



(10) **DE 10 2019 119 223 A1** 2021.01.21

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 119 223.4**  
(22) Anmeldetag: **16.07.2019**  
(43) Offenlegungstag: **21.01.2021**

(51) Int Cl.: **H02J 7/02 (2016.01)**  
**H02M 5/04 (2006.01)**  
**B60L 53/14 (2019.01)**  
**B60L 55/00 (2019.01)**

(71) Anmelder:  
**Dr. Ing. h.c. F. Porsche Aktiengesellschaft, 70435  
Stuttgart, DE**

(72) Erfinder:  
**Hähre, Karsten, Dr.-Ing., 67373 Dudenhofen, DE;  
Jankovic, Marija, Dr., 70499 Stuttgart, DE; Heyne,  
Raoul, Dr., 75446 Wiernsheim, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

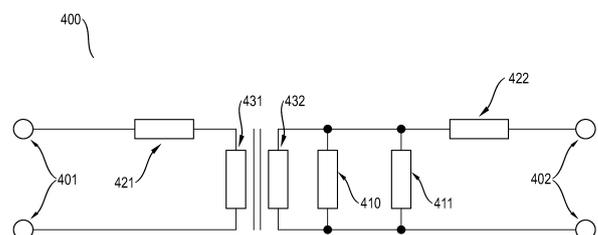
DE	10 2011 083 645	A1
DE	11 2006 000 887	T5
EP	2 458 725	A1
CN	102 545 644	A
JP	2005- 333 783	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Ladegerät zur Netzeinspeisung mit einem Drei-Phasen-Transformator**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betr. ein Verfahren u. Ladegerät zur Einspeisung von Strom in ein Versorgungsnetz, bei dem das Versorgungsnetz an einen ersten Matrixumrichter angeschlossen wird, bei dem der erste Matrixumrichter mit einem Drei-Phasen-Transformator verbunden wird, bei dem der Drei-Phasen-Transformator mit einem Umrichter verbunden wird und bei dem der Umrichter mittelbar an eine Batterie angeschlossen wird, wodurch sich eine Versorgungsnetzseite und eine Batterieseite des Drei-Phasen-Transformators ergeben, bei dem der erste Matrixumrichter und der Umrichter mit durch Steuerung gesteuerten Schaltelementen ausgestattet werden, welche bidirektionalen Energiefluss ermöglichen, bei dem der Drei-Phasen-Transformator in einem Betrieb Streuinduktivitäten aufweist, wobei auf der Batterieseite dem Drei-Phasen-Transformator mind. ein integriertes Speicherelement zugefügt wird, wobei durch die Streuinduktivitäten und/oder durch das mind. eine integrierte Speicherelement während einer Einschaltzeit eines jew. Schaltelementes des Umrichters elektr. Energie gespeichert wird, wobei die gespeicherte elektr. Energie während einer Ausschaltzeit des jew. Schaltelementes des Umrichters, sowie während einer Einschaltzeit eines jeweiligen Schaltelementes des ersten Matrixumrichters zu einer Spannungsüberhöhung auf Versorgungsnetzseite führt und sich durch Stromeinspeisung ins Versorgungsnetz abbaut.



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zu einer Netzeinspeisung durch ein Ladegerät einer Batterie eines Elektrofahrzeuges. Ferner wird ein Ladegerät, mit dem diese Netzeinspeisung ermöglicht wird, vorgestellt.

**[0002]** Für das Laden von Batterien aus Elektrofahrzeugen stellen Ladestationen entweder Gleichstrom oder Wechselstrom bereit. Beim Wechselstrom laden wird normalerweise ein im Elektrofahrzeug mitgeführtes Ladegerät, ein sogenannter On-Board-Charger, verwendet. Der On-Board-Charger erzeugt eine Gleichspannung bzw. einen Gleichstrom zum Laden der Batterie. Seine Eingangsspannung bezieht er aus einer sogenannten Wallbox, die bspw. von einem Energieversorger an einer Ladestation zu Verfügung gestellt wird. Allerdings ist ein Eingangsspannungsbereich des On-Board-Chargers begrenzt und muss vorsorglich bzgl. verschiedenphasiger Wechselspannungssysteme, bspw. einphasig oder dreiphasig, ausgelegt sein. Weiter nachteilig ist auch, dass beim Wechselstromladen mehrere Wandlerstufen eingesetzt werden, mit jeder Wandlerstufe aber ein elektrischer Verlust einhergeht. Beide Ladestandards benötigen separate Installationen von Ladegeräten, die jeweils auf Anforderungen der Elektrofahrzeuge bzw. Spezifikationen der Energieversorger zugeschnitten sein müssen. Hohe Installationskosten sind die Folge.

**[0003]** Beim Gleichstromladen, welches auch als Schnellladen bezeichnet wird, wird die Gleichspannung bzw. der Gleichstrom direkt von der Ladestation zur Verfügung gestellt und kein On-Board-Charger benötigt. Obwohl letzterer ein zusätzliches Gewicht darstellt, wird er in dem Elektrofahrzeug aber mitgeführt, da prinzipiell auch das Wechselstromladen möglich sein soll. Auch beim Gleichstromladen kommt eine Mehrzahl von Wandlerstufen zum Einsatz.

**[0004]** Vorteilhaft verwendet die Druckschrift US 2007/0274109 A1 in einem Elektrofahrzeug einen Matrixkonverter zum direkten Übertragen von Wechselstrom zwischen zwei Elektromaschinen. Da keine Umwandlung von Wechselstrom zu Gleichstrom und wieder in Wechselstrom benötigt wird, können so Energieverluste vermieden werden.

**[0005]** Neuerdings werden Anforderungen betreffend einen bidirektionalen Energiefluss erhoben, um an eine Ladestation angeschlossene Batterien auch zu einer Netzstabilisierung in einem Niederspannungsnetz heranzuziehen, oder auch zu weiteren Netzdienstleistungen zu verwenden. Hierbei müssen alle Wandlerstufen mit entsprechend geeigneten Leistungshalbleiterschaltern ausgestattet werden.

In den Druckschriften D1 bis D7 wird ein Ladesystem für ein Elektrofahrzeug offenbart, das parasitär vorhandene Streuinduktivitäten verwendet. Mit Ausnahme des Systems gemäß D6 enthält jede der Vorrichtungen zudem einen Transformator und einen Hochsetzsteller. Die Systeme der D1, D2 sowie D6 können zudem Energie in das elektrische Netz zurückspeisen.

**[0006]** Die US-amerikanische Druckschrift US 2016/0268916 A1 offenbart ein Ladesystem für ein Elektrofahrzeug, welches eine Möglichkeit aufweist, Energie in das Versorgungsnetz zurückzuspeisen. Das Ladesystem verwendet hierzu einen Transformator und einen Hochsetzsteller, sowie Streuinduktivitäten.

**[0007]** Streuinduktivitäten einer Antriebsmaschine werden in der europäischen Druckschrift EP 2 702 667 B1 für das Ladesystem eines Elektrofahrzeuges genutzt. Eine Rückspeisung in das Versorgungsnetz findet jedoch nicht statt.

**[0008]** In der Druckschrift WO 2019/020803 A1 wird ein Wechselstrom-Wechselstrom-Konverter mit einer Primärwicklung und der Wechselstrom-Gleichstrom-Konverter mit einer Sekundärwicklung des Transformators verbunden. Dabei handelt es sich bei dem Transformator erfindungsgemäß um einen Drei-Phasen-Transformator.

**[0009]** Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zu einer Netzeinspeisung durch ein Ladegerät für eine Batterie eines Elektrofahrzeuges bereitzustellen. Ferner soll das Ladegerät, mit dem diese Netzeinspeisung durchgeführt werden kann, vorgestellt werden.

**[0010]** Zur Lösung der voranstehend genannten Aufgabe wird ein Verfahren zur Einspeisung von Strom in ein Versorgungsnetz vorgeschlagen, bei dem das Versorgungsnetz an einen ersten Matrixumrichter angeschlossen wird, bei dem der erste Matrixumrichter mit einem Drei-Phasen-Transformator verbunden wird, bei dem der Drei-Phasen-Transformator mit einem Umrichter verbunden wird und bei dem der Umrichter mittelbar an eine Batterie angeschlossen wird. Dadurch ergeben sich eine Versorgungsnetzseite und eine Batterieseite des Drei-Phasen-Transformators. Der erste Matrixumrichter und der Umrichter werden mit durch eine Steuerung gesteuerten Schaltelementen ausgestattet, welche einen bidirektionalen Energiefluss ermöglichen. Der Drei-Phasen-Transformator weist in einem Betrieb Streuinduktivitäten auf. Auf der Batterieseite wird dem Drei-Phasen-Transformator mindestens ein integriertes Speicherelement zugefügt, wobei durch die Streuinduktivitäten und/oder durch das mindestens eine integrierte Speicherelement während einer Einschaltzeit eines jeweiligen Schaltelementes des Umrichter

ters elektrische Energie gespeichert wird. Die gespeicherte elektrische Energie führt während einer Ausschaltzeit des jeweiligen Schaltelementes des Umrichters, sowie während einer Einschaltzeit eines jeweiligen Schaltelementes des ersten Matrixumrichters zu einer Spannungsüberhöhung auf der Versorgungsnetzseite und baut sich durch Stromeinspeisung in das Versorgungsnetz ab.

**[0011]** Bei einem Ladevorgang wird mit dem ersten Matrixumrichter aus der Versorgungsspannung eine hochfrequente Wechselspannung erzeugt und diese über den Drei-Phasen-Transformator, der ein Hochtransformator sein kann, zum Umrichter geleitet, der einen Ladestrom erzeugt, welcher zumindest mittelbar, d. h. gegebenenfalls über eine weitere Wandlerstufe zur Batterie geleitet wird. Ein solcher Energiefluss funktioniert für jede Batteriespannung, da eine Amplitude der Wechselspannung mit dem ersten Matrixumrichter geeignet moduliert werden kann.

**[0012]** Zu einer Einspeisung bzw. Rückspeisung von Energie aus der Batterie in das Versorgungsnetz muss auf der Versorgungsnetzseite eine Wechselspannung erzeugt werden, welche höher als eine Netzwechselspannung ist, so dass Strom ins Versorgungsnetz zurückfließen kann. Das erfindungsgemäße Verfahren gewährleistet nun, dass dies auch bei einem niedrigen Ladezustand der Batterie, bei dem die Batteriespannung kleiner ist als die Amplitude der Wechselspannung, möglich ist. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird somit vorteilhaft ein bidirektionaler Energiefluss zwischen Versorgungsnetz und Batterie ermöglicht, durch den einerseits die Batterie geladen werden kann, andererseits eine Rückspeisung in das Versorgungsnetz bspw. zu einer Netzstabilisierung oder weiteren Netzdienstleistungen durchgeführt werden kann. Im Vergleich mit dem Ladevorgang sind hierzu weiter vorteilhaft keine weiteren Schaltelemente notwendig.

**[0013]** Die Steuerung der Schaltelemente des ersten Matrixumrichters und des Umrichters nimmt Einfluss auf die Rückspeisung, indem bei einem jeweiligen Schaltvorgang während der Ausschaltzeit oder Einschaltzeit von Schaltelementen entweder eine Energiespeicherung oder eine Energieabgabe möglich ist. Je nach Steuerung kann damit in den Streuinduktivitäten und/oder dem integrierten Speicherelement Energie aufgebaut werden sowie zu den richtigen Zeitpunkten, d. h. während der Einschaltzeiten des von der Steuerung gesteuerten ersten Matrixumrichters, mittels der Spannungsüberhöhung in das Versorgungsnetz abgegeben werden.

**[0014]** In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als Umrichter ein zweiter Matrixumrichter gewählt. Der zweite Matrixumrichter kann aus dem vom Drei-Phasen-Transformator kommenden Wechselstrom sowohl wiederum einen

Wechselstrom erzeugen, der dann mittelbar über einen direkt mit der Batterie verbundenen Wandler diese lädt, als auch einen Gleichstrom, der unmittelbar zur Batterie geleitet werden kann.

**[0015]** In einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird als Umrichter eine aktive Drehstrombrücke gewählt. Die aktive Drehstrombrücke kann einen Gleichstrom erzeugen und unmittelbar mit der Batterie verbunden sein.

**[0016]** In einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Batterie in einem Elektrofahrzeug angeordnet.

**[0017]** In einer noch weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird das Versorgungsnetz zu einer Ladestation für ein Elektrofahrzeug geführt.

**[0018]** Ferner wird ein Ladegerät zum Energieaustausch zwischen einem Versorgungsnetz und einer Batterie beansprucht, bei dem das Versorgungsnetz an einen ersten Matrixumrichter angeschlossen ist, bei dem der erste Matrixumrichter mit einem Drei-Phasen-Transformator verbunden ist, bei dem der Drei-Phasen-Transformator mit einem Umrichter verbunden ist und bei dem der Umrichter mittelbar an eine Batterie angeschlossen ist. Dadurch ergeben sich eine Versorgungsnetzseite und eine Batterieseite des Drei-Phasen-Transformators. Der erste Matrixumrichter und der Umrichter sind mit durch eine Steuerung gesteuerten Schaltelementen ausgestattet und dazu konfiguriert, einen bidirektionalen Energiefluss zu ermöglichen. Der Drei-Phasen-Transformator weist in einem Betrieb Streuinduktivitäten auf. Der Drei-Phasen-Transformator umfasst auf der Batterieseite mindestens ein integriertes Speicherelement, wobei die Streuinduktivitäten und/oder das mindestens eine integrierte Speicherelement während einer Einschaltzeit eines jeweiligen Schaltelementes des Umrichters elektrische Energie speichern. Die gespeicherte elektrische Energie führt während einer Ausschaltzeit des jeweiligen Schaltelementes des Umrichters, sowie während einer Einschaltzeit eines jeweiligen Schaltelementes des ersten Matrixumrichters zu einer Spannungsüberhöhung auf der Versorgungsnetzseite und baut sich durch Stromeinspeisung in das Versorgungsnetz ab.

**[0019]** In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ladegerätes ist der Umrichter ein zweiter Matrixumrichter.

**[0020]** In einer anderen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ladegerätes ist der Umrichter eine aktive Drehstrombrücke.

**[0021]** In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ladegerätes ist die Batterie in einem Elektrofahrzeug angeordnet.

**[0022]** In einer noch weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ladegerätes ist das Ladegerät in einer Ladestation für ein Elektrofahrzeug angeordnet.

**[0023]** Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

**[0024]** Es versteht sich, dass die voranstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

**[0025]** Die Figuren werden zusammenhängend und übergreifend beschrieben, gleichen Komponenten sind dieselben Bezugszeichen zugeordnet.

**Fig. 1** zeigt schematisch zwei typische Schaltungsanordnungen zu Ladegeräten aus dem Stand der Technik.

**Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ladegerätes mit einem zweiten Matrixumrichter.

**Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ladegerätes mit einer aktiven Drehstrombrücke.

**Fig. 4** zeigt ein Ersatzschaltbild zu einem Transformator mit integriertem Speicherelement gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens.

**[0026]** In **Fig. 1** werden zwei Schaltbilder **110**, **120** zu Ladegeräten **110**, **120** aus dem Stand der Technik gezeigt, welche volle Flexibilität gewährleisten und sowohl als Wallbox wie auch als On-Board-Charger eingesetzt werden können. Bei einem ersten Schaltbild **110** befindet sich an einem dreiphasigen Versorgungsnetzanschluss **101** ein erster Matrixumrichter **111**, danach ein dreiphasiger Hochfrequenztransformator **113**, und weiter zum Batterieanschluss **102** ein zweiter Matrixumrichter **112**. Die beiden Matrixumrichter **111** und **112** sind jeweils mit einer Matrix von drei mal drei bidirektionalen Leistungshalbleiterschaltern ausgeführt. Hierbei erzeugt das jeweilige programmierte Steuerungsverfahren mittels des ersten Matrixumrichters **111** aus einer am Versorgungsnetzanschluss **101** anliegenden Gleich- oder Wechselspannung eine hochfrequente Wechselspannung in einem Bereich von bspw. 10 bis 50 kHz, während die im Hochfrequenztransformator **113** übertragene Wechselspannung mittels des zweiten Matrixumrich-

ters **112** entweder gleichgerichtet oder in eine niederfrequente Wechselspannung von bspw. 50 oder 60 Hz mit steuerbarer Amplitude umgewandelt wird. Das Gleiche kann umgekehrt ausgeführt werden, indem die am Batterieanschluss **102** anliegende Gleich- oder Wechselspannung durch das jeweilige programmierte Steuerungsverfahren mittels des zweiten Matrixumrichters **112** in eine hochfrequente Wechselspannung in einem Bereich von bspw. 10 bis 50 kHz transferiert wird, und nach Übertragung im Hochfrequenztransformator **113** mittels des ersten Matrixumrichters **111** entweder gleichgerichtet oder in eine niederfrequente Wechselspannung von bspw. 50 oder 60 Hz mit steuerbarer Amplitude umgewandelt wird und am Versorgungsnetzanschluss **101** bspw. zu einer Rückspeisung in ein Versorgungsnetz vorliegt. In dem zweiten Schaltbild **120** wird ein weiteres Ladegerät **120** aus dem Stand der Technik mit einem zweiten Drehstromumrichter **122** als aktivem Gleichrichter **122** gezeigt, welches bspw. als Gleichspannungswallbox verwendet werden kann. An dem dreiphasigen Versorgungsnetzanschluss **101** befindet sich ein erster Matrixumrichter **121**, danach ein dreiphasiger Hochfrequenztransformator **123**, und weiter zum Batterieanschluss **103** ein Umrichter **122**. Der Umrichter **122** ist in der gezeigten Ausgestaltung des Ladegerätes **120** als aktiver dreiphasiger Gleich-/Umrichter mit drei Halbbrücken von jeweils zwei bidirektionalen Leistungshalbleiterschaltern ausgebildet. Hierbei kann ein Steuerungsverfahren mittels des ersten Matrixumrichters **121** aus einer am Versorgungsnetzanschluss **101** anliegenden Gleich- oder Wechselspannung eine hochfrequente Wechselspannung in einem Bereich von bspw. 10 bis 50 kHz erzeugen, während die im Hochfrequenztransformator **123** übertragene Wechselspannung mittels des aktiven Gleich-/Urichters **122** gleichgerichtet wird. Am Batterieausgang **103** liegt dann eine Gleichspannung vor, mit der die Batterie eines Elektrofahrzeuges geladen werden kann. Das Gleiche kann umgekehrt ausgeführt werden, in dem die Gleichspannung der am Batterieanschluss **103** angeschlossenen Batterie von einem weiteren Steuerungsverfahren mittels des aktiven Gleich-/Urichters **122** in hochfrequente Wechselspannung von bspw. 10 bis 50 kHz transferiert wird, diese hochfrequente Wechselspannung vom Hochfrequenztransformator **123** übertragen wird und schließlich vom ersten Matrixumrichter **121** auf Netzfrequenz transferiert am Versorgungsnetzanschluss **101** vorliegt.

**[0027]** In **Fig. 2** wird eine schematische Darstellung **200** gemäß einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ladegerätes **200** mit einem zweiten Matrixumrichter **230** gezeigt. An seinem Versorgungsnetzanschluss **201** befindet sich ein erster Matrixumrichter **210**, an seinem Batterieanschluss **202** ein zweiter Matrixumrichter **230**, und zwischen den beiden Matrixumrichtern **210** und **230** ein Hochfrequenztransformator mit erfindungsgemäß zusätzlich angeord-

netem integriertem Speicherelement **220**. Der Doppelpfeil **203** deutet an, dass die jeweiligen Bauteile **210**, **220** und **230** des Ladegerätes **200** bidirektional genutzt werden können, d. h. bei einem Batterie-laden mit einem Ladestrom aus dem Versorgungsnetzanschluss **201** durch die Bauteile **210**, **220**, **230** zu dem Batterieanschluss **202**, und bei einer Netzeinspeisung mit einem Entladestrom aus dem Batterieanschluss **202** durch die Bauteile **230**, **220**, **210** zu dem Versorgungsnetzanschluss **201**. Auch ist der erste Matrixumrichter **210** und der zweite Matrixumrichter **230** jeweilig mit bidirektionalen Leistungshalbleiterschaltern ausgestattet, die von einem Steuergerät, auf dem ein Steuerungsverfahren ausgeführt wird, gesteuert werden und Strom und Spannung in beide Richtungen leiten bzw. sperren können. Auf dem Steuergerät kann eine große Vielzahl an programmierten Steuerungsverfahren, die jeweilig ausgewählt werden können, um eine für ein jeweiliges Fahrzeug benötigte Ladespannung bereitzustellen, oder die jeweilig ausgewählt werden können, um eine für die Netzeinspeisung benötigte Spannungshöhe bereitzustellen, abrufbar hinterlegt sein. Auch ist je nach gewähltem programmiertem Steuerungsverfahren ein Einsatz der jeweiligen Matrixumrichter **210** und **230** als Wechselstrom-Wechselstromumrichter oder Gleichstrom-Wechselstromwandler möglich. An dem Versorgungsnetzanschluss **201** oder an dem Batterieanschluss **202** können so sowohl Gleichspannung oder einphasige Wechselspannung oder mehrphasige Wechselspannung anliegen oder erzeugt werden. Eine Zahl an Reihen von bidirektionalen Leistungshalbleiterschaltern der jeweiligen Matrixumrichter **210** und **230** muss jedoch so groß sein wie eine Phasenzahl des an dem jeweiligen Matrixumrichter anliegenden Stromes, also drei bei einem Drehstrom, auf den sich das erfindungsgemäße Verfahren bezieht.

**[0028]** In Fig. 3 wird eine schematische Darstellung **300** gemäß einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ladegerätes **300** mit einer aktiven Drehstrombrücke **330** gezeigt. Batterieseitig wird durch die aktive Drehstrombrücke **330** ein Gleichspannungsanschluss **302** bereitgestellt, der unmittelbar mit der Batterie verbunden werden kann. Das erfindungsgemäße Ladegerätes **300** kann wiederum bidirektional einerseits zum Laden der Batterie wie auch zur Einspeisung von Strom in das Versorgungsnetz eingesetzt werden, was durch den Doppelpfeil **303** angedeutet wird.

**[0029]** In Fig. 4 wird ein Ersatzschaltbild **400** für eine Phase (eines Drehstromes) zu einem Transformator **400** mit integriertem Speicherelement **411** gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens gezeigt. Der Transformator **400** weist einen versorgungsnetzseitigen Transformatoranschluss **401** und einen batterieseitigen Transformatoranschluss **402** auf, sowie eine erste Wicklung

mit Wicklungszahl  $n_1$  und einer ersten Spuleninduktivität **431** und eine zweite Wicklung mit Wicklungszahl  $n_2$  und einer zweiten Spuleninduktivität **432**. Dargestellt wird eine Hauptinduktivität  $L_{\text{haupt}}$  **410** sowie eine erste Streuinduktivität  $L_{\text{streu1}}$  **421** und eine zweite Streuinduktivität  $L_{\text{streu2}}$  **422**. Zur zusätzlichen Speicherung elektrischer Energie steht erfindungsgemäß eine Zusatzinduktivität  $L_{\text{zusatz}}$  des integrierten Speicherelementes **411** zur Verfügung.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

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

**Zitierte Patentliteratur**

- US 2007/0274109 A1 [0004]
- US 2016/0268916 A1 [0006]
- EP 2702667 B1 [0007]
- WO 2019/020803 A1 [0008]

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Einspeisung von Strom in ein Versorgungsnetz, bei dem das Versorgungsnetz an einen ersten Matrixumrichter (111, 121, 210) angeschlossen wird, bei dem der erste Matrixumrichter (111, 121, 210) mit einem Drei-Phasen-Transformator (113, 123, 220, 400) verbunden wird, bei dem der Drei-Phasen-Transformator (113, 123, 220, 400) mit einem Umrichter (112, 122, 230, 330) verbunden wird und bei dem der Umrichter (112, 122, 230, 330) mittelbar an eine Batterie angeschlossen wird, wodurch sich eine Versorgungsnetzseite und eine Batterieseite des Drei-Phasen-Transformators (113, 123, 220, 400) ergeben, bei dem der erste Matrixumrichter (111, 121, 210) und der Umrichter (112, 122, 230, 330) mit durch eine Steuerung gesteuerten Schaltelementen ausgestattet werden, welche einen bidirektionalen Energiefluss (203, 303) ermöglichen, bei dem der Drei-Phasen-Transformator (113, 123, 220, 400) in einem Betrieb Streuinduktivitäten aufweist, wobei auf der Batterieseite dem Drei-Phasen-Transformator (113, 123, 220, 400) mindestens ein integriertes Speicherelement (411) zugefügt wird, wobei durch die Streuinduktivitäten (411) und/oder durch das mindestens eine integrierte Speicherelement während einer Einschaltzeit eines jeweiligen Schaltelementes des Umrichters (112, 122, 230, 330) elektrische Energie gespeichert wird, wobei die gespeicherte elektrische Energie während einer Ausschaltzeit des jeweiligen Schaltelementes des Umrichters (112, 122, 230, 330), sowie während einer Einschaltzeit eines jeweiligen Schaltelementes des ersten Matrixumrichters (111, 121, 210) zu einer Spannungsüberhöhung auf der Versorgungsnetzseite führt und sich durch Stromeinspeisung in das Versorgungsnetz abbaut.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Umrichter (112, 122, 230, 330) ein zweiter Matrixumrichter (112, 230) gewählt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem als Umrichter (112, 122, 230, 330) eine aktive Drehstrombrücke (122, 330) gewählt wird.

4. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem die Batterie in einem Elektrofahrzeug angeordnet wird.

5. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem das Versorgungsnetz zu einer Ladestation für ein Elektrofahrzeug geführt wird.

6. Ladegerät zum Energieaustausch zwischen einem Versorgungsnetz und einer Batterie, bei dem das Versorgungsnetz an einen ersten Matrixumrichter (111, 121, 210) angeschlossen ist, bei dem der erste Matrixumrichter (111, 121, 210) mit einem Drei-Phasen-Transformator (113, 123, 220, 400) verbunden ist, bei dem der Drei-Phasen-Transforma-

tor (113, 123, 220, 400) mit einem Umrichter (112, 122, 230, 330) verbunden ist und bei dem der Umrichter (112, 122, 230, 330) mittelbar an eine Batterie angeschlossen ist, wodurch sich eine Versorgungsnetzseite und eine Batterieseite des Drei-Phasen-Transformators (113, 123, 220, 400) ergeben, bei dem der erste Matrixumrichter (111, 121, 210) und der Umrichter (112, 122, 230, 330) mit durch eine Steuerung gesteuerten Schaltelementen ausgestattet sind und dazu konfiguriert sind, einen bidirektionalen Energiefluss (203, 303) zu ermöglichen, bei dem der Drei-Phasen-Transformator (113, 123, 220, 400) in einem Betrieb Streuinduktivitäten aufweist, wobei der Drei-Phasen-Transformator (113, 123, 220, 400) auf der Batterieseite mindestens ein integriertes Speicherelement (411) umfasst, wobei die Streuinduktivitäten und/oder das mindestens eine integrierte Speicherelement (411) während einer Einschaltzeit eines jeweiligen Schaltelementes des Umrichters (112, 122, 230, 330) elektrische Energie speichern, wobei die gespeicherte elektrische Energie während einer Ausschaltzeit des jeweiligen Schaltelementes des Umrichters (112, 122, 230, 330), sowie während einer Einschaltzeit eines jeweiligen Schaltelementes des ersten Matrixumrichters (111, 121, 210) zu einer Spannungsüberhöhung auf der Versorgungsnetzseite führt und sich durch Stromeinspeisung in das Versorgungsnetz abbaut.

7. Ladegerät nach Anspruch 6, bei dem der Umrichter (112, 122, 230, 330) ein zweiter Matrixumrichter (112, 230) ist.

8. Ladegerät nach Anspruch 6, bei dem der Umrichter (112, 122, 230, 330) eine aktive Drehstrombrücke (122, 330) ist.

9. Ladegerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem die Batterie in einem Elektrofahrzeug angeordnet ist.

10. Ladegerät nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem das Ladegerät in einer Ladestation für ein Elektrofahrzeug angeordnet ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

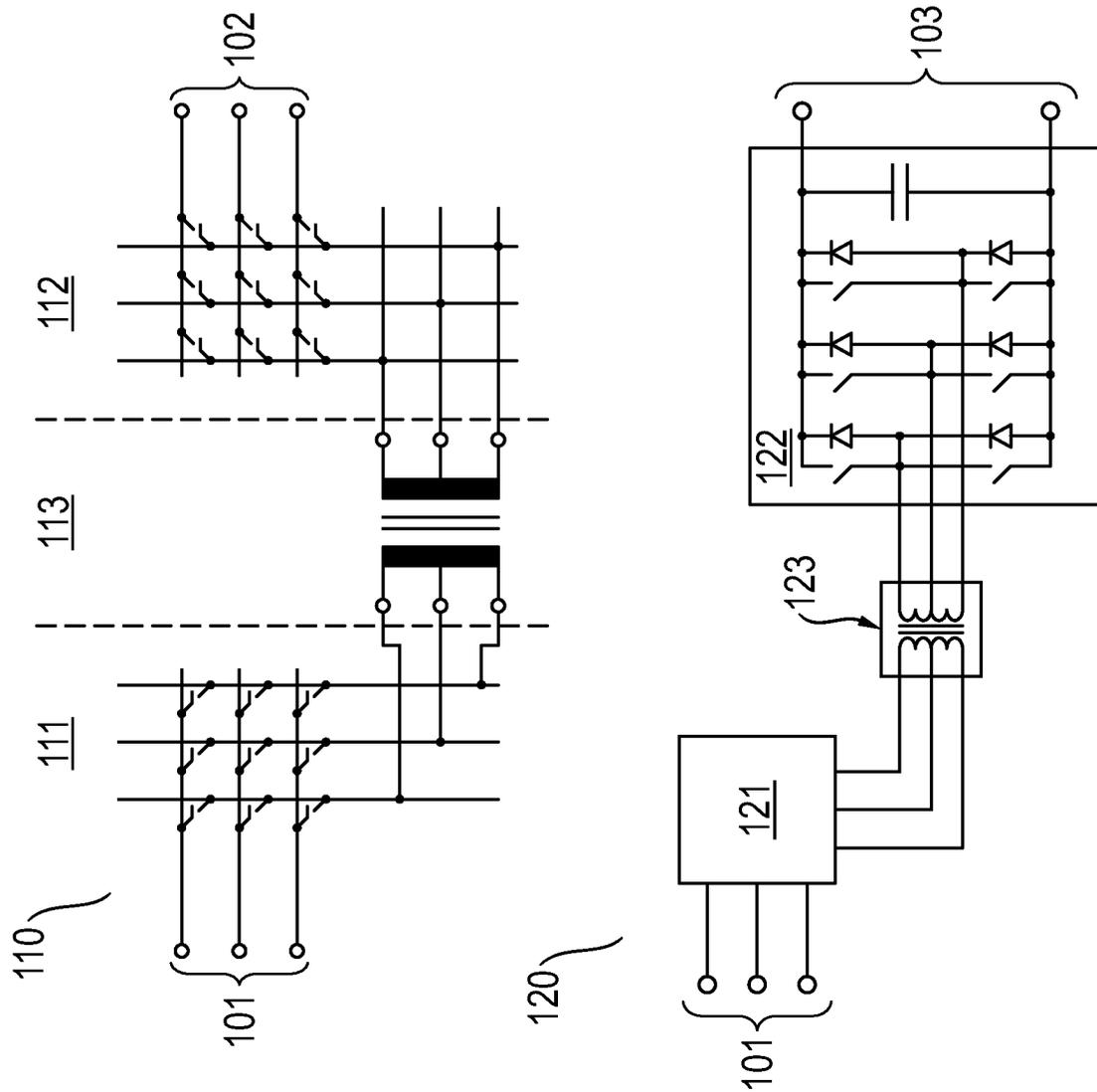


Fig. 1

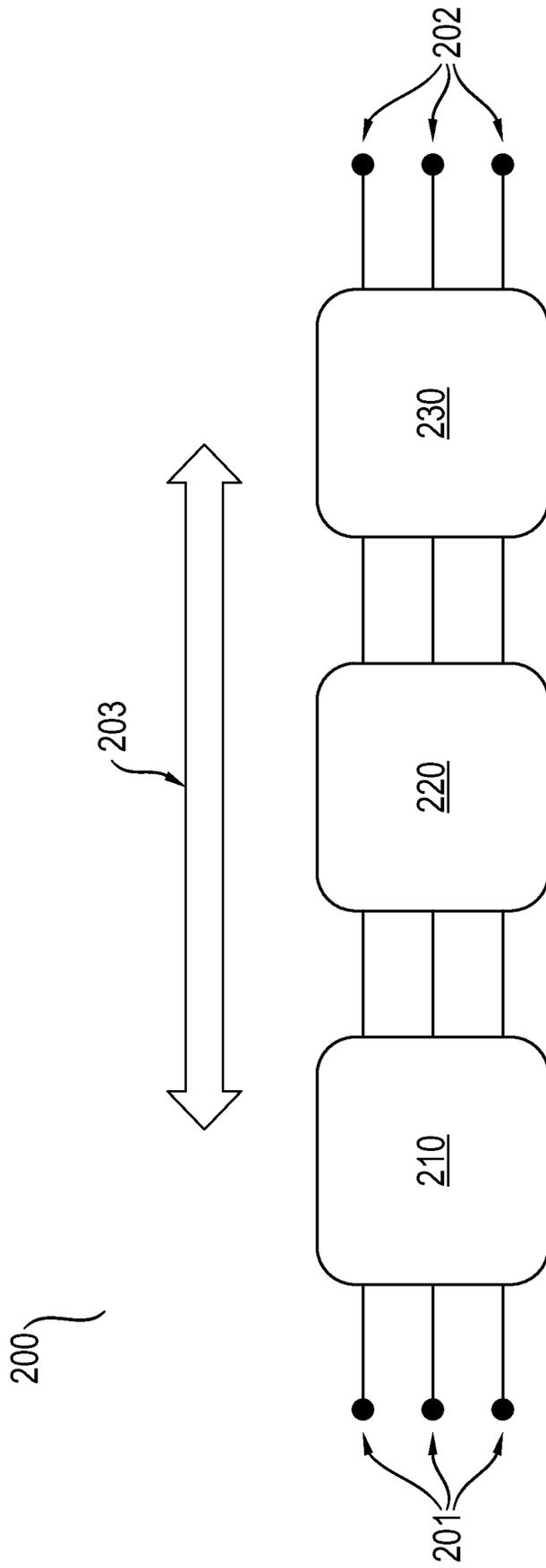


Fig. 2

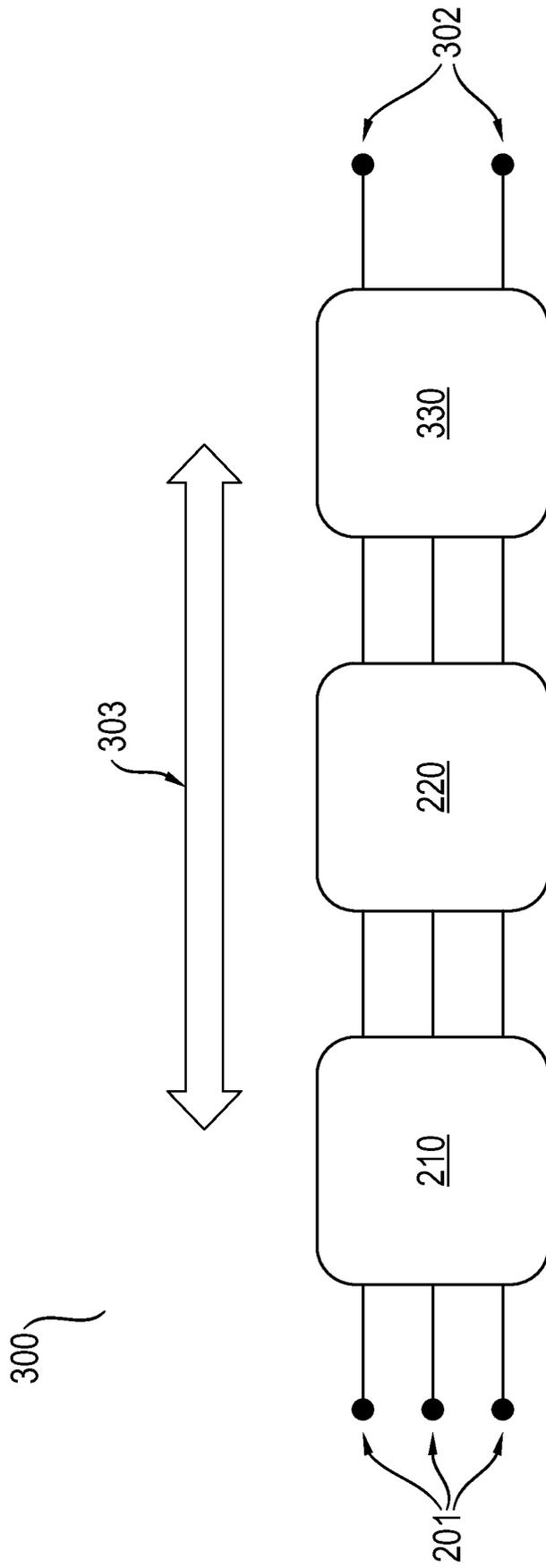


Fig. 3

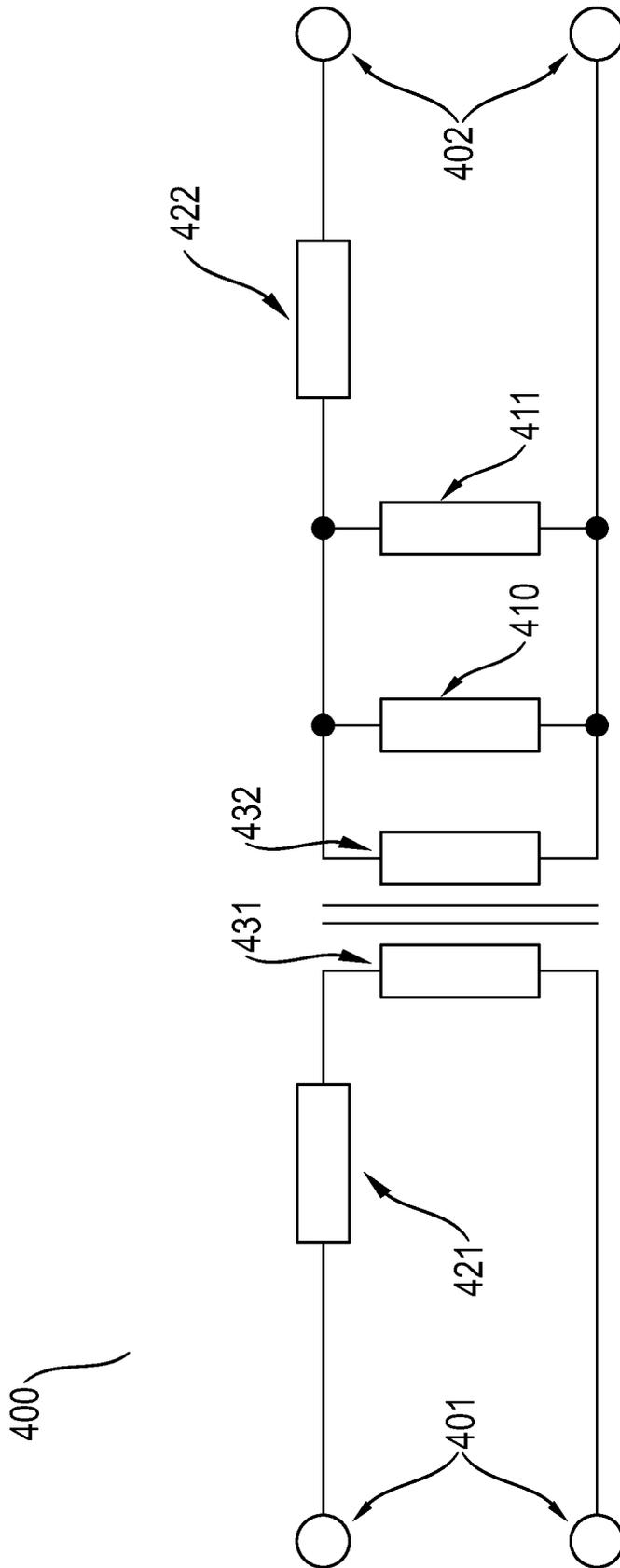


Fig. 4