

(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
09. Januar 2025 (09.01.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/008022 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60L 53/10 (2019.01) *B60L 58/19* (2019.01)
B60L 58/10 (2019.01) *B60L 58/21* (2019.01)
B60L 58/13 (2019.01) *B60L 58/22* (2019.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2024/100559

(22) Internationales Anmeldedatum:
25. Juni 2024 (25.06.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2023 117 576.9
04. Juli 2023 (04.07.2023) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

(72) Erfinder: **BEER, Martin**; Langwieder Hauptstr. 13, 81249
München (DE). **MAERKL, Andreas**; Ehrengutstraße 19,
80469 München (DE). **RAAB, Maxime**; Neuenhofstr. 181,
52078 Aachen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,
NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO,

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A VOLTAGE EQUALISING APPARATUS FOR A HIGH-VOLTAGE ENERGY STORE
OF AN AT LEAST PARTIALLY ELECTRICALLY OPERATED MOTOR VEHICLE, COMPUTER PROGRAM PRODUCT, AND
VOLTAGE EQUALISING APPARATUS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SPANNUNGSAusGLEICHsvORRICHTUNG FÜR EINEN
HOCHVOLTENERGIESPEICHER EINES ZUMINDEST TEILWEISE ELEKTRISCH BETRIEBENEN KRAFTFAHRZEUGS,
COMPUTERPROGRAMMPRODUKT SOWIE SPANNUNGSAusGLEICHsvORRICHTUNG

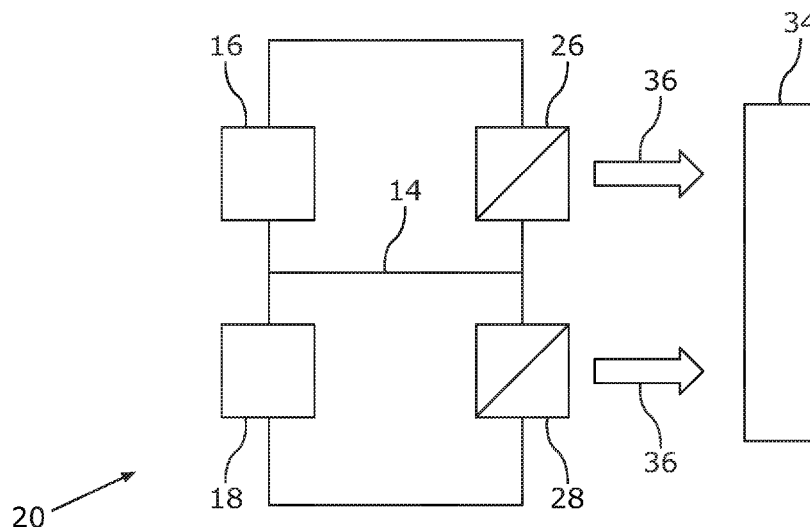


Fig.2

(57) Abstract: The invention relates to a method for operating a voltage equalising apparatus (20) for a high-voltage energy store (12) of an at least partially electrically operated motor vehicle (10), comprising the steps of: providing an electrical dividing apparatus (14) of the voltage equalising apparatus (20) for dividing the high-voltage energy store (12) into at least two sub-stores (16, 18); providing a first DC voltage converter (26) of the voltage equalising apparatus (20) for a first sub-store (16) of the high-voltage energy store (12); providing a second DC voltage converter (28) of the voltage equalising apparatus (20) for a second sub-store (18) of the high-voltage energy store (12); measuring a first sub-voltage of the first sub-store (16) by means of a first measuring device (22) of the voltage equalising apparatus (20); measuring a second sub-voltage of the second sub-store (18) by means of a second measuring device (24) of the voltage equalising apparatus (20); comparing the first sub-voltage with the second sub-voltage by means of an electronic



WO 2025/008022 A1



RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

computing device (30) of the voltage equalising apparatus (20); and operating the first DC voltage converter (26) and the second DC voltage converter (28) depending on the comparison by means of the electronic computing device (30). The invention also relates to a computer programme product and to a voltage equalising apparatus (20).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Spannungsausgleichsvorrichtung (20) für einen Hochvoltenergiespeicher (12) eines zumindest teilweise elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugs (10), mit den Schritten: Bereitstellen einer elektrischen Trennvorrichtung (14) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20) zum Trennen des Hochvoltenergiespeichers (12) in zumindest zwei Teilspeicher (16, 18); Bereitstellen eines ersten Gleichspannungswandlers (26) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20) für einen ersten Teilspeicher (16) des Hochvoltenergiespeichers (12); Bereitstellen eines zweiten Gleichspannungswandlers (28) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20) für einen zweiten Teilspeicher (18) des Hochvoltenergiespeichers (12); Erfassen einer ersten Teilspannung des ersten Teilspeichers (16) mittels einer ersten Erfassungseinrichtung (22) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20); Erfassen einer zweiten Teilspannung des zweiten Teilspeichers (18) mittels einer zweiten Erfassungseinrichtung (24) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20); Vergleichen der ersten Teilspannung mit der zweiten Teilspannung mittels einer elektronischen Recheneinrichtung (30) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20); und dem Betreiben des ersten Gleichspannungswandlers (26) und des zweiten Gleichspannungswandlers (28) in Abhängigkeit von dem Vergleich mittels der elektronischen Recheneinrichtung (30). Ferner betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt sowie eine Spannungsausgleichsvorrichtung (20).

Verfahren zum Betreiben einer Spannungsausgleichsvorrichtung für einen Hochvoltenergiespeicher eines zumindest teilweise elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugs, Computerprogrammprodukt sowie Spannungsausgleichsvorrichtung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Spannungsausgleichsvorrichtung für einen Hochvoltenergiespeicher eines zumindest teilweise elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugs gemäß dem geltenden Patentanspruch 1. Ferner betrifft die Erfindung ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln sowie eine Spannungsausgleichsvorrichtung.

Batterieelektrische Kraftfahrzeuge können beispielsweise ein sogenanntes 800-Volt-System aufweisen. Es gibt jedoch noch eine relativ hohe Anzahl von Ladesäulen, welche nur eine geringere maximale Ladespannung zur Verfügung stellen können. An diesen Ladesäulen können dann die entsprechenden Kraftfahrzeuge nicht vollgeladen werden. Aus diesem Grund ist bereits aus dem Stand der Technik bekannt, dass beispielsweise eine 400-Volt-rückwärtskompatible Ladefunktion im Kraftfahrzeug bereitgestellt wird. In diesem Zustand wird der Hochvoltenergiespeicher in „zwei“ Speicherhälften geteilt, welche an 800-Volt-Ladesäulen „in Reihe“ geladen werden können. An Ladesäulen mit geringerer Spannung werden diese parallel geladen.

Im Falle des 400-Volt-rückwärtskompatiblen Ladens können die beiden Speicherhälften, ohne Beschädigung der verwendeten Hardware parallel geschaltet werden, wenn die Spannungsdifferenz zwischen den Speicherhälften kleiner als einer von der Hardware-abhängigen Schwelle ist. Ansonsten kann es zu unkontrollierten Ausgleichsströmen zwischen den beiden Teilspeichern führen, was zu Hardwareschädigung und beispielsweise einem Liegenbleiben des Kraftfahrzeugs führen kann.

Die DE 10 2016 213 070 B4 betrifft ein Verfahren und ein Fahrzeugbordnetz mit einem Wechselrichter, einem elektrischen Energiespeicher, einer elektrischen Maschine und einem Wechselstromübertragungsanschluss, wobei der Wechselrichter eine erste Seite und eine zweite Seite aufweist und eingerichtet ist, Leistung zwischen diesen Seiten zu übertragen, wobei auf der ersten Seite des Wechselrichters zwei Ausgangsanschlüsse des Wechselrichters mit dem Energiespeicher verbunden oder verbindbar sind, wobei auf

der zweiten Seite des Wechselrichters mindestens zwei Phasenströmanschlüsse des Wechselrichters mit der elektrischen Maschine verbunden oder verbindbar sind, wobei durch eine von einer Steuerung gesteuerte Schalteinrichtung mindestens einer der Lade-Eingänge des Fahrzeugbordnetzes jeweils auf eine innere Motorphase der elektrischen Maschine schaltbar ist, und wobei das Fahrzeugbordnetz dazu ausgebildet ist, zunächst den elektrischen Energiespeicher mit einer ersten Spannung zu laden, und danach den elektrischen Energiespeicher mit einer zweiten Spannung zu laden, wobei die zweite Spannung größer als die erste Spannung ist.

Die DE 10 2013 225 493 A1 beschreibt einen integrierten Umwandler und ein Verfahren, die ein Bordladegerät und einen Niederspannungs-Gleichspannungswandler kombinieren. Der integrierte Umwandler verbessert die Ladeeffizienz der Batterie eines Fahrzeugs und führt die Leistung mit hoher Dichte an eine elektronische Vorrichtungslast zu. Die Ladeeffizienz der Hochspannungsbatterie und die Stromübertragungseffizienz an den Niederspannungsumwandler werden unter Verwendung des integrierten Umwandlers verbessert. Ferner empfängt der Niederspannungsumwandler eine Leistung mit hoher Dichte, da in den Niederspannungsumwandler eine wesentlich stabilere Spannung von dem integrierten Umwandler eingegeben wird.

In der DE 10 2016 207 272 A1 wird ein Speichersystem zur Bereitstellung von elektrischer Leistung für den Antrieb eines Fahrzeugs beschrieben. Das Speichersystem umfasst ein erstes und ein zweites Speichermodul zur Speicherung von elektrischer Energie. Außerdem umfasst das Speichersystem eine Schalteinheit, die eingerichtet ist, das erste Speichermodul und das zweite Speichermodul für einen Ladevorgang in Serie zu schalten und für den Antrieb des Fahrzeugs parallel zu schalten. Des Weiteren umfasst das Speichersystem eine Steuereinheit, die eingerichtet ist, ein oder mehrere Maßnahmen zu veranlassen, um einen Unterschied eines Ladezustands des ersten Speichermoduls und eines Ladezustands des zweiten Speichermoduls in Vorbereitung auf ein Parallel-Schalten des ersten Speichermoduls mit dem zweiten Speichermodul zu reduzieren.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es ein Verfahren, ein Computerprogrammprodukt sowie eine Spannungsausgleichsvorrichtung zu schaffen, mittels welchem zuverlässig Spannungen innerhalb des Hochvoltenergiespeichers ausgeglichen werden können.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren, ein Computerprogrammprodukt sowie durch eine Spannungsausgleichsvorrichtung gemäß den unabhängigen Patentansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungsformen sind in den Unteransprüchen angegeben. Ein

Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Spannungsausgleichsvorrichtung für einen Hochvoltenergiespeicher eines zumindest teilweise elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugs. Es erfolgt das Bereitstellen einer elektrischen Trennvorrichtung der Spannungsausgleichsvorrichtung zum Trennen des Hochvoltenergiespeichers in zumindest zwei Teilspeicher. Es wird ein erster Gleichspannungswandler der Spannungsausgleichsvorrichtung für einen ersten Teilspeicher des Hochvoltenergiespeichers bereitgestellt. Es wird ein zweiter Gleichspannungswandler der Spannungsausgleichsvorrichtung für den zweiten Teilspeicher des Hochvoltenergiespeichers bereitgestellt. Es wird eine erste Teilspannung des ersten Teilspeichers mittels einer ersten Erfassungseinrichtung der Spannungsausgleichsvorrichtung erfasst und eine zweite Teilspannung des zweiten Teilspeichers mittels einer zweiten Erfassungseinrichtung der Spannungsausgleichsvorrichtung erfasst. Es erfolgt das Vergleichen der ersten Teilspannung mit der zweiten Teilspannung mittels einer elektronischen Recheneinrichtung der Spannungsausgleichsvorrichtung und das Betreiben des ersten Gleichspannungswandlers und des zweiten Gleichspannungswandlers in Abhängigkeit von dem Vergleich mittels der elektronischen Recheneinrichtung.

Insbesondere ist somit vorgesehen, um das Spannungsdelta beziehungsweise die Spannungsdifferenz zwischen den beiden Teilspeichern gleich zu handeln, sind entsprechende Betriebsstrategien notwendig, welche sicherstellen, dass es zu keinen zu großen Spannungsunterschieden zwischen den beiden Batteriehälften kommt. Diese Funktionalität kann auch als sogenannte Packsymmetrierung bezeichnet werden.

Mit anderen Worten ist vorgesehen, je nachdem, wie die beiden Teilspannungen innerhalb der beiden Teilspeicher sind, erfolgt eine unterschiedliche Betriebsstrategie der Gleichspannungswandler. Beispielsweis kann ein Gleichspannungswandler mehr belastet werden als der andere, was zu einer größeren Leistungsentnahme bei dem den Gleichspannungswandler zugeordneten Teilspeicher führt. Diese Mehrbelastung kann dann so lange aufrechterhalten werden, bis die Teilspannungen im Wesentlichen ausgeglichen sind.

Es ist selbstverständlich, dass bei anderen Spannungslagen der Energiespeicher beispielsweise auch in drei oder vier Teilspeicher unterteilt werden kann. Jedem der Teilspeicher ist dann ein jeweiliger Gleichspannungswandler zugeordnet. Je nachdem, wie sich die einzelnen Teilspannungen dann zueinander verhalten, kann eine jeweilige Betriebsstrategie der Gleichspannungswandler eingestellt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltungsform wird elektrische Energie für ein Niederspannungsbordnetz in Abhängigkeit von dem Vergleich von dem ersten Gleichspannungswandler oder dem zweiten Gleichspannungswandler bereitgestellt. Mit anderen Worten können der erste Gleichspannungswandler und der zweite Gleichspannungswandler elektrische Energie im Hochvoltbereich insbesondere für ein Niederspannungsbordnetz, beispielsweise für ein 12-Volt-Bordnetz, bereitstellen. Hierbei kann dann vorgesehen sein, dass in Abhängigkeit von dem Vergleich mehr elektrische Energie von einem der beiden Gleichspannungswandler bereitgestellt wird als von dem anderen der beiden Gleichspannungswandler bereitgestellt wird. Sollte beispielsweise die erste Teilspannung im ersten Teilspeicher höher sein als die zweite Teilspannung im zweiten Teilspeicher, so kann vorgesehen sein, dass elektrische Energie für das Niederspannungsbordnetz durch den ersten Gleichspannungswandler bereitgestellt wird. Somit erfolgt eine höhere Belastung des ersten Teilspeichers, wodurch eine Anpassung der Teilspannungen realisiert werden kann. Somit kann, insbesondere beispielsweise bei einem Ladevorgang sichergestellt werden, dass beide Teilspeicher einen ähnlichen Spannungswert aufweisen.

Ebenfalls vorteilhaft ist, wenn in Abhängigkeit von dem Vergleich elektrischer Energie von einem der beiden Gleichspannungswandler für den anderen der beiden Gleichspannungswandler bereitgestellt wird. Beispielsweise kann auf der Niederspannungsseite der beiden Gleichspannungswandler eine entsprechende Koppelung vorgesehen sein. Sollte beispielsweise die erste Teilspannung höher sein als die zweite Teilspannung, so kann elektrische Energie vom ersten Gleichspannungswandler für den zweiten Gleichspannungswandler bereitgestellt werden, sodass im Wesentlichen der zweite Teilspeicher über den ersten Gleichspannungswandler und somit über den ersten Teilspeicher geladen werden kann. Insbesondere kann somit ein Ladungsausgleich und ein Spannungsausgleich realisiert werden. Dies kann insbesondere auch als sogenannte Boostfunktion bezeichnet werden.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltungsform sieht vor, dass unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts für einen Unterschied für die Teilspannungen kein unterschiedlicher Betrieb der beiden Gleichspannungswandler durchgeführt wird. Insbesondere kann somit erst ab einem vorgegebenen Schwellwert für die Differenz beziehungsweise den Unterschied der beiden Teilspannungen das Verfahren angewendet werden. Somit können zu hohe Belastungen oder Zyklen verhindert werden, wodurch die Lebensdauer des Hochvoltenergiespeichers erhöht wird.

Ebenfalls vorteilhaft ist, wenn der Hochvoltenergiespeicher mit einer Spannung von im Wesentlichen 800 Volt bereitgestellt und/oder die erste Teilspannung und/oder die zweite Teilspannung im Wesentlichen mit 400 Volt bereitgestellt wird. Mit anderen Worten ist es vorgesehen, dass der Hochvoltenergiespeicher mit 800 Volt bereitgestellt wird und eine Trennung derart durchgeführt wird, dass der erste Teilspeicher 400 Volt und der zweite Teilspeicher jeweils 400 Volt aufweisen. Somit ist es ermöglicht, dass beispielsweise auch ein Laden bei 400 Volt Ladesäulen realisiert werden kann.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltungsform sieht vor, dass bei einem Entladevorgang und/oder bei einem Ladevorgang des Hochvoltenergiespeichers das Verfahren durchgeführt wird. Beispielsweise kann das Verfahren als Entladevorgang durchgeführt werden, sodass das Spannungsniveau der beiden Teilspeicher im Wesentlichen dauerhaft auf einem gleichen Niveau bleibt. Des Weiteren kann beim Ladevorgang ebenfalls das Spannungsniveau angeglichen werden, beispielsweise kann ein jeweiliger Teilspeicher mit 400 Volt geladen werden, und dann, sollten beispielsweise entsprechende Teilspannungsunterschiede auftauchen, der eine Teilspeicher mit einer höheren Spannung den anderen Teilspeicher mit einer niedrigeren Energiespannung zusätzlich noch laden. Somit kann auch beim Ladevorgang bereits ein Spannungsausgleich durchgeführt werden.

Ferner hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wie die jeweilige Teilspannung der Teilspeicher mittels des Verfahrens im Wesentlichen angeglichen werden. Insbesondere werden diese zumindest angeglichen beziehungsweise ausgeglichen derart, dass ein Spannungsunterschied unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts ist. Dadurch können entsprechende ungewollte Ausgleichsströme zwischen den beiden Teilspeichern beziehungsweise den Batteriezellen der Teilspeicher, verhindert werden.

Bei dem vorgestellten Verfahren handelt es sich insbesondere um ein computerimplementiertes Verfahren. Daher betrifft ein weiterer Aspekt der Erfindung ein Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, welche eine elektronische Recheneinrichtung zu veranlassen, wenn die Programmcodemittel von der elektronischen Recheneinrichtung abgearbeitet werden, ein Verfahren nach dem vorhergehenden Aspekt durchzuführen.

Ein nochmals weiterer Aspekt der Erfindung betrifft daher auch ein computerlesbares Speichermedium mit dem Computerprogrammprodukt nach dem vorhergehenden Aspekt.

Ebenfalls betrifft die Erfindung auch eine Spannungsausgleichsvorrichtung für einen Hochvoltenergiespeicher eines zumindest teilweise elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugs, mit zumindest einer elektrischen Trennvorrichtung, einer ersten Erfassungseinrichtung, einer zweiten Erfassungseinrichtung, einem ersten Gleichspannungswandler, einem zweiten Gleichspannungswandler und einer elektronischen Recheneinrichtung, wobei die Spannungsausgleichsvorrichtung zum Durchführen eines Verfahrens nach dem vorhergehenden Aspekt ausgebildet ist. Insbesondere wird das Verfahren mittels der Spannungsausgleichsvorrichtung durchgeführt.

Ferner betrifft die Erfindung auch einen Hochvoltenergiespeicher mit einer Spannungsausgleichsvorrichtung nach dem vorhergehenden Aspekt. Der Hochvoltenergiespeicher wird dabei insbesondere mit beispielsweise 800 Volt bereitgestellt.

Ferner betrifft die Erfindung auch ein zumindest teilweise elektrisch betriebenes Kraftfahrzeug mit einem Hochvoltenergiespeicher nach dem vorhergehenden Aspekt. Das Kraftfahrzeug kann auch vollelektrisch ausgebildet sein.

Vorteilhafte Ausgestaltungsformen des Verfahrens sind als vorteilhafte Ausgestaltungsformen der Spannungsausgleichsvorrichtung, des Hochvoltenergiespeichers sowie des zumindest teilweise elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugs anzusehen. Die Spannungsausgleichsvorrichtung, der Hochvoltenergiespeicher sowie das zumindest teilweise elektrisch betriebene Kraftfahrzeug weisen hierzu gegenständliche Merkmale auf, um entsprechende Verfahrensschritte durchführen zu können.

Unter einer Recheneinheit/elektronischer Recheneinrichtung kann insbesondere ein Datenverarbeitungsgerät verstanden werden, das einen Verarbeitungsschaltkreis enthält. Die Recheneinheit kann also insbesondere Daten zur Durchführung von Rechenoperationen verarbeiten. Darunter fallen gegebenenfalls auch Operationen, um indizierte Zugriffe auf eine Datenstruktur, beispielsweise eine Umsetzungstabelle, LUT (englisch: „look-up table“), durchzuführen.

Die Recheneinheit kann insbesondere einen oder mehrere Computer, einen oder mehrere Mikrocontroller und/oder einen oder mehrere integrierte Schaltkreise enthalten, beispielsweise eine oder mehrere anwendungsspezifische integrierte Schaltungen, ASIC

(englisch: „application-specific integrated circuit“), eines oder mehrere feldprogrammierbare Gate-Arrays, FPGA, und/oder eines oder mehrere Einchipsysteme, SoC (englisch: „system on a chip“). Die Recheneinheit kann auch einen oder mehrere Prozessoren, beispielsweise einen oder mehrere Mikroprozessoren, eine oder mehrere zentrale Prozessoreinheiten, CPU (englisch: „central processing unit“), eine oder mehrere Grafikprozessoreinheiten, GPU (englisch: „graphics processing unit“) und/oder einen oder mehrere Signalprozessoren, insbesondere einen oder mehrere Digitalsignalprozessoren, DSP, enthalten. Die Recheneinheit kann auch einen physischen oder einen virtuellen Verbund von Computern oder sonstigen der genannten Einheiten beinhalten.

In verschiedenen Ausführungsbeispielen beinhaltet die Recheneinheit eine oder mehrere Hardware- und/oder Softwareschnittstellen und/oder eine oder mehrere Speichereinheiten.

Eine Speichereinheit kann als flüchtiger Datenspeicher, beispielsweise als dynamischer Speicher mit wahlfreiem Zugriff, DRAM (englisch: „dynamic random access memory“) oder statischer Speicher mit wahlfreiem Zugriff, SRAM (englisch: „static random access memory“), oder als nicht-flüchtiger Datenspeicher, beispielsweise als Festwertspeicher, ROM (englisch: „read-only memory“), als programmierbarer Festwertspeicher, PROM (englisch: „programmable read-only memory“), als löschbarer programmierbarer Festwertspeicher, EPROM (englisch: „erasable programmable read-only memory“), als elektrisch löschbarer programmierbarer Festwertspeicher, EEPROM (englisch: „electrically erasable programmable read-only memory“), als Flash-Speicher oder Flash-EEPROM, als ferroelektrischer Speicher mit wahlfreiem Zugriff, FRAM (englisch: „ferroelectric random access memory“), als magnetoresistiver Speicher mit wahlfreiem Zugriff, MRAM (englisch: „magnetoresistive random access memory“) oder als Phasenänderungsspeicher mit wahlfreiem Zugriff, PCRAM (englisch: „phase-change random access memory“), ausgestaltet sein.

Eine Batterie im Sinne der Erfindung umfasst zumindest eine und insbesondere mehrere elektrisch leitend miteinander verschaltete Batteriezellen, wobei eine solche Batteriezelle bevorzugt eine Spannung im Bereich von 3,5 und 4,0 Volt bereitstellt. Dabei kann eine solche Batteriezelle beispielsweise als eine prismatische Zelle, eine Pouchzelle oder eine Rundzelle ausgebildet sein. Die Batterie ist bevorzugt als eine sogenannte Hochvolt-Batterie ausgestaltet, die dazu eingerichtet ist, eine elektrische Spannung im Bereich von mehr als 60 Volt, insbesondere im Bereich von mehreren 100 Volt, bereitzustellen. Eine solche Hochvolt-Batterie kann in einem Kraftfahrzeug angeordnet sein, wo sie einen

elektrischen Verbraucher, insbesondere einen Antriebsmotor, mit elektrischer Energie versorgen kann.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen, den Figuren und der Figurenbeschreibung. Die vorstehend in der Beschreibung genannten Merkmale und Merkmalskombinationen sowie die nachfolgend in der Figurenbeschreibung genannten und/oder in den Figuren alleine gezeigten Merkmale und Merkmalskombinationen sind nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar.

Die Erfindung wird nun anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines Kraftfahrzeugs mit einer Ausführungsform eines Hochvoltenergiespeichers mit einer Ausführungsform einer Spannungsausgleichsvorrichtung;
- Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens; und
- Fig. 3 ein weiteres schematisches Blockschaltbild gemäß einer Ausführungsform des Verfahrens.

In den Figuren sind gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt eine schematische Seitenansicht einer Ausführungsform eines Kraftfahrzeugs 10. Das Kraftfahrzeug 10 ist insbesondere zumindest teilweise elektrisch betrieben beziehungsweise vollelektrisch betrieben. Hierzu weist das Kraftfahrzeug 10 einen Hochvoltenergiespeicher 12 auf. Der Hochvoltenergiespeicher 12 kann beispielsweise mit 800 Volt betrieben werden. Um nun eine Rückwärtskompatibilität des Hochvoltenergiespeichers 12 für ein Laden mit einer Spannung von 400 Volt beispielsweise realisieren zu können, ist vorgesehen, dass der Hochvoltspeicher 12 über eine Trennvorrichtung 14 verfügt, welche insbesondere im Wesentlichen eine Schalteinrichtung ist, die elektrisch einen ersten Teilspeicher 16 von einem zweiten Teilspeicher 18 trennt. Insbesondere können hierzu entsprechende Schaltelemente

vorgesehen sein, welche im Wesentlichen den ersten Teilspeicher 16 und den zweiten Teilspeicher 18 je nach eingestellter Schaltung parallel oder seriell schalten können. Bei einer seriellen Schaltung können insbesondere 800 Volt bereitgestellt werden, während bei einer parallelen Schaltung jeweils 400 Volt bereitgestellt werden.

Um nun eine Beeinträchtigung der verwendeten Hardware bei parallel geschalteten Teilspeichern 16, 18 zu verhindern, ist es notwendig, dass Spannungsdifferenzen innerhalb der beiden Teilspeicher 16, 18 niedrig gehalten werden. Insbesondere können somit unkontrollierte Ausgleichsströme zwischen den beiden Teilspeichern 16, 18 verhindert werden.

Um nun das entsprechende Spannungsdelta kleinzuhalten, sind entsprechende Betriebsstrategien notwendig, welche sicherstellen, dass es zu keinen zu großen Spannungsunterschieden zwischen den beiden Teilspeichern 16, 18 kommt.

Hierzu ist insbesondere eine Spannungsausgleichsvorrichtung 20 vorgesehen. Die Spannungsausgleichsvorrichtung 20 weist insbesondere zumindest die elektrische Trennvorrichtung 14, eine erste Erfassungseinrichtung 22, eine zweite Erfassungseinrichtung 24, einen ersten Gleichspannungswandler 26, einen zweiten Gleichspannungswandler 28 sowie eine elektronische Recheneinrichtung 30 auf.

Die erste Erfassungseinrichtung 22 und die zweite Erfassungseinrichtung 24 sind insbesondere zum Erfassen der jeweiligen Teilspannungen ausgebildet.

Die Fig. 1 zeigt ferner, dass beispielsweise mit dem Hochvoltenergiespeicher 12 elektrische Energie für eine elektrische Antriebseinrichtung 32 bereitgestellt werden kann. Des Weiteren kann das Kraftfahrzeug 10 ein Niederspannungsbordnetz 34 aufweisen.

Insbesondere ist somit vorgesehen, dass eine erste Teilspannung des ersten Teilspeichers 16 mittels der ersten Erfassungseinrichtung 22 erfasst wird und eine zweite Teilspannung des zweiten Teilspeichers 18 mittels der zweiten Erfassungseinrichtung 24 erfasst wird. Es erfolgt das Vergleichen der ersten Teilspannung mit der zweiten Teilspannung mittels der elektronischen Recheneinrichtung 30. In Abhängigkeit von dem Vergleich wird der erste Gleichspannungswandler 26 und der zweite Gleichspannungswandler 28 mittels der elektronischen Recheneinrichtung 30 betrieben. Insbesondere kann hierbei die elektronische Recheneinrichtung 30 beispielsweise

entsprechende Steuersignale an den ersten Gleichspannungswandler 26 und den zweiten Gleichspannungswandler 28 übertragen.

Fig. 2 zeigt ein schematisches Blockschaltbild gemäß einer Ausführungsform der Spannungsausgleichsvorrichtung 20. Die Fig. 2 zeigt insbesondere, dass elektrische Energie 36 für das Niederspannungsnetz 34 in Abhängigkeit von dem Vergleich von dem ersten Gleichspannungswandler 26 oder dem zweiten Gleichspannungswandler 28 bereitgestellt wird. Insbesondere zeigt die Fig. 2 vorliegend, dass in Abhängigkeit im Vergleich mehr elektrische Energie 36 von einem der beiden Gleichspannungswandler 26, 28 bereitgestellt wird als von dem anderen der beiden Gleichspannungswandler 26, 28. Die Fig. 2 zeigt insbesondere, dass beispielsweise vom ersten Gleichspannungswandler 26 im vorliegenden Ausführungsbeispiel mehr elektrische Energie 36 bereitgestellt wird als von dem zweiten Gleichspannungswandler 28. Dies ist insbesondere vorliegend durch die Größe der entsprechenden Pfeile dargestellt. Mit anderen Worten, der größere Pfeil stellt einen höheren Wert an elektrischer Energie 36 dar, als der kleinere Pfeil.

Fig. 3 zeigt eine weitere schematische Ausgestaltungsform der Spannungsausgleichsvorrichtung 20. Im folgenden Ausführungsbeispiel ist insbesondere gezeigt, dass in Abhängigkeit von dem Vergleich elektrische Energie 36 von einem der beiden Gleichspannungswandler 26, 28 für den anderen der beiden Gleichspannungswandler 26, 28 bereitgestellt wird. Es ist insbesondere gezeigt, dass die Teilspannung im ersten Teilspeicher 16 größer ist als im zweiten Teilspeicher 18. Es wird somit elektrische Energie 36 vom ersten Gleichspannungswandler 26 sowohl für das Niederspannungsbordnetz 34 bereitgestellt sowie eine entsprechende elektrische Energie 36 für den zweiten Gleichspannungswandler 28. Der zweite Gleichspannungswandler 28 kann wieder die bereitgestellte elektrische Energie 36 beispielsweise dazu nutzen, um den zweiten Teilspeicher 18 entsprechend zu laden, bis insbesondere ein vorgegebener Ausgleichsspannungswert der beiden Teilspeicher erreicht ist. Insbesondere ist nämlich vorgesehen, dass die jeweiligen Teilspannungen der Teilspeicher 16, 18 mittels des Verfahrens im Wesentlichen angeglichen werden.

Insbesondere ist somit vorgesehen, dass die Spannungsdifferenz zwischen den entsprechenden Teilspeichern 16, 18 entsprechend niedrig gehalten wird. Hierzu ist es beispielsweise möglich, dass eine Leistungsentnahme in einen der beiden Gleichspannungswandler 26, 28 höher ausfällt als in dem anderen der beiden Gleichspannungswandler 26, 28. Des Weiteren kann, wie in der Fig. 3 gezeigt, elektrische

Energie 36, beispielsweise über die 12 Volt Seite von dem ersten Gleichspannungswandler 26 zum zweiten Gleichspannungswandler 28 integriert werden.

Selbstverständlich ist es ebenfalls möglich, sollte beispielsweise die zweite Teilspannung des zweiten Teilspeichers 18 höher sein als die im ersten Teilspeicher 16, dass das Verfahren entsprechend umgekehrt, wie in den Figuren gezeigt, durchgeführt wird.

Bezugszeichenliste

10	Kraftfahrzeug
12	Hochvoltenergiespeicher
14	Trennvorrichtung
16	erster Teilspeicher
18	zweiter Teilspeicher
20	Spannungsausgleichsvorrichtung
22	erste Erfassungseinrichtung
24	zweite Erfassungseinrichtung
26	erster Gleichspannungswandler
28	zweiter Gleichspannungswandler
30	elektronische Recheneinrichtung
32	Antriebseinrichtung
34	Niederspannungsbordnetz
36	elektrische Energie

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Spannungsausgleichsvorrichtung (20) für einen Hochvoltenergiespeicher (12) eines zumindest teilweise elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugs (10), mit den Schritten:
 - Bereitstellen einer elektrischen Trennvorrichtung (14) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20) zum Trennen des Hochvoltenergiespeichers (12) in zumindest zwei Teilspeicher (16, 18);
 - Bereitstellen eines ersten Gleichspannungswandlers (26) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20) für einen ersten Teilspeicher (16) des Hochvoltenergiespeichers (12);
 - Bereitstellen eines zweiten Gleichspannungswandlers (28) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20) für einen zweiten Teilspeicher (18) des Hochvoltenergiespeichers (12);
 - Erfassen einer ersten Teilspannung des ersten Teilspeichers (16) mittels einer ersten Erfassungseinrichtung (22) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20);
 - Erfassen einer zweiten Teilspannung des zweiten Teilspeichers (18) mittels einer zweiten Erfassungseinrichtung (24) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20);
 - Vergleichen der ersten Teilspannung mit der zweiten Teilspannung mittels einer elektronischen Recheneinrichtung (30) der Spannungsausgleichsvorrichtung (20); und
 - Betreiben des ersten Gleichspannungswandlers (26) und des zweiten Gleichspannungswandlers (28) in Abhängigkeit von dem Vergleich mittels der elektronischen Recheneinrichtung (30).
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass elektrische Energie (36) für ein Niederspannungsbordnetz (34) des Kraftfahrzeugs (10) in Abhängigkeit von dem Vergleich von dem ersten Gleichspannungswandler (26) oder dem zweiten Gleichspannungswandler (28) bereitgestellt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
in Abhängigkeit von dem Vergleich mehr elektrische Energie (36) von einem der beiden Gleichspannungswandler (26, 28) bereitgestellt wird als von dem anderen der beiden Gleichspannungswandler (26, 28).
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in Abhängigkeit von dem Vergleich elektrische Energie (36) von einem der beiden Gleichspannungswandler (26, 28) für den anderen der beiden Gleichspannungswandler (26, 28) bereitgestellt wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
unterhalb eines vorgegebenen Schwellwerts für einen Unterschied für die Teilspannungen kein unterschiedlicher Betrieb der beiden Gleichspannungswandler (26, 28) durchgeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Hochvoltenergiespeicher (12) mit einer Spannung von im wesentlichen 800V bereitgestellt wird und/oder die erste Teilspannung und/oder die zweite Teilspannung im Wesentlichen mit 400V bereitgestellt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
bei einem Entladevorgang und/oder bei einem Ladevorgang des Hochvoltspeichers (12) das Verfahren durchgeführt wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
jeweilige Teilspannungen der Teilspeicher (16, 18) mittels der Verfahrens im Wesentlichen angeglichen werden.

9. Computerprogrammprodukt mit Programmcodemitteln, welche eine elektronische Recheneinrichtung (30) dazu veranlassen, wenn die Programmcodemittel von der elektronischen Recheneinrichtung (30) abgearbeitet werden, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8 durchzuführen.
10. Spannungsausgleichsvorrichtung (20) für einen Hochvoltenergiespeicher (12) eines zumindest teilweise elektrisch betriebenen Kraftfahrzeugs (10), mit zumindest einer elektrischen Trennvorrichtung (14), einer ersten Erfassungseinrichtung (22), einer zweiten Erfassungseinrichtung (24), einem ersten Gleichspannungswandler (26), einem zweiten Gleichspannungswandler (28) und einer elektronischen Recheneinrichtung (30), wobei die Spannungsausgleichsvorrichtung (20) zum Durchführen eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8 ausgebildet ist.

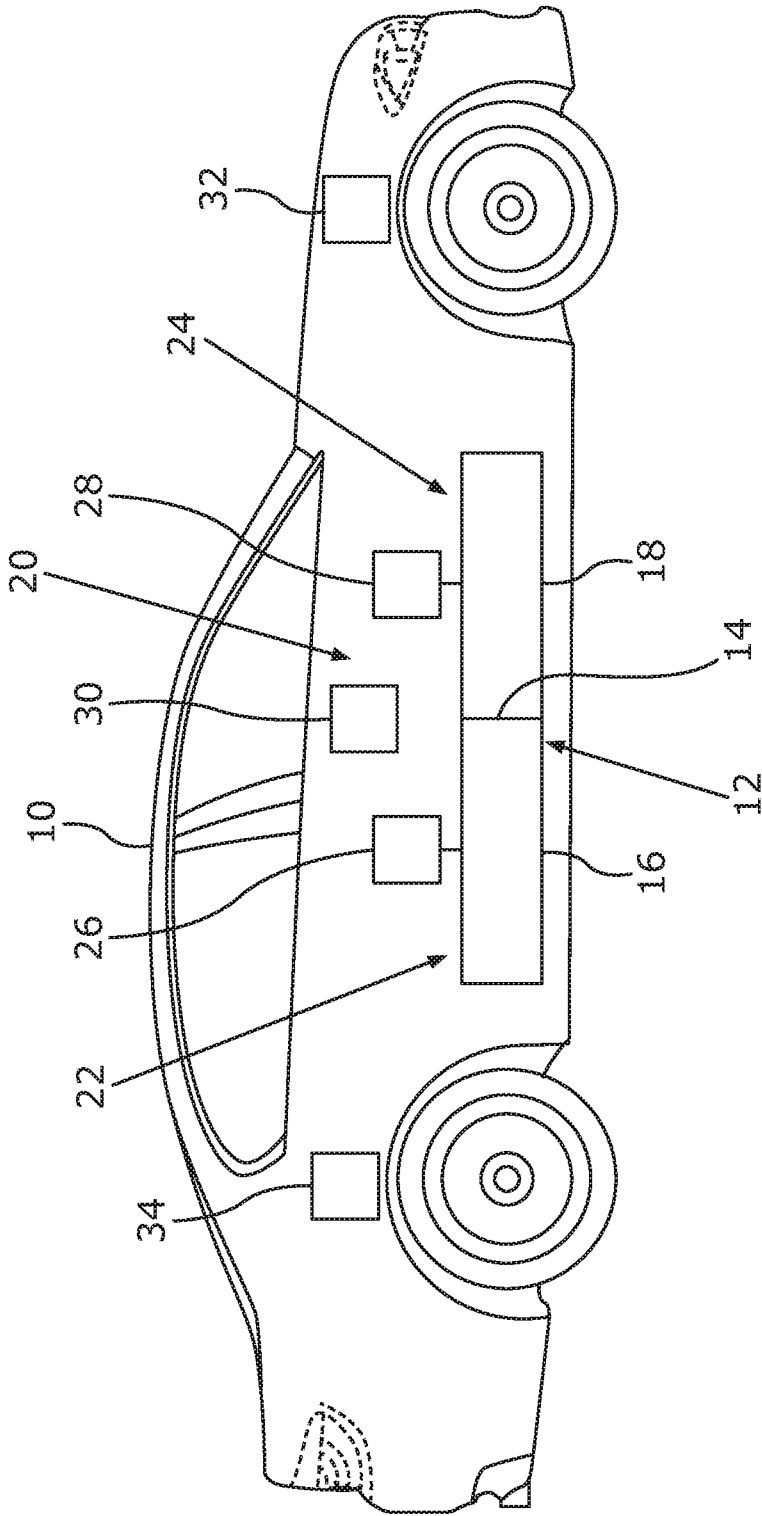


Fig. 1

2/2

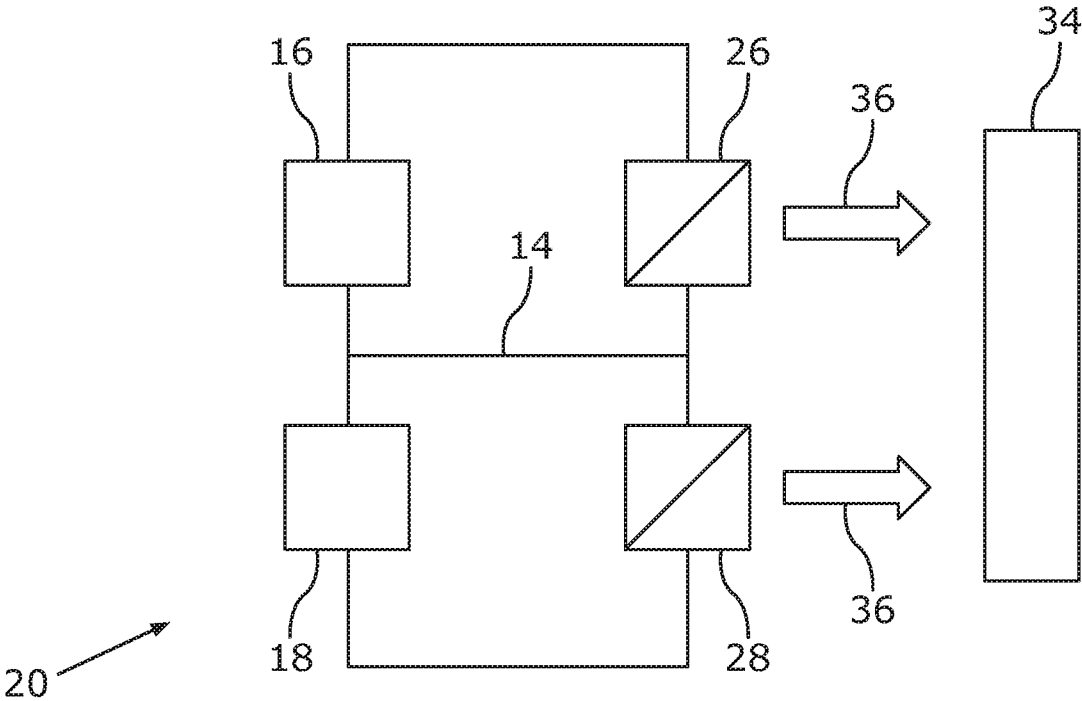


Fig. 2

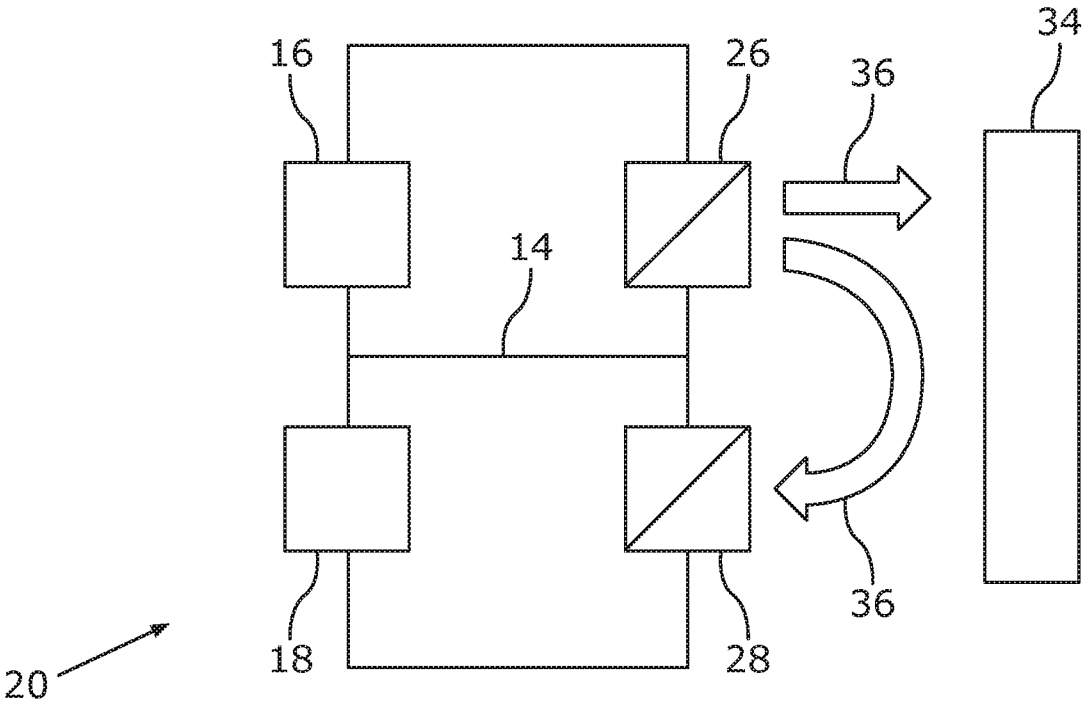


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/DE2024/100559

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L 53/10(2019.01)i; **B60L 58/10**(2019.01)i; **B60L 58/13**(2019.01)i; **B60L 58/19**(2019.01)i; **B60L 58/21**(2019.01)i;
B60L 58/22(2019.01)i

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)

B60L

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 102016207272 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 02 November 2017 (2017-11-02) paragraphs [0004], [0005], [0018] - [0020], [0032] - [0035], [0044] - [0046]; figures 1-3	1-10
X	US 2021138920 A1 (BERNARDINI ALESSANDRO [IT] ET AL) 13 May 2021 (2021-05-13) paragraphs [0033] - [0035]; figures 1-3	1, 9, 10
A	US 2019160961 A1 (SHEN MIAOSEN [US] ET AL) 30 May 2019 (2019-05-30) paragraphs [0016] - [0021], [0036] - [0045]; figures 1-5	1-10

☐ 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 application or patent 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
“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 August 2024

Date of mailing of the international search report

30 August 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Schury, Dominik

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/DE2024/100559

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102016207272	A1	02 November 2017	CN	109070761	A	21 December 2018
				DE	102016207272	A1	02 November 2017
				US	2019061551	A1	28 February 2019
				WO	2017186370	A1	02 November 2017

US	2021138920	A1	13 May 2021	EP	3800083	A1	07 April 2021
				US	2021138920	A1	13 May 2021

US	2019160961	A1	30 May 2019	NONE			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2024/100559

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B60L53/10 B60L58/10 B60L58/13 B60L58/19 B60L58/21	
	B60L58/22	
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B60L		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2016 207272 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 2. November 2017 (2017-11-02) Absätze [0004], [0005], [0018] - [0020], [0032] - [0035], [0044] - [0046]; Abbildungen 1-3 -----	1-10
X	US 2021/138920 A1 (BERNARDINI ALESSANDRO [IT] ET AL) 13. Mai 2021 (2021-05-13) Absätze [0033] - [0035]; Abbildungen 1-3 -----	1,9,10
A	US 2019/160961 A1 (SHEN MIAOSEN [US] ET AL) 30. Mai 2019 (2019-05-30) Absätze [0016] - [0021], [0036] - [0045]; Abbildungen 1-5 -----	1-10
☐ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
21. August 2024		30/08/2024
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 Schury, Dominik

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2024/100559

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016207272 A1	02-11-2017	CN 109070761 A	21-12-2018
		DE 102016207272 A1	02-11-2017
		US 2019061551 A1	28-02-2019
		WO 2017186370 A1	02-11-2017

US 2021138920 A1	13-05-2021	EP 3800083 A1	07-04-2021
		US 2021138920 A1	13-05-2021

US 2019160961 A1	30-05-2019	KEINE	
