten DC/AC-Wandler und weiter zur AC-Eintriebseinrichtung übertragen zu können.

[0011] Eine Grundidee der Erfindung besteht darin, für die Anbindung der DC-Energiequelle an das DC-Hochvoltnetz nicht wie üblich einen weiteren DC/DC-Wandler zu verwenden, sondern stattdessen eine DC/AC-Wandlung der von der DC-Energiequelle erzeugten Energie vorzusehen, um diese sodann zu der AC-Leitungspassage zu übertragen.

[0012] Daraus ergibt sich unmittelbar z. B. der Vorteil, dass die von der DC-Energiequelle erzeugte Energie nach nur einmaliger DC/AC-Wandlung und somit vergleichsweise effizient zur Bereitstellung von Antriebsleistung für das Fahrzeug nutzbar ist (im Vergleich zu der zweimaligen Wandlung beim Stand der Technik). Dar-

über hinaus bleibt damit unmittelbar auch die Möglichkeit erhalten, eine von der DC-Energiequelle erzeugte Energie zum Nachladen des DC-Hochvolt-Energiespeichers zu nutzen, nämlich indem die zur AC-Leitungspassage übertragene Energie weiter über den ohnehin vorhandenen DC/AC-Wandler zum DC-Hochvoltnetz übertragen wird.

[0013] Durch eine Verbindung der beiden erfindungsgemäß vorgesehenen DC/AC-Wandler kann die Funktionalität des im Stand der Technik an dieser Stelle eingesetzten weiteren DC/DC-Wandlers realisiert werden. Damit können der bekannte weitere DC/DC-Wandler und die damit verbundenen elektrischen Verluste zur Verbindung der DC-Energiequelle und des DC-Hochvolt-Netzes entfallen. Stattdessen kann die DC-Energiequelle über einen "virtuellen DC/DC-Wandler" (Hintereinanderschaltung zweier DC/AC-Wandler) mit dem DC-Hochvoltnetz verbunden werden.

[0014] Die erfindungsgemäße Architektur des elektrischen Systems birgt darüber hinaus weitere Kosten- und Gewichts/Bauraumeinsparungspotentiale.

[0015] In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Fahrzeug um ein Brennstoffzellenfahrzeug, bei welchem als DC-Energiequelle eine Brennstoffzelleneinrichtung (mitsamt Wasserstoffreservoir bzw. -tank) vorhanden ist, deren erzeugte Energie mittels der AC-Antriebseinrichtung zum Antrieb des Fahrzeuges nutzbar ist.

[0016] In einer anderen Ausführungsform ist als DC-Energiequelle z. B. eine Kombination aus einer Brennkraftmaschine, z. B. Otto- oder Dieselmotor (mitsamt einem Brennstoffreservoir bzw. -tank) und einem von der Brennkraftmaschine antreibbaren elektrischen Generator vorgesehen.

[0017] In einer Ausführungsform handelt es sich bei dem Fahrzeug um ein "reines" Seriell-Hybrid-Fahrzeug.

[0018] In den beiden vorstehend genannten Varianten kann das Fahrzeug als Seriell-Hybrid-Fahrzeug bezeichnet werden, weil es mehrere für den Antrieb nutzbare Energiewandler (Elektrische AC-Antriebseinrichtung und DC-Energiequelle) aufweist, von denen nur einer (Elektrische AC-Antriebseinrichtung) unmittelbar mechanisch zum Fahrzeugantrieb genutzt wird, wohingegen der andere Energiewandler (z. B. Brennstoffzelleneinrichtung oder Brennkraftmaschine mit elektrischem Generator) keine solche mechanische Verbindung zu einer Antriebsachse oder dergleichen besitzt.

[0019] Die Begriffe "Hochvolt" und "Niederspannung" sind im Sinne der Erfindung so zu verstehen, dass die betreffenden elektrischen Nennspannungen (DC-Spannung bzw. AC-Spitzenspannung) sich sehr erheblich voneinander unterscheiden, insbesondere um einen Faktor von mehr als 3, insbesondere um einen Faktor von mehr als 5.

[0020] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das DC-Hochvoltnetz für eine betriebsmäßige Nennspannung von mindestens 300 V vorgesehen ist. Diese Spannung kann z. B. in einem Bereich von 300 bis 400 V liegen.

[0021] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass das DC-Niederspannungsnetz für eine betriebsmäßige Nennspannung von höchstens 120 V, insbesondere höchstens 24 V, vorgesehen ist. Diese Spannung kann z. B. 12 V betragen.

[0022] In einer Ausführungsform ist der DC/DC-Wandler bidirektional ausgestaltet, um somit eine Energieübertragung sowohl vom DC-Niederspannungsnetz zum DC-Hochvoltnetz als auch in umgekehrter Richtung, also vom DC-Hochvoltnetz zum DC-Niederspannungsnetz, zu ermöglichen.

[0023] Bevorzugt ist auch der erste DC/AC-Wandler bidirektional ausgestaltet, insbesondere weil damit zum einen eine vorteilhafte Rekuperation von Bremsenergie ermöglicht wird und zum anderen in Zusammenarbeit mit dem zweiten DC/AC-Wandler ein Nachladen des DC-Hochvoltenergiespeichers aus der DC-Energiequelle ermöglicht wird.

[0024] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die AC-Leitungspassage als eine 3-polige Drehstromleitungspassage ausgebildet ist.

[0025] In einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die DC-Energiequelle eine Brennstoffzelleneinrichtung umfasst oder von einer solchen gebildet ist. Auch kann hierfür z. B. eine Brennkraftmaschine mit davon an-

treibbarem elektrischen Generator eingesetzt werden. Insbesondere in diesen Fällen genügt eine unidirektionale Ausgestaltung des zweiten DC/AC-Wandlers.

[0026] In einer Ausführungsform umfasst das elektrische System ferner eine (bevorzugt programmgesteuerte) elektronische Steuereinrichtung zum Steuern der erwähnten Energieübertragungsvorgänge.

[0027] Insbesondere kann diese Steuereinrichtung in Reaktion auf Benutzeranforderungen den ersten DC/AC-Wandler je nach Bedarf für einen Antriebsmodus oder einen Rekuperationsmodus ansteuern. Im ersteren Falle funktioniert der DC/AC-Wandler als ein Inverter zur Ansteuerung der elektrischen Antriebseinrichtung, im zweiten Fall als Gleichrichter zur Rückgewinnung von Energie in das DC-Hochvoltnetz (Rekuperation).

[0028] In entsprechender Weise kann die Steuereinrichtung insbesondere auch den DC/DC-Wandler und/oder den zweiten DC/AC-Wandler ansteuern.

[0029] Die vorerwähnte Steuereinrichtung kann als eine zentrale Steuereinrichtung des Fahrzeuges vorgesehen sein, wobei darüber hinaus optional auch lokal an bzw. in den anzusteuernenden Komponenten vorgesehene Steuereinheiten vorhanden sein können, welche mit einer solchen übergeordneten zentralen Steuereinrichtung zusammenwirken. Ein Beispiel hierfür ist z. B. eine innerhalb eines DC-Hochvolt-Energiespeichersystems vorgesehene Steuereinheit zur Bereitstellung einer lokalen Sensorik (z. B. zur Erfassung eines Ladezustandes etc.) sowie Bewerkstelligung lokaler Steuerungsaufgaben, die mit einer übergeordneten zentralen Steuereinrichtung kommuniziert.

[0030] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das elektrische System ferner eine erste steuerbare Schaltereinrichtung zum steuerbaren Verbinden und Trennen der AC-Antriebseinrichtung und der AC-Leitungspassage.

[0031] Die damit geschaffene Abtrennbarkeit der AC-Antriebseinrichtung, beispielsweise angesteuert durch die bereits erwähnte elektronische Steuereinrichtung, besitzt den Vorteil, dass von der DC-Energiequelle erzeugte elektrische Energie über die AC-Leitungspassage zum DC-Hochvoltnetz übertragen werden kann (z. B. um bei einem abgestellten Fahrzeug den DC-Hochvolt-Energiespeicher nachzuladen), ohne hierbei die AC-Antriebseinrichtung unerwünschterweise zu bestromen. Ein Verbinden der AC-Antriebseinrichtung mit der AC-Leitungspassage mittels der ersten steuerbaren Schaltereinrichtung ist dann vorzusehen, wenn die AC-Antriebseinrichtung betrieben werden soll, sei es in einem Antriebs- oder Rekuperationsmodus.

[0032] Im Antriebsmodus kann zur Bestromung der AC-Antriebseinrichtung vorteilhaft sowohl eine über den ersten DC/AC-Wandler aus dem DC-Hochvoltnetz übertragene Energie als auch eine von der DC-Energiequelle erzeugte und über den zweiten DC/AC-Wandler übertragene Energie verwendet werden.

[0033] In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das elektrische System ferner eine zweite steuerbare Schaltereinrichtung zum steuerbaren Verbinden und Trennen der DC-Energiequelle und der AC-Leitungspassage. Diese Schaltereinrichtung kann zwischen der DC-Energiequelle und dem zweiten DC/AC-Wandler, oder zwischen dem zweiten DC/AC-Wandler und der AC-Leitungspassage angeordnet sein.

[0034] Damit ist es in einfacher Weise möglich, die Energieübertragung ausgehend von der DC-Energiequelle bedarfsweise vom übrigen System abzukoppeln. Auch dies kann z. B. mittels der bereits erwähnten Steuereinrichtung angesteuert werden.

[0035] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung umfasst das elektrische System ferner eine mit der AC-Leitungspassage verbundene oder verbindbare Ladeanschlusseinrichtung.

[0036] Eine solche Ladeanschlusseinrichtung (z. B. Steckbuchseneinrichtung, insbesondere z. B. für einen (z. B. 3-poligen) Drehstromstecker, dient dazu, bei abgestelltem Fahrzeug eine Nachladung der Energiespeicherkomponenten des Systems aus einem externen elektrischen Netz (z. B. Drehstromnetz) zu ermöglichen. Bei der vorstehend vorgeschlagenen Weiterbildung kann hierbei von extern über die Ladeanschlusseinrichtung eingespeiste elektrische Energie über den ersten DC/AC-Wandler zur Nachladung des DC-Hochvolt-Energiespeichers übertragen werden.

[0037] Insbesondere wenn die vorerwähnten ersten und zweiten steuerbaren Schaltereinrichtungen vorhanden sind, so kann die Ladeanschlusseinrichtung problemlos permanent mit der AC-Leitungspassage verbunden sein.

[0038] Ein großer Vorteil dieser Weiterbildung besteht darin, dass für diese Nachlademöglichkeit kein eigens vorgesehener AC/DC-Wandler benötigt wird, sondern der ohnehin vorhandene erste DC/AC-Wandler (bidirektionale Ausbildung vorausgesetzt) vorteilhaft mitgenutzt werden kann. Damit kann die Anzahl der für das elektrische System benötigten Wandler vorteilhaft reduziert werden.

[0039] Die Erfindung kann vorteilhaft z. B. für ein Brennstoffzellenfahrzeug, z. B. Brennstoffzellen-Seriell-Hybrid-Fahrzeug eingesetzt werden.

[0040] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen weiter beschrieben. Es stellen dar:

[0041] Fig. 1 ein Blockschaltbild zur Veranschaulichung des elektrischen Systems für ein Brennstoffzellenfahrzeug herkömmlicher Art, und

[0042] Fig. 2 ein Blockschaltbild des elektrischen Systems für ein Brennstoffzellenfahrzeug gemäß eines Ausführungsbeispiels der Erfindung.

[0043] Fig. 1 zeigt die zum Verständnis der Erfindung wesentlichen Komponenten eines elektrischen Systems **10** von herkömmlichem Aufbau für ein elektrisch antreibbares Fahrzeug.

[0044] Das System **10** umfasst ein DC-Hochvoltnetz **12** mit einem DC-Hochvolt-Energiespeicher **14**. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird das DC-Hochvoltnetz **12** von einer zweipoligen Leitungsanordnung mit einer betriebsmäßigen Nennspannung von z. B. 400 V gebildet. Der DC-Hochvolt-Energiespeicher **14** umfasst im dargestellten Beispiel einen Lithium-Ionen-Akkumulator.

[0045] Das System **10** umfasst ferner ein DC-Niederspannungsnetz **16** (Nennspannung hier z. B. 12 V) mit einem daran angeschlossenen DC-Niederspannungs-Energiespeicher **18** (hier z. B. ein Bleiakkumulator). Das Netz **16** dient zur Versorgung von Verbrauchern **21**.

[0046] Um elektrische Energie zwischen den beiden Bordnetzen **12**, **16** bedarfsweise austauschen zu können, sind diese Netze **12**, **16** mittels eines bidirektionalen DC/DC-Wandlers **20** elektrisch miteinander gekoppelt.

[0047] Das DC-Hochvoltnetz **12** ist des Weiteren elektrisch mit der DC-Seite eines DC/AC-Wandlers **22** gekoppelt, dessen AC-Seite über eine dreipolige AC-Leitungspassage **24** (Drehstromleitung) elektrisch mit einer elektrischen AC-Antriebseinrichtung **26** (hier z. B. Drehstrommotor) gekoppelt ist.

[0048] Zum elektrischen Antrieb des Fahrzeuges wird der DC/AC-Wandler **22** in herkömmlicher Weise durch eine (nicht dargestellte) Steuereinrichtung für einen Inverterbetrieb angesteuert, um die netzseitig anliegende DC-Spannung wechsellagernd und ausgangsseitig eine entsprechende AC-Spannung über die AC-Leitungspassage **24** an die AC-Antriebseinrichtung **26** auszugeben.

[0049] Für einen Rekuperationsbetrieb, d. h. eine Rückgewinnung von Energie beim Bremsen des Fahrzeuges, wird der DC/AC-Wandler **22** in umgekehrter Richtung betrieben, um eine in der AC-Antriebseinrichtung induzierte AC-Spannung gleichzurichten und zur Nachladung des DC-Hochvolt-Energiespeichers zu nutzen.

[0050] Das System **10** umfasst ferner eine DC-Energiequelle **28**, hier in Form einer Brennstoffzelleneinrichtung, zur Erzeugung elektrischer Energie für die Versorgung des Systems **10**. Die DC-Energiequelle **28** ist über einen weiteren DC/DC-Wandler **30** mit dem DC-Hochvoltnetz **12** elektrisch gekoppelt. Mittels des (unidirektional ausgebildeten) DC/DC-Wandlers **30** kann somit von der DC-Energiequelle erzeugte Energie zum DC-Hochvoltnetz **12** übertragen werden.

[0051] Schließlich umfasst das System **10** eine Ladeanschlusseinrichtung **32**, hier z. B. eine zweipolige Steckbuchsenanlage, die über einen AC/DC-Wandler **34** elektrisch mit dem DC-Hochvoltnetz **12** gekoppelt ist, um bei abgestelltem Fahrzeug eine Nachladung des DC-Hochvolt-Energiespeichers **14** aus einem externen Wechselstromnetz zu ermöglichen.

[0052] Der in Fig. 1 veranschaulichte bekannte Aufbau besitzt ein vergleichsweise hohes Gewicht und eine hohe Bauraumanforderung.

[0053] Nachfolgend wird mit Bezug auf **Fig. 2** ein hinsichtlich des Aufbaus vereinfachtes elektrisches System für ein elektrisch antreibbares Fahrzeug beschrieben, welches jedoch dieselben Funktionalitäten wie das System **10** von **Fig. 1** bietet.

[0054] Bei der nachfolgenden Beschreibung eines erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels werden für gleichwirkende Komponenten die gleichen Bezugswerte verwendet, jeweils ergänzt durch einen kleinen Buchstaben "a" zur Unterscheidung der Ausführungsform. Dabei wird im Wesentlichen nur auf die Unterschiede zu dem bereits beschriebenen Ausführungsbeispiel eingegangen und im Übrigen hiermit ausdrücklich auf die Beschreibung dieses vorangegangenen Ausführungsbeispiels verwiesen.

[0055] **Fig. 2** zeigt Komponenten eines elektrischen Systems **10a** für ein Brennstoffzellenfahrzeug.

[0056] Das System **10a** umfasst ein DC-Hochvoltnetz **12a** mit einem DC-Hochvolt-Energiespeicher **14a**. Im dargestellten Beispiel wird das DC-Hochvoltnetz **12a** von einer zweipoligen Leitungsanordnung mit einer betriebsmäßigen Nennspannung von z. B. 400 V gebildet. Der DC-Hochvolt-Energiespeicher **14a** umfasst einen Lithium-Ionen-Akkumulator.

[0057] Das System **10a** umfasst ferner ein DC-Niederspannungsnetz **16a** (Nennspannung z. B. 12 V) mit einem daran angeschlossenen DC-Niederspannungs-Energiespeicher **18a** (hier z. B. ein Bleiakкумуляtor).

[0058] Zum bedarfsweisen Austausch von elektrischer Energie zwischen den beiden Bordnetzen **12a**, **16a** sind diese Netze **12a**, **16a** über einen bidirektional ausgebildeten DC/DC-Wandler **20a** elektrisch miteinander gekoppelt.

[0059] Das DC-Hochvoltnetz **12a** ist des Weiteren über einen ersten DC/AC-Wandler **22a** mit einer AC-Leitungspassage **24a** gekoppelt, die im dargestellten Beispiel als eine dreipolige Drehstromleitungspassage ausgebildet ist.

[0060] Die AC-Leitungspassage **24a** führt zu einer elektrischen AC-Antriebseinrichtung **26a** (hier z. B. Drehstrommotor).

[0061] Der elektrische Antrieb des Fahrzeuges wie auch ein Rekuperationsbetrieb können somit in der Weise durchgeführt werden, wie dies bereits für das bekannte System **10** mit Bezug auf **Fig. 1** beschrieben wurde.

[0062] Im Unterschied zu dem bekannten System **10** weist das erfindungsgemäße System **10a** folgende Besonderheiten auf:

Um die von einer DC-Energiequelle **28a** (hier z. B. Brennstoffzelleneinrichtung, alternativ z. B. auch eine Brennkraftmaschine mitsamt elektrischem Generator möglich) erzeugte Energie für das System **10a** nutzbar zu machen, ist ein zweiter DC/AC-Wandler **40a** vorgesehen, der einerseits (auf der DC-Seite) mit der DC-Energiequelle **28a** und andererseits (auf der AC-Seite) mit der AC-Leitungspassage **24a** elektrisch gekoppelt ist.

[0063] Damit ist es möglich, eine von der DC-Energiequelle **28a** erzeugte elektrische Energie über den zweiten DC/AC-Wandler **40a** und weiter über den ersten DC/AC-Wandler **22a** zum DC-Hochvoltnetz **12a** zu übertragen. Alternativ oder zusätzlich ist außerdem ermöglicht, dass eine solche von der DC-Energiequelle **28a** erzeugte elektrische Energie über den zweiten DC/AC-Wandler **40a** und die AC-Leitungspassage **24a** zur AC-Antriebseinrichtung **26a** übertragen wird.

[0064] Eine weitere Besonderheit des Systems **10a** besteht darin, dass eine erste steuerbare Schaltereinrichtung **S1** zum steuerbaren Verbinden der AC-Antriebseinrichtung **26a** mit der AC-Leitungspassage **24a** und Trennen der AC-Antriebseinrichtung **26a** von der AC-Leitungspassage **24a** sowie eine zweite steuerbare Schaltereinrichtung **S2** zum steuerbaren Verbinden der DC-Energiequelle **28a** mit der AC-Leitungspassage **24a** und Trennen der DC-Energiequelle **28a** von der AC-Leitungspassage **24a** vorgesehen sind.

[0065] Eine weitere Besonderheit des Systems **10a** besteht darin, dass eine Ladeanschlusseinrichtung **32a** mit der AC-Leitungspassage **24a** verbunden ist.

[0066] Das erfindungsgemäße elektrische System **10a** stellt eine Optimierung der gesamten elektrischen Architektur des Fahrzeuges dar. Es handelt sich bei der Optimierung insbesondere um eine Komponentenreduzierung ohne damit einhergehende Verschlechterung der Funktionalität. Insbesondere ist durch die elektrische Kopplung der beiden DC/AC-Wandler **22a**, **40a** die Funktionalität des im Stand der Technik vorgesehenen zu-

sätzlichen DC/DC-Wandlers realisiert. Damit kann der DC/DC-Wandler zur Verbindung der DC-Energiequelle **28a** ("Range Extender") und der elektrischen Energiespeicher reduziert werden. Bei der Fahrt können gleichzeitig der DC-Hochvolt-Energiespeicher **14a** und die DC-Energiequelle **28a** (Brennstoffzellen) sehr effizient als Energiequelle für den Fahrzeugantrieb verwendet werden. Bei dem erfindungsgemäßen System **10a** entfällt außerdem ein für die externe Nachlademöglichkeit eigens vorgesehener AC/DC-Wandler.

[0067] Die z. B. mittels einer programmgesteuerten elektronischen Steuereinrichtung durch entsprechende Ansteuerung der diversen Wandler und Schaltereinrichtungen realisierbaren Fahrzeugzustände bzw. Betriebsmodi sind in der nachfolgenden Tabelle nochmals zusammengefasst.

Fahrzeugzustand:	Erster DC/AC-Wandler:	Zweiter DC/AC-Wandler:	Schalter-einrichtung S1:	Schalter-einrichtung S2:
Fahren (Antrieb)	DC/AC-Wandlung	DC/AC-Wandlung	geschlossen	offen oder geschlossen
Bremsen (Rekuperation)	AC/DC-Wandlung	nicht verwendet	geschlossen	offen
Laden aus externem Stromnetz	AC/DC-Wandlung	nicht verwendet	offen	offen
Laden durch DC-Energiequelle (z. B. Brennstoffzellen)	DC/AC-Wandlung	AC/DC-Wandlung	geschlossen oder offen	geschlossen

[0068] Im Zustand "Fahren (Antrieb)" kann bei geschlossener Schaltereinrichtung S2 Energie von der DC-Energiequelle genutzt werden.

[0069] Im Zustand "Laden durch DC-Energiequelle" kann bei geschlossener Schaltereinrichtung S1 Energie von der DC-Energiequelle gleichzeitig zum Antrieb des Fahrzeuges genutzt werden.

Patentansprüche

1. Elektrisches System (**10a**) für ein elektrisch antreibbares Fahrzeug, umfassend:

- ein DC-Hochvoltnetz (**12a**) mit einem DC-Hochvolt-Energiespeicher (**14a**),
- ein DC-Niederspannungsnetz (**16a**) mit einem DC-Niederspannungs-Energiespeicher (**18a**),
- einen DC/DC-Wandler (**20a**), der einerseits mit dem DC-Hochvoltnetz (**12a**) und andererseits mit dem DC-Niederspannungsnetz (**16a**) elektrisch verbunden oder verbindbar ist, um elektrische Energie vom DC-Hochvoltnetz (**12a**) zum DC-Niederspannungsnetz (**16a**) und/oder umgekehrt übertragen zu können,
- einen ersten DC/AC-Wandler (**22a**) und eine elektrisch damit verbundene oder verbindbare AC-Leitungspassage (**24a**), wobei der erste DC/AC-Wandler (**22a**) einerseits mit dem DC-Hochvoltnetz (**12a**) und andererseits über die AC-Leitungspassage (**24a**) mit einer AC-Antriebseinrichtung (**26a**) des Fahrzeuges elektrisch verbunden oder verbindbar ist, um elektrische Energie vom DC-Hochvoltnetz (**12a**) über den ersten DC/AC-Wandler (**22a**) und weiter über die AC-Leitungspassage (**24a**) zur AC-Antriebseinrichtung (**26a**), und bevorzugt auch umgekehrt, übertragen zu können,
- eine DC-Energiequelle (**28a**), insbesondere Brennstoffzelleneinrichtung, zur Erzeugung elektrischer Energie für die Versorgung des elektrischen Systems (**10a**),

dadurch gekennzeichnet, dass das elektrische System (**10a**) ferner umfasst:

- einen zweiten DC/AC-Wandler (**40a**), der einerseits mit der DC-Energiequelle (**28a**) und andererseits mit der AC-Leitungspassage (**24a**) elektrisch verbunden oder verbindbar ist, um eine von der DC-Energiequelle (**28a**) erzeugte elektrische Energie über den zweiten DC/AC-Wandler (**40a**) und weiter über den ersten DC/AC-Wandler (**22a**) zum DC-Hochvoltnetz (**12a**) übertragen zu können, und/oder um eine von der DC-Energiequelle (**28a**) erzeugte elektrische Energie über den zweiten DC/AC-Wandler (**40a**) und weiter zur AC-Antriebseinrichtung (**26a**) übertragen zu können.

2. Elektrisches System (**10a**) nach Anspruch 1, wobei das DC-Hochvoltnetz (**12a**) für eine betriebsmäßige Nennspannung von mindestens 300 V vorgesehen ist.

3. Elektrisches System (**10a**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei das DC-Niederspannungsnetz (**16a**) für eine betriebsmäßige Nennspannung von höchstens 120 V, insbesondere höchstens 24 V, vorgesehen ist.
4. Elektrisches System (**10a**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die DC-Energiequelle (**28a**) eine Brennstoffzelleneinrichtung umfasst.
5. Elektrisches System (**10a**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend eine erste steuerbare Schaltereinrichtung (S1) zum steuerbaren Verbinden und Trennen der AC-Antriebseinrichtung (**26a**) und der AC-Leitungspassage (**24a**).
6. Elektrisches System (**10a**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend eine zweite steuerbare Schaltereinrichtung (S2) zum steuerbaren Verbinden und Trennen der DC-Energiequelle (**28a**) und der AC-Leitungspassage (**24a**).
7. Elektrisches System (**10a**) nach einem der vorangehenden Ansprüche, ferner umfassend eine mit der AC-Leitungspassage (**24a**) verbundene oder verbindbare Ladeanschlusseinrichtung (**32a**).
8. Elektrisch antreibbares Fahrzeug, ausgestattet mit einem elektrischen System (**10a**) nach einem der vorangehenden Ansprüche.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

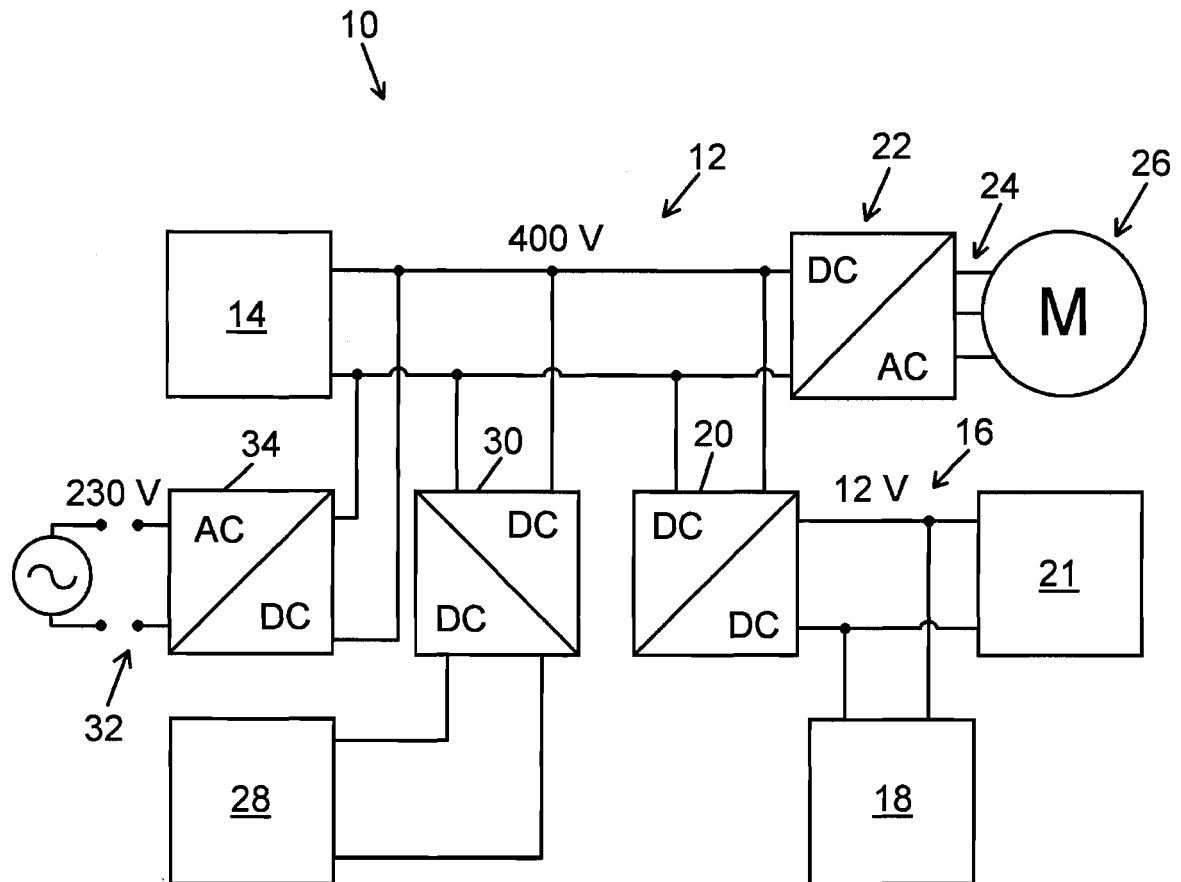


Fig. 1

Stand der Technik

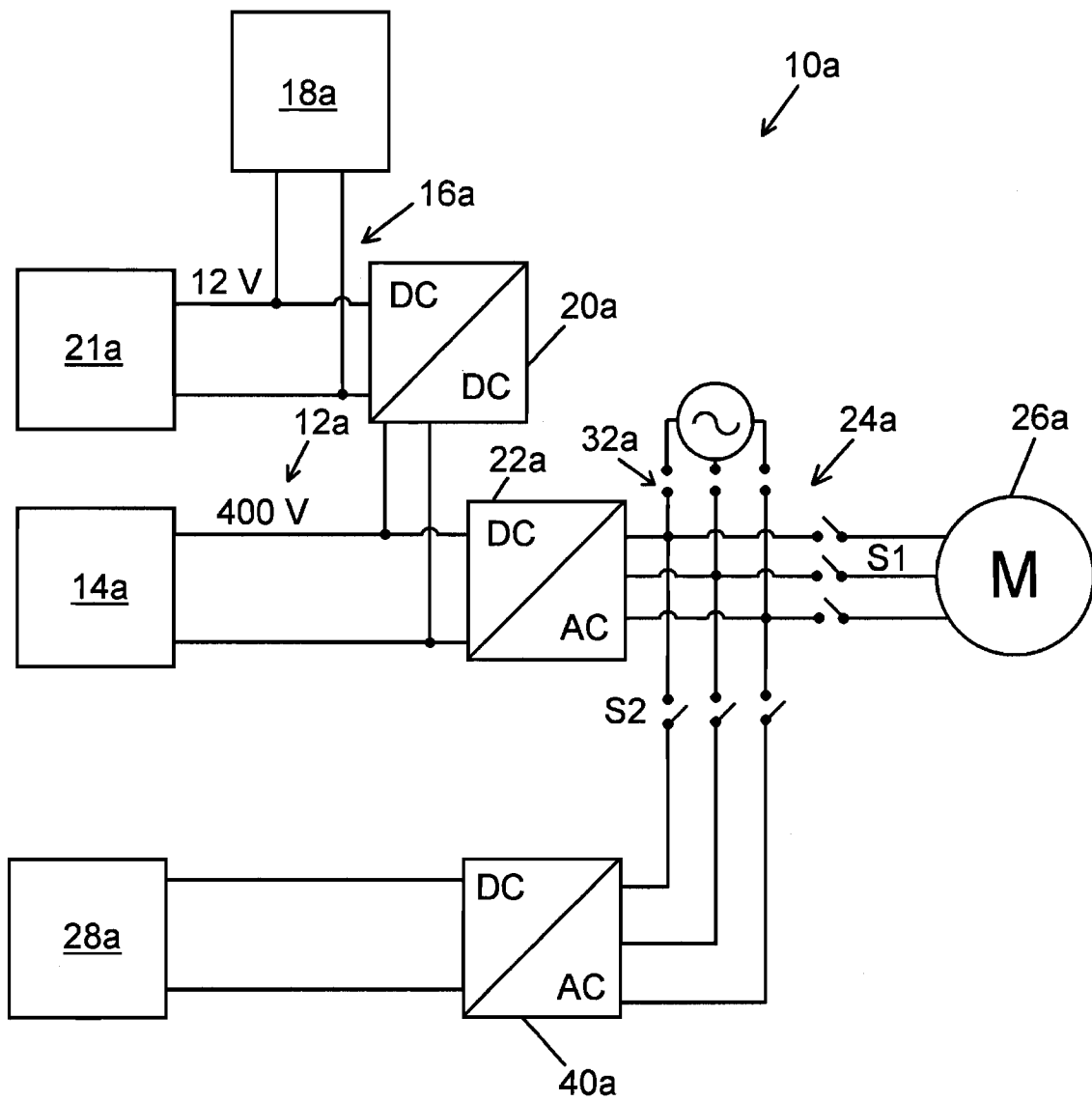


Fig. 2