

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. Januar 2010 (07.01.2010)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2010/000366 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H02J 7/14 (2006.01)

(74) Anwalt: **BMW AG**; Patentabteilung, AJ-3, 80788 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2009/004079

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. Juni 2009 (06.06.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2008 031 125.1 2. Juli 2008 (02.07.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **REITER, Thomas** [DE/DE]; Neuchinger Strasse 22, 80805 München (DE). **POLENOV, Dieter** [DE/DE]; Vogelhartstrasse 21, 80807 München (DE). **PRÖBSTLE, Hartmut** [DE/DE]; Reisinger Strasse 9, 86159 Augsburg (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ACTUATING A BIDIRECTIONALLY OPERABLE VOLTAGE CONVERTER DEVICE AND MULTI-VOLTAGE ON-BOARD ELECTRICAL SYSTEM

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG EINER BIDIREKTIONAL BETREIBBAREN SPANNUNGSWANDLEREINRICHTUNG UND MEHRSPANNUNGSBORDNETZ

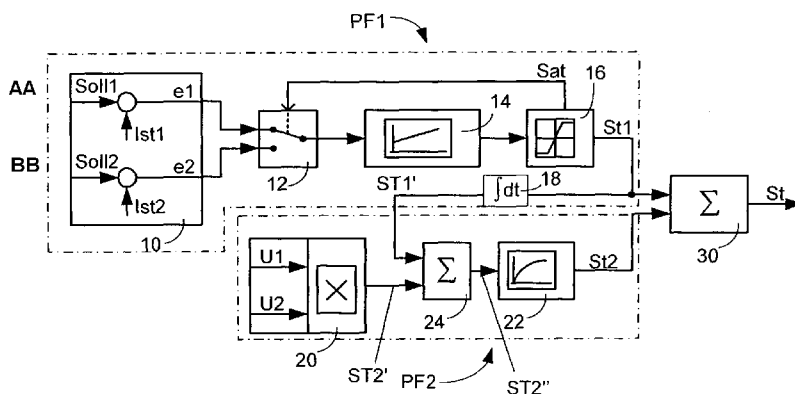


Fig. 2

AA Target1
BB Target2

(57) Abstract: The invention relates to a method for actuating a bidirectionally operable voltage converter device of a multi-voltage on-board electrical system, wherein the voltage converter device is or can be connected to a first energy storage device on a first connection side and to a second energy storage device on a second connection side, and wherein the voltage converter device is operated in a current- or power-regulated manner in a first mode of operation and in a voltage-regulated manner in a second mode of operation. In this case, the changeover between the first mode of operation and the second mode of operation is made as a function of a voltage change which is detected on at least one connection side of the voltage converter device, or as a function of the change in a variable which is correlated to the voltage. The invention also relates to a multi-voltage on-board electrical system for a motor vehicle.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2010/000366 A1

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung einer bidirektional betreibbaren Spannungswandlereinrichtung eines Mehrspannungsbordnetzes, wobei die Spannungswandlereinrichtung auf einer ersten Anschlussseite mit einer ersten Energiespeichereinrichtung und auf einer zweiten Anschlussseite mit einer zweiten Energiespeichereinrichtung verbunden ist beziehungsweise verbindbar ist, und wobei die Spannungswandlereinrichtung in einer ersten Betriebsart ström- oder leistungsgeregelt und in einer zweiten Betriebsart spannungsgeregelt betrieben wird. Dabei erfolgt die Umschaltung zwischen erster und zweiter Betriebsart in Abhängigkeit von einer auf zumindest einer Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung detektierten Spannungsänderung oder der Änderung einer mit der Spannung korrelierenden Größe. Ferner betrifft die Erfindung ein Mehrspannungsbordnetz für ein Kraftfahrzeug.

Verfahren zur Ansteuerung einer bidirektional betreibbaren Spannungswandlereinrichtung und Mehrspannungsbordnetz

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung einer bidirektional betreibbaren Spannungswandlereinrichtung sowie ein Mehrspannungsbordnetz für ein Kraftfahrzeug.

Ein Spannungswandler besteht im Wesentlichen aus einer elektronischen Schaltung, die eine Eingangsspannung (eingangsseitige Spannung) in eine Ausgangsspannung (ausgangsseitige Spannung) umwandelt. Dabei kann ein Spannungswandler als so genannter Gleichspannungswandler (DC/DC) - zur Umwandlung einer eingangsseitigen Gleichspannung in eine ausgangsseitige Gleichspannung - ausgebildet sein, oder er kann als so genannter Wechselspannungswandler - zur Umwandlung von Gleich- in Wechselspannung (DC/AC) oder zur Umwandlung von Wechsel- in Gleichspannung (AC/DC) oder zur Umwandlung von Wechsel- in Wechselspannung (AC/AC) - ausgebildet sein.

Abhängig von seinem Einsatzzweck ist ein Spannungswandler spannungs-, strom- oder leistungsgeregelt ausgeführt. Ferner sind bidirektional betreibbare Spannungswandler bekannt, bei denen eine entsprechende Spannungswandlung (bzw. eine Steuerung des Energieflusses) zwischen den Anschlusseiten in beide Richtungen möglich ist. Üblicherweise werden zur Regelung eines Spannungswandlers unterlagerte Regelkreise für die Strom- und Spannungsregelung verwendet. Das bedeutet, dass über den Spannungsregler ausgangsseitig eine konstante Ausgangsspannung geregelt wird, solange der sich einstellende Ausgangsstrom kleiner als die vorgegebene Sollvorgabe ist. Sobald der Ausgangsstrom die Sollvorgabe überschreitet wird auf einen konstanten Ausgangsstrom geregelt. In der unterlagerten Reglerstruktur muss zur Regelung eines Sollwertes (z.B. Spannung) der weitere Sollwert (z.B. Strom) derart angepasst

- 2 -

werden, dass die Regelung der Spannung physikalisch bedingt möglich ist (z.B. Stromsollwert auf Maximum setzen).

Spannungswandler, die in Kraftfahrzeugbordnetzen der bedarfsgerechten Spannungsversorgung von Verbrauchern dienen (z.B. zur Spannungsversorgung von Mikroprozessorsystemen oder anderen spannungssensitiven Verbrauchern), werden in der Regel spannungsgeregelt ausgebildet, wobei durch eine entsprechende Strombegrenzung das Überschreiten einer vorbestimmten Stromgrenze sicher verhindert wird. Derartige Spannungswandler sind geeignet Bordnetzverbraucher bei kritischen Spannungsschwankungen im Bordnetz (z.B. aufgrund eines Starts der Brennkraftmaschine) mit einer stabilisierten Spannung zu versorgen.

Spannungswandler in Mehrspannungsbordnetzen dienen häufig auch als Stellglied zum kontrollierten Laden und/oder Entladen von Energiespeichereinrichtungen des Bordnetzes. Diese Spannungswandler sind üblicherweise strom- oder leistungsgeregelt ausgeführt, wobei durch eine entsprechende Spannungsbegrenzung das Überschreiten einer vorbestimmten Spannungsgrenze unterbunden wird.

Darüber hinaus ist aus der nicht vorveröffentlichten DE 10 2007 004 279 ein Mehrspannungsbordnetz für ein Kraftfahrzeug bekannt, welches in seinem Aufbau eine bidirektional betreibbare Spannungswandlereinrichtung beschreibt, die auf einer Anschlussseite (vorzugsweise einer Anschlussseite niedrigerer Bordnetzspannung) zwei parallel geschaltete und über eine steuerbare Schalteinrichtung miteinander verbundene bzw. verbindbare Bordnetzzweige aufweist, wobei zumindest einer der beiden Bordnetzzweige eine erste Energiespeichereinrichtung umfasst, und die auf ihrer anderen Anschlussseite (vorzugsweise einer Anschlussseite mit einer im Vergleich zur ersten Anschlussseite erhöhten Bordnetzspannung) zumindest einen Bordnetzzweig mit zumindest einer weiteren Energiespeichereinrichtung aufweist. Dabei dient die steuerbare Schalteinrichtung insbesondere dem Schutz des zweiten Niederspannungsbordnetzzweiges vor lastbedingten Spannungseinbrüchen, wie sie beispielsweise bei Startvorgängen (bedingt durch eine sehr hohe Leistungsaufnahme der elektrischen Startereinrichtung) der Brennkraftmaschine im

- 3 -

entsprechenden Bordnetzweig auftreten können. Durch das Öffnen der Schalteinrichtung, vor einem etwaigen Startvorgang der Brennkraftmaschine, kann ein solcher Spannungseinbruch im separierten parallel geschalteten Bordnetzweig vermieden werden. Durch Öffnen der Schalteinrichtung wird der Bordnetzweig (erster Niederspannungsbordnetzweig) mit Anlassermaschine, Bordnetzbatteie und nicht spannungssensiblen Verbrauchern einerseits von den, den zweiten Bordnetzweig des Niederspannungs-Teilbordnetzes bildenden, spannungssensiblen Verbrauchern getrennt. Andererseits wird dieser erste Niederspannungsbordnetzweig über die geöffnete Schalteinrichtung auch von der Spannungswandlereinrichtung, über die er sonst mit dem zweiten Teilbordnetz (Teilbordnetz mit im Vergleich zum ersten Teilbordnetz höherer Bordnetzspannung) gekoppelt ist bzw. koppelbar ist getrennt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mehrspannungsbordnetz sowie ein Verfahren zur Ansteuerung einer bidirektional betreibbaren Spannungswandlereinrichtung eines Mehrspannungsbordnetzes – wobei das Mehrspannungsbordnetz auf beiden Anschlusseiten der Spannungswandlereinrichtung mit einer Energiespeichereinrichtung gekoppelt ist - anzugeben, wodurch auch bei einem Spannungseinbruch bzw. bei Impedanzänderung auf einer der beiden Anschlusseiten der Spannungswandlereinrichtung eine sichere Spannungsversorgung der Bordnetzteilnehmer (insbesondere auf der Seite mit Spannungseinbruch/Impedanzänderung) gewährleistet wird.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass bei einem Mehrspannungsbordnetz mit einer bidirektional betreibbaren Spannungswandlereinrichtung, die beidseitig mit zumindest jeweils einer Energiespeichereinrichtung gekoppelt ist (bzw. an die beidseitig zumindest jeweils eine Energiespeichereinrichtung angebunden ist), bei Wegfall einer Energiespeichereinrichtung (Impedanzänderung) bzw. bei einem plötzlich auftretenden Spannungseinbruch an einer Energiespeichereinrichtung ungewollte Spannungseinbrüche auf der entsprechenden Anschlusseite der Spannungswandlereinrichtung auftreten können.

- 4 -

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Gesamtheit der Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. In den Unteransprüchen sind bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung angegeben.

Gemäß der Erfindung wird ein Verfahren zur Ansteuerung (Steuerung bzw. Regelung) einer bidirektional betreibbaren Spannungswandlereinrichtung eines Mehrspannungsbordnetzes vorgeschlagen, bei dem die Spannungswandlereinrichtung, in Abhängigkeit von einer auf zumindest einer Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung detektierten Spannungsänderung oder der Änderung einer mit der Spannung korrelierenden Größe, in einer ersten oder in einer zweiten (von zumindest zwei unterschiedlichen Betriebsarten) Betriebsart zur Ansteuerung der Spannungswandlereinrichtung betrieben werden kann. Dabei wird zwischen der ersten Betriebsart, in der die Spannungswandlereinrichtung strom- oder leistungsgeregelt betrieben bzw. angesteuert wird und der zweiten Betriebsart, in der die Spannungswandlereinrichtung spannungsgeregelt betrieben bzw. angesteuert wird, unterschieden (ausgewählt). Das erfindungsgemäße Verfahren findet Anwendung bei Mehrspannungsbordnetzen mit einer Spannungswandlereinrichtung, die auf ihrer ersten Anschlussseite mit einer ersten Energiespeichereinrichtung und auf ihrer zweiten Anschlussseite mit einer zweiten Energiespeichereinrichtung verbunden ist beziehungsweise verbindbar ist. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird ein Ansteuer- bzw. ein Steuer- und Regelungsverfahren geschaffen, durch das Energiespeicher in einem Mehrspannungsbordnetz – insbesondere einem Mehrspannungsbordnetz eines Kraftfahrzeugs – kontrolliert geladen bzw. entladen werden können und unabhängig von der zum Laden bzw. Entladen zugehörigen Soll(wert)vorgabe bei Entfall eines Energiespeichers (z.B. durch gezielte Abschaltung über ein steuerbares Schaltelement oder durch plötzlichen Defekt oder dergleichen) eine stabile Spannungsversorgung für die Verbraucher des Bordnetzes – insbesondere für die Verbraucher des Teilbordnetzes, dessen zugeordneter Energiespeicher ausgefallen ist – bereitgestellt werden kann. Ein wesentlicher Aspekt der Erfindung besteht darin, eine plötzliche Änderung des Energiespeicherverhaltens einer an die Spannungswandlereinrichtung angebundenen Energiespeichereinrichtung zu erfassen und aufgrund dieses erkannten geänderten Energiespeicherverhaltens eine Änderung in der

- 5 -

Betriebsweise der Spannungswandlereinrichtung herbeizuführen, um hierdurch ggf. auftretende Spannungseinbrüche zu unterbinden. Da das Energiespeicherverhalten mit der anschlussseitigen Spannung an der Spannungswandlereinrichtung korreliert, wird diese bzw. irgendeine hiermit korrelierende Größe überwacht und in Abhängigkeit hiervon die Betriebsart der Spannungswandlereinrichtung beibehalten oder geändert. Als mit der anschlussseitigen Spannung der Spannungswandlereinrichtung 2 korrelierende Größe ist neben Strom und Leistung insbesondere auch die Impedanz der Energiespeichereinrichtung E1 bzw. der Schaltzustand einer steuerbaren Schalteinrichtung S1 zur elektrischen Abtrennung einer Energiespeichereinrichtung E1 von der Spannungswandlereinrichtung 2 zu betrachten.

Mit Vorteil wird die maßgebliche Spannungsänderung an der Spannungswandleranschlussseite (wie z.B. der Entfall einer Energiespeichereinrichtung) detektiert, indem der jeweilige Gradient der Spannung an der jeweiligen Spannungswandler-Anschlussseite entsprechend ausgewertet wird. Sobald der Gradient der überwachten Anschlussseitenspannung einen vorbestimmten Wert erreicht oder überschreitet, wird eine Umschaltung in die andere Betriebsart ausgelöst. Beispielsweise wird die Spannungswandlereinrichtung, ausgehend von einem Bordnetzzustand, in dem die Spannungswandlereinrichtung beidseitig mit jeweils zumindest einer Energiespeichereinrichtung gekoppelt ist, gemäß ihrer ersten Betriebsart strom- oder leistungsorientiert angesteuert (gesteuert und/oder geregelt), um entsprechende Lade- bzw. Entladevorgänge der Energiespeicher zu steuern/regeln. Erfolgt nun aufgrund einer Laständerung eine Spannungsänderung auf der entsprechenden Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung, wird der Gradient dieser Spannung überwacht und in Abhängigkeit von dem Erreichen oder Nichterreichen eines vorbestimmten Gradienten-Grenzwertes die Betriebsart für die Spannungsreglereinrichtung beibehalten oder in die andere Betriebsart (hier: spannungsorientierte Ansteuerung / spannungsgeregt) umgeschaltet. Der Gradientengrenzwert ist derart bemessen, dass eine Spannungsänderung aufgrund einer betriebsbedingten Laständerung (z.B. durch Zuschaltung der Klimaanlage, Einschaltung der elektrisch unterstützten Lenkung oder dergleichen) nicht zur Umschaltung in die andere/zweite Betriebsart führt – eine Spannungsänderung, die

- 6 -

jedoch auf einen plötzlichen Wegfall einer Energiespeichereinrichtung (z.B. durch Abschaltung über eine steuerbare Schalteinrichtung oder einen plötzlich auftretenden Defekt oder Kurzschluss bzw. eine plötzlich auftretende Impedanzänderung) zurückzuführen ist, hingegen eine Umschaltung in die andere Betriebsart bedingt.

Alternativ oder zusätzlich zur Überwachung des Gradienten der anschlussseitigen Spannung der Spannungswandlereinrichtung kann der Schaltzustand eines steuerbaren Schaltelements, über welches eine mit der Spannungswandlereinrichtung gekoppelte Energiespeichereinrichtung von dieser getrennt werden kann, überwacht und ausgewertet werden. Beispielsweise würde bei geschlossenem Schaltelement die Spannungswandlereinrichtung beidseitig mit jeweils einer Energiespeichereinrichtung gekoppelt sein, während bei geöffnetem Schaltelement eine Energiespeichereinrichtung von der Spannungswandlereinrichtung abgekoppelt sein würde, so dass bei geöffnetem Schaltelement eine Umschaltung von der ersten Betriebsart „strom- oder leistungsgeregelt“ in die zweite Betriebsart „spannungsgeregelt“ erfolgen würde.

Mit Vorteil werden der Spannungswandlereinrichtung zur Steuerung derselben Anschlussseite unterschiedliche, voneinander unabhängige Sollwerte vorgegeben (z.B. ein entsprechender Spannungssollwert für eine mögliche spannungsgeregelte Betriebsweise und ein entsprechender Stromsollwert für eine mögliche stromgeregelt Betriebsweise der Spannungswandlereinrichtung), wobei in Abhängigkeit von zumindest einem vorbestimmten Betriebsparameter (z.B. Bereich einer Stellgrößenbegrenzung, Drift der Stellgrößenvorsteuerung oder Stellgrößenänderungsgeschwindigkeit) bzw. in Abhängigkeit von der anschlussseitig überwachten Spannung der Spannungswandlereinrichtung bzw. der hiermit korrelierenden Größe derjenige Sollwert ausgewählt wird, der dem Regelvorgang bzw. der ausgewählten Betriebsart der Spannungswandlereinrichtung zugrunde gelegt werden soll. Der andere Sollwert wird für den Regelvorgang nicht verwendet und verworfen. Dies hat zum Vorteil, dass eine ansonsten erforderliche Kommunikation zwischen den Reglern der unterlagerten Regelkreise erforderlich wäre, da physikalisch bedingt stets nur ein einziger Sollwert eingeregelt werden kann.

- 7 -

Weiterhin ist vorteilhaft, dass mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auch unabhängig Sollwerte für unterschiedliche Spannungswandleranschlussseiten geregelt werden können (z.B. Ausgangsstromregelung – Eingangsspannungsregelung). Dies wird vor allem dann benötigt, wenn der Spannungswandler typischerweise den Ladezustand eines Energiespeichers auf einer Anschlussseite einstellen/regeln soll und zugleich bei Entfall bzw. Defekt des Energiespeichers auf der anderen Anschlussseite diese mit einer konstanten Spannung derart versorgt, dass es zu keinen Funktionsausfällen von Steuergeräten auf dieser Anschlussseite kommt.

Des Weiteren umfasst die Erfindung eine Regel-/Steuereinrichtung bzw. eine Spannungswandlereinrichtung mit entsprechender Logik (etwa in Gestalt eines Steuergerätes), die derart ausgebildet ist, dass das beschriebene erfindungsgemäße Verfahren durchführbar ist.

Ferner ist gemäß der Erfindung ein Mehrspannungsbordnetz für ein Kraftfahrzeug vorgesehen, welches ein erstes Teilbordnetz mit einer ersten Energiespeichereinrichtung, ein zweites Teilbordnetz mit einer zweiten Energiespeichereinrichtung, eine bidirektional betreibbare und steuerbare Spannungswandlereinrichtung, sowie Ansteuerermittel zur Ansteuerung der Spannungswandlereinrichtung umfasst, wobei die Ansteuerermittel derart ausgebildet sind, dass in Abhängigkeit von einer auf zumindest einer Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung detektierten Spannungsänderung (bzw. Änderung einer mit der Spannung korrelierenden Größe) ein Umschaltsignal erzeugt wird. Dabei sind die Ansteuerermittel vorzugsweise derart ausgebildet, dass durch eine (vorstehend bereits erläuterte) Überwachung und Auswertung des Gradienten der anschlussseitigen Spannung der Spannungswandlereinrichtung (bzw. einer hiermit korrelierenden Größe) und/oder durch die Auswertung des Schaltzustands eines steuerbaren Schaltelements, über welches zumindest eine Energiespeichereinrichtung von der Spannungswandlereinrichtung trennbar ist, die die Betriebsartumschaltung bedingende (Spannungs-)Änderung detektiert wird.

In Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Mehrspannungsbordnetzes kann in Abhängigkeit von dem generierten Umschaltsignal bzw. in Abhängigkeit von der

- 8 -

detektierten Spannungsänderung (für den Fall, dass diese eine Betriebsartumschaltung bedingt) ein entsprechendes Informations- oder Warnsignal für den Fahrzeuginsassen erzeugt werden und/oder ein internes Diagnosesignal erzeugt werden. Über das interne Diagnosesignal könnte z.B. in den Fällen, in denen eine Zustandsänderung trotz geschlossenem bzw. unverändertem Schaltzustand des Schaltelements detektiert wurde, auf einen Defekt im Bereich einer Energiespeichereinrichtung geschlossen werden oder eine entsprechende interne Diagnose und Notlaufbetriebsstrategien eingeleitet werden.

Bezüglich einer möglichen bevorzugten Ausgestaltung (im Hinblick auf Aufbau und Funktionsweise) eines Mehrspannungsbordnetzes wird vollumfänglich Bezug genommen auf die eingangs erwähnte nicht vorveröffentlichte DE 10 2007 004 279, deren Offenbarungsgehalt somit in die Offenbarung dieser Patentanmeldung einbezogen wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1: eine mögliche Ausgestaltung eines erfindungsgemäßen Mehrspannungsbordnetzes für ein Kraftfahrzeug, mit einer bidirektional betreibbaren Spannungswandlereinrichtung, die beidseitig mit jeweils zumindest einer Energiespeichereinrichtung gekoppelt ist, und

Figur 2: in schematischer Darstellung ein Wirkschaltbild zur Veranschaulichung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ansteuerung einer bidirektional betreibbaren Spannungswandlereinrichtung eines Mehrspannungsbordnetzes.

Figur 1 zeigt in schematisierter Darstellung ein Mehrspannungsbordnetz für ein Kraftfahrzeug gemäß einer möglichen Ausführungsform der Erfindung. Das Mehrspannungsbordnetz umfasst eine steuerbare und bidirektional betreibbare, insbesondere als Gleichspannungswandler ausgeführte, Spannungswandlereinrichtung 2, die auf ihrer einen Anschlussseite mit einem

- 9 -

ersten Teilbordnetz BN1 und die auf ihrer anderen Anschlussseite mit einem zweiten Teilbordnetz BN2 gekoppelt ist. Dabei erfolgt die Ansteuerung der Spannungswandlereinrichtung 2 über separate oder in die Spannungswandlereinrichtung 2 integrierte Ansteuerermittel 4.

Das erste Teilbordnetz BN1 ist beispielsweise als Teilbordnetz niedrigerer Spannung (Niedervolt-Teilbordnetz mit z.B. Nennspannung 12V) ausgeführt und umfasst gemäß dem dargestellten Ausführungsbeispiel einen ersten Bordnetzweig BNZ1 und einen zum ersten Bordnetzweig BNZ1 parallel geschalteten zweiten Bordnetzweig BNZ2.

Der erste Bordnetzweig BNZ1 umfasst beispielsweise, neben weniger (spannungs-)sensiblen Verbrauchern V1, eine als Bleibatterie oder dergleichen ausgebildete Energiespeichereinrichtung E1 sowie eine generatorisch arbeitende elektrische Maschine (z.B. Lichtmaschine) Gen und einen elektrischen Anlassermotor M. Alternativ können die Lichtmaschine Gen und der Anlassermotor M auch durch eine sowohl generatorisch als motorisch betreibbare elektrische Maschine (z.B. in Form eines Kurbelwellenstartergenerators KSG) ersetzt werden. Die Verbraucher V1, die elektrischen Maschinen M und Gen sowie die elektrische Energiespeichereinrichtung E1 sind in herkömmlicher Weise parallel geschaltet. Dem ersten Bordnetzweig BNZ1 ist der zweite Bordnetzweig BNZ2 parallel geschaltet, wobei dieser zumindest einen Anteil von (im Vergleich zu den Verbrauchern V1 des ersten Bordnetzweiges BNZ1 erhöht) spannungs-sensiblen Verbrauchern V1' umfasst. Der erste Bordnetzweig BNZ1 ist über ein steuerbares elektrisches Schaltelement S1 sowohl von der Spannungswandlereinrichtung 2 als auch von dem zweiten Bordnetzweig BNZ2 trennbar, derart, dass bei geöffnetem Schaltelement S1 lediglich der zweite Bordnetzweig BNZ2 als verbleibender Teil des ersten Teilbordnetzes BN1 an die Spannungswandlereinrichtung 2 angebunden bzw. mit dieser elektrisch verbunden bleibt.

Das zweite Teilbordnetz BN2, welches beispielsweise als Teilbordnetz mit einer im Vergleich zum ersten Teilbordnetz BN1 erhöhten Bordnetzspannung (Teilbordnetz mit z.B. Nennspannung 24V oder 42V oder Hochspannungsteilbordnetz für Hybrid mit Nennspannung z.B. 100V - 500V) ausgebildet ist, umfasst im dargestellten Ausführungsbeispiel neben elektrischen Verbrauchern V2, parallel geschaltet,

- 10 -

zumindest eine weitere elektrische Energiespeichereinrichtung E2. Mit Vorteil ist diese weitere Energiespeichereinrichtung als kapazitiver Energiespeicher (z.B. Modul mit Doppelschichtkondensatoren) ausgeführt.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Ansteuermittel 4 zur Ansteuerung der Spannungswandlereinrichtung 2 als separate Steuermittel in Form eines Steuergerätes umgesetzt (alternativ können diese auch in die Spannungswandlereinrichtung 2 integriert sein). Die Ansteuermittel 4 sind mit der Spannungswandlereinrichtung 2 verbunden und überwachen diese (zumindest auf einer Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung 2) im Hinblick auf ihre anschlussseitige Spannung (bzw. eine hiermit korrelierende Größe). Alternativ oder zusätzlich sind die Ansteuermittel 4 mit dem elektrischen Schaltelement S1 verbunden und überwachen dieses im Hinblick auf seinen Schaltzustand, so dass in Abhängigkeit von dem Schaltzustand des Schaltelements S1 und/oder dem Spannungsverhalten an zumindest einer der Anschlussseiten der Spannungswandlereinrichtung 2 eine Umschaltung der Betriebsart der Spannungswandlereinrichtung 2 durchgeführt wird. Beispielsweise wird die Spannungswandlereinrichtung 2 bei geschlossenem Schaltelement S1 strom- oder leistungsgeregelt betrieben. Im ersten Teilbordnetz BN1 werden in diesem Betriebszustand sowohl der erste Bordnetzweig BNZ1 als auch der zweite Bordnetzweig BNZ2 über die im ersten Bordnetzweig BNZ1 angeordnete Energiespeichereinrichtung E1 des ersten Teilbordnetzes BN1 elektrisch versorgt. Sobald der Energiespeicher E1 wegfällt (z.B. durch Öffnen des Schaltelements S1 oder durch Auftreten eines Kurzschlusses oder dergleichen) muss die Versorgung der sensiblen Verbraucher V1' (zweiter Bordnetzweig BNZ2) über die Spannungswandlereinrichtung 2 durch die Energiespeichereinrichtung E2 des zweiten Teilbordnetzes BN2 gewährleistet werden. Hierfür ist eine Umschaltung von einem strom- bzw. leistungsgeregelten Betrieb der Spannungswandlereinrichtung 2 in einen spannungsgeregelten Betrieb erforderlich. Durch Verzögerungen und Pnelleffekte beim Umschaltvorgang durch das Schaltelement S1 kann der Umschaltzeitpunkt ggf. nicht genau bestimmt werden, was wiederum zu nicht tolerierbaren Spannungsschwankungen an den (spannungs-)sensiblen Verbrauchern V1' führen kann. Diese problematischen Effekte gilt es durch eine entsprechende Wirkungsweise (hier: eine quasi ereignisgesteuerte Umschaltung der

Betriebsart der Spannungswandlereinrichtung 2) der Spannungswandlereinrichtung 2 zu vermeiden bzw. gar nicht erst aufkommen zu lassen. In Figur 2 wird ein Verfahren zur Ansteuerung der Spannungswandlereinrichtung 2 veranschaulicht, wodurch die geschilderten nachteiligen Effekte beseitigt werden sollen.

Die in Figur 2 dargestellte, die Wirkungsweise der Erfindung veranschaulichende Reglerstruktur umfasst einen ersten Funktionspfad PF1 zur Ermittlung einer ersten Teilstellgröße St1 und einen zweiten Funktionspfad PF2 zur Ermittlung einer zweiten Teilstellgröße St2, wobei aus diesen beiden Teilstellgrößen ST1, St2 (vorliegend durch einfache Summation) durch eine nach geschaltete Verarbeitungseinrichtung 30 eine resultierende Stellgröße St zur Ansteuerung der Spannungswandlereinrichtung 2 ermittelt wird.

Der erste Funktionspfad PF1 umfasst eine Sollwertermittlungseinrichtung, die sich im dargestellten Ausführungsbeispiel aus einer Sollwertvorgabeeinrichtung 10 zur Bereitstellung von zumindest zwei unterschiedlichen Sollwertgrößen e1 und e2 (stellvertretend für zwei unterschiedliche Betriebsarten der Spannungswandlereinrichtung 2) sowie aus einer der Sollwertvorgabeeinrichtung 10 nach geschalteten Umschalteneinrichtung 12 zur Umschaltung zwischen den zumindest zwei Sollwertgrößen e1, e2 (bzw. den zumindest zwei Betriebsarten) - wobei die Umschaltung durch die Umschalteneinrichtung 12 in Abhängigkeit von einem der Umschalteneinrichtung 12 zugeführten Umschaltsignal Sat erfolgt -, eine Reglereinheit 14 zur Verarbeitung der vorgegebenen Sollwertgröße e1; e2 und eine der Reglereinheit 14 nach geschaltete Begrenzeereinrichtung 16 zur Überwachung und Signalbegrenzung des anschlussseitigen Spannungssignals der Spannungswandlereinrichtung 2 (wobei bei Überschreitung eines durch die Begrenzeereinrichtung 16 vorgegebenen Grenzwertes das Umschaltsignal Sat zur Umschaltung der Umschalteneinrichtung 12 erzeugt wird, wodurch wiederum auf einen anderen Sollwert und damit auf eine andere Betriebsart (zwischen spannungsgeregelt und strom- bzw. leistungsgeregelt) umgeschaltet wird).

Der zweite Funktionspfad PF2 dient der Vorsteuerung und umfasst zumindest eine Vorsteuereinrichtung 20 über die, aus den an beiden Seiten der Spannungswandlereinrichtung 2 anliegenden Klemmspannungen (anschlussseitige Spannung), eine Vorsteuergröße St2' gebildet wird. Diese Vorsteuergröße St2' kann in einer einfachen Ausführungsform unmittelbar die zweite Teilstellgröße St2 bilden.

In einer bevorzugten Weiterbildung kann die erzeugte Vorsteuergröße $St2'$ durch eine nachgeschaltete Filter 22 mit Tiefpassfiltereigenschaften zur zweiten Teilstellgröße $St2$ weiterverarbeitet werden. Besonders vorteilhaft ist die dargestellte Ausführungsform, bei der die durch die Vorsteuereinrichtung 20 gebildete Vorsteuergröße $St2'$ entweder unmittelbar mit der durch den ersten Funktionspfad PF1 gebildeten Teilstellgröße $St1$ oder durch einen mittels einem Integratorglied 18 gebildeten Integralwert $ST1'$ zu einer weitergebildeten Vorsteuergröße $ST2''$ aufsummiert und anschließend tiefpassgefiltert durch das Filter 22 die zweite Teilstellgröße $St2$ bildet. Mit Hilfe der Dimensionierung (Bandbreite, Anstiegszeiten, ...) der Regler 14 und Tiefpassfilter 22 kann das Auslöserverhalten der Begrenzungseinrichtung 16 eingestellt werden. Bei Überschreiten einer definierten Spannungsänderung (Bereich der Begrenzungseinrichtung) sowie Spannungsänderungsgeschwindigkeit/Gradient (Zeitkonstante Tiefpassfilter < Zeitkonstante Reglerbandbreite) kann eine Impedanzänderung (Energiespeicherentfall oder Defekt) an einer Wandleranschlusseite detektiert und ein Signal Sat generiert werden.

Im Folgenden soll die Wirkungsweise der Erfindung anhand des dargestellten Ausführungsbeispiels, bei dem eine (eine Betriebsartumschaltung bedingende) Spannungsänderung an der Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung 2 durch Schaltung des steuerbaren Schaltelements $S1$ erzeugt wird, erläutert werden. Hierfür werden unterschiedliche Betriebssituationen im Mehrspannungsbordnetz gemäß Figur 1 beschrieben.

In einer ersten Betriebssituation, in der das Schaltelement $S1$ geschlossen ist (und bleibt) und in der die Spannungswandlereinrichtung 2 somit beidseitig mit einer Energiespeichereinrichtung $E1$; $E2$ verbunden ist, wird die Spannungswandlereinrichtung 2 derart angesteuert, dass über sie, z.B. in Abhängigkeit von vorbestimmten Lastanforderungen im Bordnetz, ein entsprechender Lade- oder Entladestrom für den Energiespeicher 2 des Teilbordnetzes $BN2$ eingestellt wird. Die Spannungswandlereinrichtung 2 wird demnach stromgeregelt betrieben. Über die Vorsteuereinrichtung 20 (bzw. den zweiten Funktionspfad PF2 / „Reglerfunktionspfad“) wird aus den Klemmenspannungen der Spannungswandlereinrichtung 2 (bzw. den hiermit korrelierenden Klemmenspannungen der Energiespeicher $E1$, $E2$ der beiden

Teilbordnetze BN1, BN2) die Teilstellgröße St2 als Stellgröße für die Spannungswandlereinrichtung 2 berechnet. Da sich die Energiespeichereinrichtungen E1, E2 nur endlich schnell durch Lasten bzw. Quellen in den Teilbordnetzen BN1, BN2 entladen bzw. laden können, wird die ermittelte Teilstellgröße St2 durch das Tiefpassfilter 22 gefiltert. Parallel hierzu wird im ersten Funktionspfad PF1 über die Reglereinrichtung 14 die Teilstellgröße St1 gebildet, und so der der Reglereinrichtung 14 als Sollwert e_1 (Sollwert für die strom- bzw. leistungsgeregelte Ansteuerung) dienende zugeführte Regelfehler ausgeregelt, so dass die Spannungswandlereinrichtung 2 den vorgegebenen Lade- bzw. Entladestrom im zweiten Teilbordnetz BN2 einstellt. Die Reglereinrichtung 14 muss somit lediglich systematische Fehler der Vorsteuereinrichtung 20 bzw. des Funktionspfades „Vorsteuerung“ (PF2) ausgleichen.

In einer zweiten Betriebssituation wird ein Umschaltvorgang durch das Schaltelement S1 und damit ein Abwurf bzw. eine Trennung der Energiespeichereinrichtung E1 von der Spannungswandlereinrichtung beschrieben. Zum Zeitpunkt des Öffnens des Schaltelements S1 wird an einer Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung 2 die Entfernung des Energiespeichers E1 detektiert. Die spannungssensiblen Verbraucher V1' des zweiten Bordnetzweiges BNZ2 des ersten Teilbordnetzes BN1 müssen somit unmittelbar aus der bzw. über die Spannungswandlereinrichtung 2 versorgt werden. Die Reglereinrichtung 14 regelt nach wie vor auf den vorgegebenen Lade- bzw. Entladestrom für das zweite Teilbordnetz BN2. Die Lade- bzw. Entladeleistung im zweiten Teilbordnetz BN2 ist ungleich der für die sensiblen Verbraucher V1' des Teilbordnetzes BN1 benötigten Verbraucherleistung, weshalb sich die Spannung im Bordnetzweig BNZ2 der sensiblen Verbraucher V1' verändert. Die tiefpassgefilterte Stellgröße St2 aus der Vorsteuerung des zweiten Funktionspfades PF2 kann sich allerdings nur langsam ändern, weshalb die Reglereinrichtung 14 im ersten Funktionspfad PF1 die Stellgröße St1 derart nachführen muss, dass der vorgegebene Lade- bzw. Entladestrom für das zweite Teilbordnetz BN2 aufrechterhalten wird. Hierdurch wird ein durch die Begrenzereinrichtung 16 vorgegebener Grenzwert erreicht und ein Umschaltsignal Sat generiert, wodurch eine Umschaltung der Reglervorgabe und damit eine Umschaltung der Betriebsart von stromgeführter Ansteuerung (e_1) auf spannungsgeführte Ansteuerung (e_2) der Spannungswandlereinrichtung 2 erfolgt.

In einer dritten Betriebssituation wird davon ausgegangen, dass das Schaltelement S1 sich in einem geöffneten Zustand befindet und dort verweilt. Analog zur ersten Betriebssituation wird die erste Teilstellgröße St1 derart eingeregelt, dass der Reglerfehler (hier: Sollwert bzw. Reglerfehler e2, was einer spannungsgeführten Ansteuerung entspricht) zu Null wird. Die Sollwertvorgabe ist in diesem Fall die Spannung am Bordnetzweig BNZ2 der sensiblen Verbraucher V1'. Über den Vorsteuerepfad PF2 wird nunmehr die tiefpassgefilterte Teilstellgröße St2 nachgeführt, derart, dass sich Veränderungen des Ladezustands am zweiten Teilbordnetz BN2 nicht auf die Teilstellgröße St1 aus dem ersten Funktionspfad PF1 (Reglerpfad) auswirken und damit die Begrenzereinrichtung 16 nicht in die Sättigung geht.

In einer vierten Betriebssituation wird das Schaltelement S1 ausgehend von einem geöffneten Zustand in einen geschlossenen Zustand überführt und so die ursprünglich von der Spannungswandlereinrichtung 2 abgekoppelte Energiespeichereinrichtung E1 wieder angekoppelt. Die Spannungswandlereinrichtung 2 kompensiert den Reglerfehler e2 und regelt in dem die sensiblen Verbraucher V1' aufweisenden Bordnetzweig BNZ2 auf eine konstante Spannung. Sobald das erste Teilbordnetz BN1 mit seinem Energiespeicher E1 und ggf. weiteren Quellen (wie einer Lichtmaschine, einem Kurbelwellenstartergenerator oder dergleichen) zugeschaltet wird, wird in der Spannungswandlereinrichtung 2 eine Überstrombegrenzung ausgelöst, so dass die Spannungswandlereinrichtung 2 abschaltet. Nach erfolgter Abschaltung wird der Reglerfehler e1 als Sollwertvorgabe für den Regler-Funktionspfad PF1 ausgewählt und ein strom geregelter Betrieb der Spannungswandlereinrichtung 2 fortgesetzt.

Durch die Erfindung wird somit gewährleistet, dass aufgrund einer über das Schaltelement S1 erfolgten Abschaltung einer Energiespeichereinrichtung E1 zu keinem Zeitpunkt der zulässige Spannungsbereich für die spannungssensiblen Verbraucher V1' des ersten Teilbordnetzes BN1 verlassen wird. Die Sollwertvorgaben für Lade- bzw. Entladestrom des zweiten Teilbordnetzes BN2 sowie die für die sensiblen Verbraucher V1' des ersten Teilbordnetzes BN1 erforderliche Spannung können unabhängig voneinander eingestellt werden und vermeintlich gegensätzliche Zielerfordernisse für die beiden Teilbordnetze BN1 und BN2 erfüllt werden. Die Stellgröße ST für die Spannungswandlereinrichtung 2

- 15 -

wird stetig eingestellt, da nicht die Reglereinrichtung 14 in ihrer Struktur sondern lediglich entsprechende Reglerfehler als Sollwertvorgabe e_1 , e_2 geschaltet werden. Hieraus resultiert, dass in keinem Betriebszustand Stromspitzen entstehen, die zu unzulässigen Spannungsschwankungen an den sensiblen Verbrauchern V_1' führen können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung einer bidirektional betreibbaren Spannungswandlereinrichtung (2) eines Mehrspannungsbordnetzes, insbesondere eines Mehrspannungsbordnetzes für ein Kraftfahrzeug,
 - wobei die Spannungswandlereinrichtung (2) auf einer ersten Anschlussseite mit einer ersten Energiespeichereinrichtung (E1) und auf einer zweiten Anschlussseite mit einer zweiten Energiespeichereinrichtung (E2) verbunden ist beziehungsweise verbindbar ist,
 - wobei die Spannungswandlereinrichtung (2) in einer ersten Betriebsart strom- oder leistungsgeregelt und in einer zweiten Betriebsart spannungsgeregelt betrieben wird,
 - und wobei die Umschaltung zwischen erster und zweiter Betriebsart in Abhängigkeit von einer auf zumindest einer Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung (2) detektierten Spannungsänderung oder der Änderung einer mit der Spannung korrelierenden Größe erfolgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
 - dadurch gekennzeichnet, dass die Detektion der Spannungsänderung folgende Verfahrensschritte umfasst:
 - Überwachung von zumindest einer Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung (2) im Hinblick auf einen Lastsprung,
 - ab dem Zeitpunkt, zu welchem der Lastsprung auftritt, Überwachung der Spannung bzw. der hiermit korrelierenden Größe, ob diese einen vorbestimmten Grenzwert erreicht oder überschreitet, wobei
 - bei Erreichen oder Überschreiten des vorbestimmten Grenzwertes innerhalb einer vorbestimmten Zeitdauer ab dem Zeitpunkt, zu dem der Lastsprung aufgetreten ist, eine Umschaltung in die andere Betriebsart erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1,
 - dadurch gekennzeichnet, dass die Sollwertvorgabe für die Regelung der Spannungswandlereinrichtung (2) durch Auswahl eines von zumindest zwei

- 17 -

auswählbaren Sollwertvorgabewerten erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass für beide Spannungswandlerseiten ein separater Sollwert vorgegeben wird, wobei in Abhängigkeit von zumindest einem vorbestimmten Betriebsparameter derjenige Sollwert ausgewählt wird, der dem Regelvorgang der Spannungswandlereinrichtung (2) zugrunde gelegt werden soll.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Detektion der Spannungsänderung in Abhängigkeit vom Schaltzustand eines Schaltelements (S1), über welches eine Energiespeichereinrichtung (E1) von der entsprechenden Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung (2) trennbar ist, erfolgt.
6. Regel-/Steuereinrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorstehenden Ansprüche.
7. Mehrspannungsbordnetz für ein Kraftfahrzeug, umfassend
 - ein erstes Teilbordnetz (BN1) mit einer ersten Energiespeichereinrichtung (E1),
 - ein zweites Teilbordnetz (BN2) mit einer zweiten Energiespeichereinrichtung (E2),
 - eine bidirektional betreibbare, steuerbare Spannungswandlereinrichtung (2) über welche die beiden Teilbordnetze (BN1, BN2) miteinander gekoppelt sind,
 - sowie Ansteuermittel (4) zur Ansteuerung der Spannungswandlereinrichtung (2),dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuermittel (4) derart ausgebildet sind, dass in Abhängigkeit von einer auf zumindest einer Anschlussseite der Spannungswandlereinrichtung (2) detektierten Spannungsänderung ein Umschaltsignal (Sat) zur Einleitung eines Betriebsartenwechsels erzeugt wird.

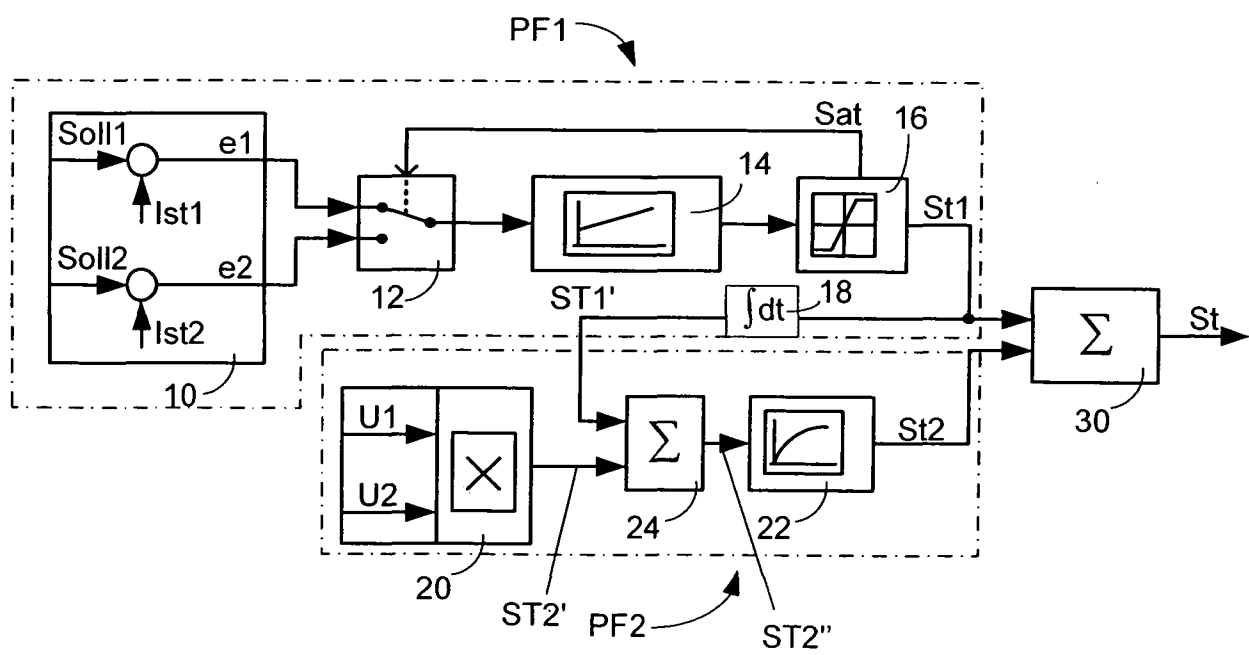
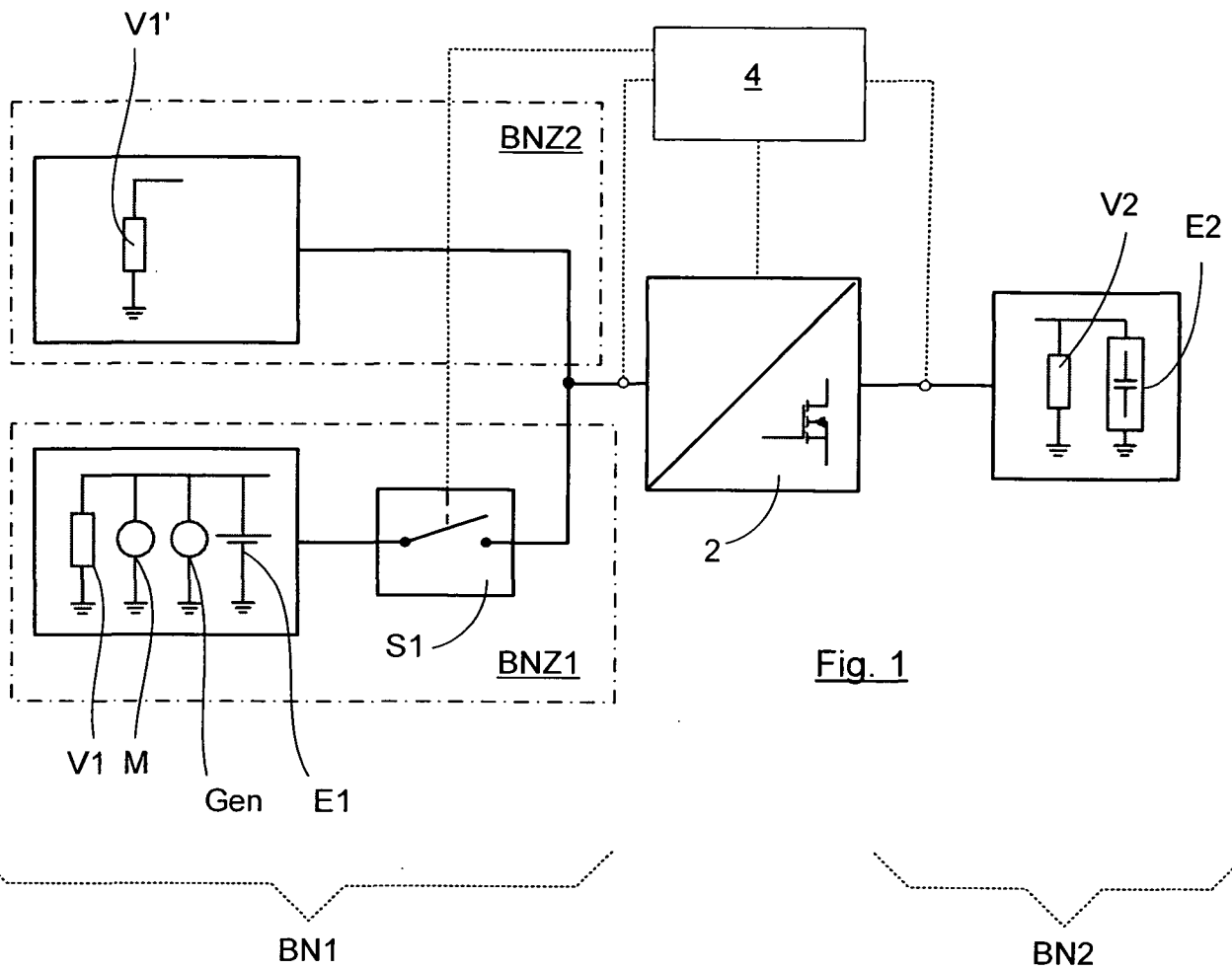
- 18 -

8. Mehrspannungsbordnetz nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von dem Umschaltsignal (Sat) ein von einem Fahrzeuginsassen wahrnehmbares Warnsignal generiert wird.
9. Mehrspannungsbordnetz nach einem der vorstehenden Ansprüche 7-8,
dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit von dem Umschaltsignal (Sat) ein Diagnosesignal generiert wird.
10. Mehrspannungsbordnetz nach einem der vorstehenden Ansprüche 7-9,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Ansteuermittel (4) der Spannungswandlereinrichtung (2) umfassen:
in einem ersten Funktionspfad (PF1) zur Erzeugung einer ersten Teilstellgröße (St1):
 - eine Sollwertermittlungseinrichtung (10, 12) zur Ermittlung eines Sollwertes (e1, e2),
 - eine Reglereinrichtung (14) zur Umsetzung des ermittelten Sollwertes (e1, e2) in die erste Teilstellgröße (St1'),
 - eine der Reglereinrichtung (14) nachgeschaltete Begrenzeereinrichtung (16) zur Begrenzung der ersten Teilstellgröße (St1'),und in einem zweiten Funktionspfad PF2 zur Ermittlung einer zweiten Teilstellgröße (St2):
 - eine Vorsteuereinrichtung (20) über die in Abhängigkeit von zumindest einer anschlussseitigen Spannung der Spannungswandlereinrichtung (2) oder in Abhängigkeit von einer hiermit korrelierenden Größe die zweite Teilstellgröße (St2) ermittelt wird,
und wobei über eine Verarbeitungseinrichtung (30) die beiden Teilstellgrößen (St1, St2) zu einer resultierenden Stellgröße (St) für die Ansteuerung der Spannungswandlereinrichtung (2) verarbeitet werden.
11. Mehrspannungsbordnetz nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass die Begrenzeereinrichtung (16) mit der Sollwertermittlungseinrichtung (10, 12) gekoppelt ist und derart ausgebildet

- 19 -

ist, dass bei Erreichen eines vorbestimmten durch die Begrenzereinrichtung (16) vorgegebenen Grenzwertes ein Umschaltsignal (Sat) generiert wird, welches die Sollwertermittlungseinrichtung (10, 12) zur Vorgabe eines vom aktuell vorliegenden ersten Sollwert (e_1 ; e_2) verschiedenen zweiten Sollwert (e_2 ; e_1) veranlasst.

12. Mehrspannungsbordnetz nach einem der vorstehenden Ansprüche 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass der Vorsteuereinrichtung (20) eine Filtereinrichtung (22) zur Filterung der zweiten Teilstellgröße (St_2') nachgeschaltet ist.
13. Mehrspannungsbordnetz nach einem der vorstehenden Ansprüche 10-12,
dadurch gekennzeichnet, dass die über die Vorsteuereinrichtung (20) ermittelte zweite Teilstellgröße (St_2') zusätzlich in Abhängigkeit von der ersten Teilstellgröße (St_1) ermittelt wird.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2009/004079

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02J7/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2006 004267 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 9 August 2007 (2007-08-09)	1
X	paragraphs [0001], [0002], [0025], [0026]; figure 2	7
A	US 2006/087871 A1 (VULOVIC MARKO [US]) 27 April 2006 (2006-04-27)	1,7
	abstract; figure 1	
A	US 2004/130214 A1 (MURTY BALARAMA VEMPATY [US] ET AL) 8 July 2004 (2004-07-08)	1-13
	the whole document	

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

8 document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 Oktober 2009

Date of mailing of the international search report

02/11/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gentili, Luigi

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2009/004079

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006004267 A1	09-08-2007	NONE	
US 2006087871 A1	27-04-2006	DE 102005031627 A1	11-05-2006
US 2004130214 A1	08-07-2004	AU 2003293443 A1	10-08-2004
		WO 2004062965 A2	29-07-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/004079

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. H02J7/14

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

H02J H02M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, INSPEC

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2006 004267 A1 (AUDI NSU AUTO UNION AG [DE]) 9. August 2007 (2007-08-09)	1
X	Absätze [0001], [0002], [0025], [0026]; Abbildung 2	7
A	US 2006/087871 A1 (VULOVIC MARKO [US]) 27. April 2006 (2006-04-27) Zusammenfassung; Abbildung 1	1,7
A	US 2004/130214 A1 (MURTY BALARAMA VEMPATY [US] ET AL) 8. Juli 2004 (2004-07-08) das ganze Dokument	1-13

☐

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. Oktober 2009

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

02/11/2009

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gentili, Luigi

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2009/004079

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006004267 A1	09-08-2007	KEINE	
US 2006087871 A1	27-04-2006	DE 102005031627 A1	11-05-2006
US 2004130214 A1	08-07-2004	AU 2003293443 A1	10-08-2004
		WO 2004062965 A2	29-07-2004