

(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
08. August 2024 (08.08.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/160664 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
H05B 6/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/051869

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Januar 2024 (26.01.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
23382087.7 01. Februar 2023 (01.02.2023) EP

(71) Anmelder: BSH HAUSGERÄTE GMBH [DE/DE]; Carl-
Wery-Str. 34, 81739 München (DE).

(72) Erfinder: PUYAL PUENTE, Diego; Valle de Zuriza, 25 -
Esc. 7, 6ºB, 50014 Zaragoza (ES). BLASCO RUEDA, Ni-

colas; Calle Pintor Marín Bagües nº 5, 5ºC, 50007 Zaragoza (ES). ACEVEDO SIMON, Arturo; C/ Asin y Palacios, 28A, 8A, 50009 Zaragoza (ES). ESPAÑOL LEZA, Jorge; C/ Calvo de Rozas, nº 13, 50009 Zaragoza (ES). VILLA LOPEZ, Jorge; Pasaje del Carmen: nº 3 2ºA, 22700 Jaca (Huesca) (ES).

(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, DE, 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, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST,

(54) Title: INDUCTION HOB DEVICE

(54) Bezeichnung: INDUKTIONSKOCHFELDVORRICHTUNG

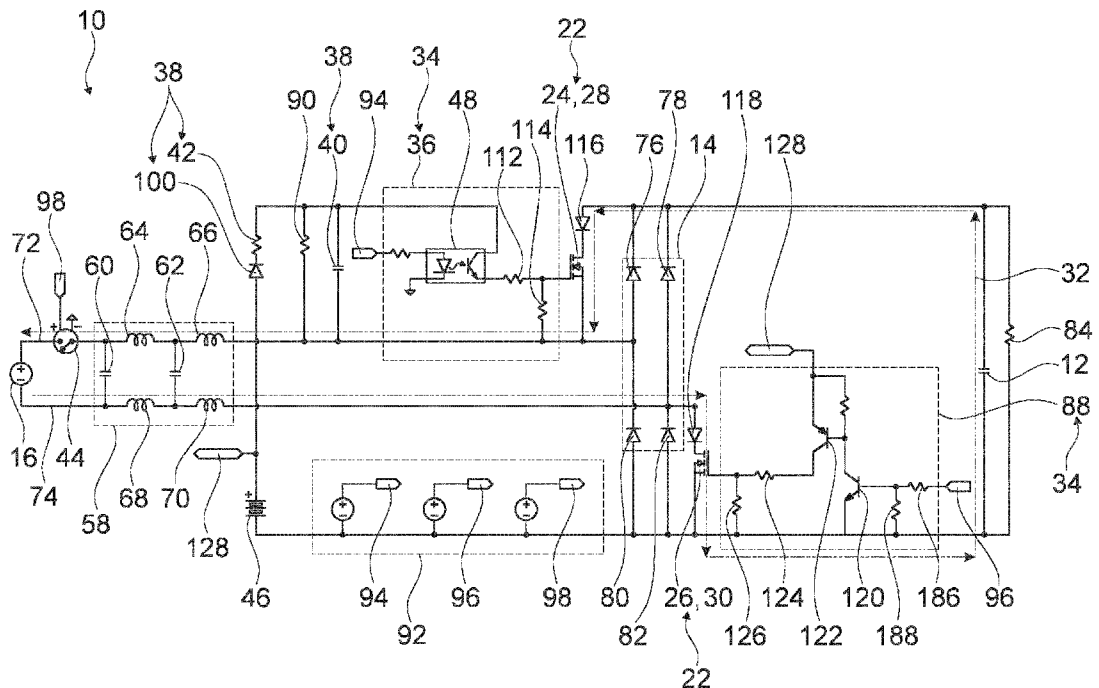


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to an induction hob device (10) comprising at least one bus capacitor (12), at least one rectifier (14) and a mains connection (16) for connecting to a power supply network, wherein the bus capacitor (12) is connected to the mains connection (16) via at least one first charging path (18) for charging during a positive mains voltage sub-cycle and via at least one second charging path for charging during a negative mains voltage sub-cycle via the rectifier (14). According to the invention, in order to improve efficiency, the induction hob device (10) has a discharge unit (22) which comprises at least two switch elements (24, 26) for periodically discharging the bus capacitor (12) via the power supply network, wherein one of the switch elements (24) is in the form of a high-side switch element (28) and one of the switch elements (26) is in the form of a low-side switch element (30), and the switch



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)

elements (24, 36) are provided for releasing a discharge path (32) from the bus capacitor (12) back to the mains connection (16) in a closed state, and the induction hob device (10) comprises a driver unit (34) for controlling the discharge unit (22), which has a high-side driver (36) for controlling the high-side switch element (28) and a bootstrap circuit (38) for supplying power to the high-side driver (36).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung geht aus von einer Induktionskochfeldvorrichtung (10) mit zumindest einem Bus-Kondensator (12), mit zumindest einem Gleichrichter (14) und mit einem Netzanschluss (16) zur Verbindung mit einem Stromversorgungsnetz, wobei der Bus-Kondensator (12) über zumindest einen ersten Ladepfad (18) zum Aufladen während eines positiven Netzspannungsteilzyklus und über zumindest einen zweiten Ladepfad zum Aufladen während eines negativen Netzspannungsteilzyklus über den Gleichrichter (14) mit dem Netzanschluss (16) verbunden ist. Um eine Effizienz zu verbessern wird vorgeschlagen, dass die Induktionskochfeldvorrichtung (10) eine Entladungseinheit (22) aufweist, welche zumindest zwei Schaltelemente (24, 26) zum zeitweisen Entladen des Bus-Kondensators (12) über das Stromversorgungsnetz umfasst, wobei eines der Schaltelemente (24) als ein Highside-Schaltelement (28) und eines der Schaltelemente (26) als ein Lowside-Schaltelement (30) ausgebildet ist und die Schaltelemente (24, 36) dazu vorgesehen sind, in einem geschlossenen Zustand einen Entladungspfad (32) von dem Bus-Kondensator (12) zurück zu dem Netzanschluss (16) freizuschalten und dass die Induktionskochfeldvorrichtung (10) eine Treibereinheit (34) zur Steuerung der Entladungseinheit (22) umfasst, welche einen Highside-Treiber (36) zur Steuerung des Highside-Schaltelements (28) und eine Bootstrap-Schaltung (38) zur Energieversorgung des Highside-Treibers (36) aufweist.

Induktionskochfeldvorrichtung

Die Erfindung betrifft eine Induktionskochfeldvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Betrieb einer Induktionskochfeldvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

- 5 Aus dem Stand der Technik sind bereits Induktionskochfeldvorrichtungen mit zumindest einem Bus-Kondensator, welcher beispielsweise einem Wechselrichter vorgeschaltet sein kann, bekannt. Für einige Anwendungen, beispielsweise zur Topferkennung auf der Grundlage von Wechselrichterleistungsmessungen bei hohen Abtastraten, kann es zweckdienlich sein, wenn der Bus-Kondensator zeitweise zumindest teilweise oder
- 10 vollständig entladen wird, beispielsweise um Störgeräusche zu verhindern. Bisher bekannte Methoden zum Entladen von Bus-Kondensatoren, beispielsweise über hochohmige Widerstände, sind dabei mit hohen elektrischen Verlusten verbunden, sodass eine Effizienz bisher bekannter Induktionskochfeldvorrichtungen im Hinblick auf eine Entladung von Bus-Kondensatoren nachteilig sehr gering ist.
- 15 Die Aufgabe der Erfindung besteht insbesondere, aber nicht beschränkt darauf, darin, eine gattungsgemäße Vorrichtung mit verbesserten Eigenschaften hinsichtlich einer Effizienz bereitzustellen. Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 12 gelöst, während vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung den Unteransprüchen entnommen werden können.
- 20 Die Erfindung geht aus von einer Induktionskochfeldvorrichtung mit zumindest einem Bus-Kondensator, mit zumindest einem Gleichrichter und mit einem Netzanschluss zur Verbindung mit einem Stromversorgungsnetz, wobei der Bus-Kondensator über zumindest einen ersten Ladepfad zum Aufladen während eines positiven Netzspannungsteilzyklus und über zumindest einen zweiten Ladepfad zum Aufladen
- 25 während eines negativen Netzspannungsteilzyklus über den Gleichrichter mit dem Netzanschluss verbunden ist.

Es wird vorgeschlagen, dass die Induktionskochfeldvorrichtung eine Entladungseinheit aufweist, welche zumindest zwei Schaltelemente zum zeitweisen Entladen des Bus-Kondensators über das Stromversorgungsnetz umfasst, wobei eines der Schaltelemente

als ein Highside-Schaltelement und eines der Schaltelemente als ein Lowside-Schaltelement ausgebildet ist und die Schaltelemente dazu vorgesehen sind, in einem geschlossenen Zustand einen Entladungspfad von dem Bus-Kondensator zurück zu dem Netzanschluss freizuschalten und dass die Induktionskochfeldvorrichtung eine

- 5 Treibereinheit zur Steuerung der Entladungseinheit umfasst, welche einen Highside-Treiber zur Steuerung des Highside-Schaltelements und eine Bootstrap-Schaltung zur Energieversorgung des Highside-Treibers aufweist.

- Durch eine derartige Ausgestaltung kann vorteilhaft eine Induktionskochfeldvorrichtung mit verbesserten Eigenschaften hinsichtlich einer Effizienz bereitgestellt werden. Es kann
- 10 insbesondere eine periodische zumindest teilweise Entladung des Bus-Kondensators mit vernachlässigbaren Verlusten ermöglicht werden. Im Vergleich zu bisher bekannten dissipativen Methoden zum Entladen von Bus-Kondensatoren, beispielsweise über einen hochohmigen Widerstand, können vorteilhaft bis 10W pro Phase eingespart werden, wenn die Entladungseinheit zumindest zwei Schaltelemente zum zeitweisen Entladen des
- 15 Bus-Kondensators über das Stromversorgungsnetz umfasst, die in einem geschlossenen Zustand einen Entladungspfad von dem Bus-Kondensator zurück zu dem Netzanschluss freischalten. Ferner kann durch die Induktionskochfeldvorrichtung vorteilhaft eine besonders effiziente Gargeschirrererkennung auf der Grundlage von Wechselrichterleistungsmessungen bei hohen Abtastraten ermöglicht werden. Zudem
- 20 kann vorteilhaft eine Energieversorgung des Highside-Treibers mittels der Bootstrap-Schaltung vereinfacht werden, indem beispielsweise auf Transformatoren bei der Stromversorgung des Highside-Schalters verzichtet werden kann. Insbesondere kann vorteilhaft bei niedrigen Frequenzen eine direkte Ansteuerung ohne einen ansonsten erforderlichen Impulstransformator ermöglicht werden. Darüber hinaus kann die
- 25 Bootstrap-Schaltung bei Bedarf zur Energieversorgung weiterer Einheiten, beispielsweise für eine Messeinheit zum Messen eines Leitungsstroms über einen Nebenwiderstand vorgesehen sein, wodurch vorteilhaft eine Effizienz noch weiter verbessert werden kann.

- Unter einer „Induktionskochfeldvorrichtung“ soll zumindest ein Teil, insbesondere eine Unterbaugruppe, eines Induktionskochfelds, verstanden werden, wobei insbesondere
- 30 zusätzlich auch Zubehöreinheiten für das Kochfeld umfasst sein können, wie beispielsweise eine Sensoreinheit zur externen Messung einer Temperatur eines

Gargeschirrs und/oder eines Garguts. Insbesondere kann die Induktionskochfeldvorrichtung auch das gesamte Induktionskochfeld umfassen.

Ein die Induktionskochfeldvorrichtung aufweisendes Induktionskochfeld umfasst zumindest einen Induktor, welcher in wenigstens einem Betriebszustand Energie in Form eines elektromagnetischen Wechselfelds an zumindest ein Objekt, insbesondere an ein Gargeschirr, bereitstellt und eine Wechselrichtereinheit mit zumindest zwei Wechselrichterschaltelementen zur Energieversorgung des Induktors. Die Wechselrichterschaltelemente der Wechselrichtereinheit können dabei als Halbleiterschaltelemente, insbesondere als Transistoren, beispielsweise als Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor (MOSFET) oder Organischer Feldeffekttransistor (OFET), vorteilhaft als Bipolartransistor mit vorzugsweise isolierter Gate-Elektrode (IGBT), ausgebildet sein. Der zumindest eine Bus-Kondensator der Induktionskochfeldvorrichtung ist in einem montierten Zustand des die Induktionskochfeldvorrichtung aufweisenden Induktionskochfelds vorzugsweise elektrisch parallel zu den zumindest zwei Wechselrichterschaltelementen der Wechselrichtereinheit angeordnet.

Der Netzanschluss der Induktionskochfeldvorrichtung ist zur Verbindung mit einem mehrphasigen Stromversorgungsnetz vorgesehen. In einem Betriebszustand ist die Induktionskochfeldvorrichtung über den Netzanschluss mit dem Stromversorgungsnetz verbunden und wird mit einer Netzwechselspannung versorgt. Die Netzwechselspannung wechselt ihre elektrische Polarität periodisch innerhalb eines Netzspannungszyklus, dessen Periodendauer dem Kehrwert der Netzfrequenz entspricht, wobei die Periodendauer beispielsweise bei einer Netzfrequenz von 50 Hz, welche für europäische Stromversorgungsnetze typisch ist, 20 ms andauert. Während des positiven Netzspannungsteilzyklus, welcher einer halben Periodendauer der Netzwechselspannung entspricht, weist die Netzwechselspannung eine positive elektrische Polarität auf und während des negativen Netzspannungsteilzyklus, welcher einer halben Periodendauer der Netzwechselspannung entspricht, weist die Netzwechselspannung eine negative elektrische Polarität auf.

Der Gleichrichter ist zumindest zeitweise mit dem Netzanschluss verbunden und dazu vorgesehen, die in dem Betriebszustand an dem Netzanschluss anliegende Netzwechselspannung gleichzurichten, vorzugsweise in eine pulsierende Gleichspannung. Der Gleichrichter ist vorzugsweise als ein einphasiger

Vollwellengleichrichter ausgebildet. Alternativ ist jedoch auch ein Einsatz eines mehrphasigen Vollwellengleichrichters, insbesondere eines Dreiphasengleichrichters, denkbar, ohne den vorhergehend und nachfolgend beschriebenen Rahmen der Erfindung zu verlassen. Der Gleichrichter umfasst vorzugsweise zumindest vier

- 5 Gleichrichterelemente, insbesondere Dioden und/oder Thyristoren und/oder Transistoren und/oder dergleichen, welche, in zumindest einem Schaltzustand, einen Stromfluss in einer Durchlassrichtung ermöglichen und in zumindest einem weiteren Schaltzustand, einen Stromfluss in einer Sperrrichtung sperren. Vorzugsweise sind zumindest zwei der Gleichrichterelemente dem ersten Ladepfad zugeordnet und dazu vorgesehen, den Bus-
- 10 Kondensator während des positiven Netzspannungsteilzyklus mit dem Netzanschluss zu verbinden. Vorzugsweise sind zumindest zwei der Gleichrichterelemente dem zweiten Ladepfad zugeordnet und dazu vorgesehen, den Bus-Kondensator während des negativen Netzspannungsteilzyklus mit dem Netzanschluss zu verbinden. Vorzugsweise umfasst die Induktionskochfeldvorrichtung eine Filtereinheit, welche dem Gleichrichter
- 15 vorgeschaltet und zur Reduzierung von Störeinflüssen vorgesehen ist. Die Filtereinheit kann zumindest einen Filterkondensator und zumindest eine Filterspule umfassen.

- Die Entladungseinheit ist zu einer zumindest teilweisen oder vollständigen Entladung des Bus-Kondensators, innerhalb zumindest eines Netzspannungsteilzyklus vorgesehen und weist hierzu die zumindest zwei Schaltelemente auf, welche in ihrem geschlossenen
- 20 Zustand den Entladungspfad freischalten. Die Entladungseinheit kann zur zumindest teilweisen oder vollständigen Entladung des Bus-Kondensators innerhalb des positiven Netzspannungsteilzyklus vorgesehen sein, wobei hierzu jeweils eines der Schaltelemente elektrisch parallel zu jeweils einem der Gleichrichterelemente der Gleichrichtereinheit angeordnet ist, welche dem positiven Ladepfad zugeordnet sind und die Schaltelemente
- 25 dazu vorgesehen sind, diese Gleichrichterelemente in ihrem geschlossenen Zustand zu der teilweisen oder vollständigen Entladung des Bus-Kondensators zu überbrücken. Die Entladungseinheit kann alternativ oder zusätzlich zur teilweisen oder vollständigen Entladung des Buskondensators innerhalb des negativen Netzspannungsteilzyklus vorgesehen sein, wobei hierzu jeweils eines der Schaltelemente elektrisch parallel zu
- 30 jeweils einem der Gleichrichterelemente der Gleichrichtereinheit angeordnet ist, welche dem positiven Ladepfad zugeordnet sind und die Schaltelemente dazu vorgesehen sind, diese Gleichrichterelemente in ihrem geschlossenen Zustand zu der teilweisen oder vollständigen Entladung des Bus-Kondensators zu überbrücken. Denkbar ist auch, dass

die Entladungseinheit zur zumindest teilweisen oder vollständigen Entladung des Bus-Kondensators über einen ersten Entladungspfad innerhalb des positiven Netzspannungsteilzyklus und über einen zweiten Entladungspfad innerhalb des negativen Netzspannungsteilzyklus vorgesehen ist und hierzu zumindest vier Schaltelemente aufweist, wobei jeweils zwei der Schaltelemente als Highside-Schaltelemente und jeweils zwei der Schaltelemente als Lowside-Schaltelemente ausgebildet sind und wobei jeweils eines der Schaltelemente elektrisch parallel zu jeweils einem der Gleichrichterelemente der Gleichrichtereinheit angeordnet ist. Unter einem „Highside-Schaltelement“ soll in diesem Zusammenhang ein Schaltelement verstanden werden, welches in einem montierten Zustand der Induktionskochfeldvorrichtung zwischen einem positiven Leiter, insbesondere stromführenden Leiter, des Netzanschlusses und einer elektrischen Last, insbesondere dem Bus-Kondensator, angeordnet ist. Unter einem „Lowside-Schaltelement“ soll in diesem Zusammenhang ein Schaltelement verstanden werden, welches in dem montierten Zustand der Induktionskochfeldvorrichtung zwischen einem negativen Leiter, insbesondere Neutraleiter und/oder Nullleiter, des Netzanschlusses und der elektrischen Last, insbesondere dem Bus-Kondensator, angeordnet ist.

Die Schaltelemente der Entladungseinheit können als unidirektionale Schaltelemente ausgebildet sein, das heißt in dem geschlossenen Zustand einen Stromfluss in einer ersten Richtung ermöglichen und in einer zu der ersten Richtung entgegengesetzten zweiten Richtung blockieren. Denkbar ist auch, dass die Schaltelemente als bidirektionale Schaltelemente ausgebildet sind, das heißt in dem geschlossenen Zustand einen Stromfluss sowohl in einer ersten Richtung als auch in einer zu der ersten Richtung entgegengesetzten zweiten Richtung ermöglichen. Die Entladungseinheit kann zumindest teilweise einstückig mit dem Gleichrichter ausgebildet sein. Darunter, dass zwei Einheiten „teilweise einstückig“ ausgebildet sind, soll verstanden werden, dass die Einheiten zumindest ein, insbesondere zumindest zwei, vorteilhaft zumindest drei gemeinsame Elemente aufweisen, die Bestandteil, insbesondere funktionell wichtiger Bestandteil, beider Einheiten sind. Beispielsweise ist denkbar, dass zumindest ein Gleichrichterschaltelement des Gleichrichters zugleich auch als Schaltelement der Entladungseinheit fungiert.

Die Treibereinheit ist zur Steuerung der Entladungseinheit vorgesehen und weist hierzu einen Highside-Treiber zur Steuerung des Highside-Schaltelements auf. Die

Treibereinheit weist zur Steuerung des Lowside-Schaltelements zudem vorzugsweise einen Lowside-Treiber auf. Vorzugsweise umfasst die Induktionskochfeldvorrichtung zumindest eine, bevorzugt genau eine, Steuerspannungsquelle, welche dazu vorgesehen ist, eine Gleichspannung zur Energieversorgung der Treibereinheit bereitzustellen.

- 5 Vorzugsweise weist die Induktionskochfeldvorrichtung eine Steuereinheit zur Ansteuerung der Treibereinheit auf. Vorzugsweise ist die Steuerspannungsquelle zur Energieversorgung der Steuereinheit vorgesehen. Vorzugsweise umfasst die Steuereinheit zumindest einen Steueranschluss zur Ansteuerung des Highside-Treibers und zumindest einen Steueranschluss zur Ansteuerung des Lowside-Treibers. Der
- 10 Highside-Treiber ist zur Ansteuerung vorzugsweise mit einem Steueranschluss des Highside-Schaltelements, permanent oder zeitweise über ein weiteres Schaltelement, verbunden. Der Highside-Treiber kann einen oder mehrere elektrische Widerstände aufweisen, welche zur Spannungsanpassung einer Steuerspannung an dem Highside-Schaltelement vorgesehen sind und hierzu einen Spannungsteiler ausbilden können. Der
- 15 Highside-Treiber umfasst zumindest ein Highside-Treiberelement, welches vorzugsweise als Halbleiterschaltelement ausgebildet ist. Vorzugsweise ist das Highside-Treiberelement bezüglich des Steueranschlusses der Steuereinheit galvanisch entkoppelt, um die Steuereinheit vor Überlastung durch zu hohe Spannungen zu schützen. Vorzugsweise kann eine Energieversorgung des Lowside-Treibers durch die Steuerspannungsquelle
- 20 mittelbar über den Steueranschluss der Steuereinheit zur Ansteuerung des Lowside-Treibers erfolgen. Vorzugsweise liegt der Lowside-Treiber auf einem Referenzpotential der Steuerspannungsquelle, sodass eine galvanische Trennung des Lowside-Treibers bezüglich des entsprechenden Steueranschlusses der Steuereinheit nicht erforderlich ist. In einer vorteilhaften Ausgestaltung umfasst der Lowside-Treiber zumindest zwei
- 25 Lowside-Treiberelemente, welche als Halbleiterschaltelemente ausgebildet und derart miteinander verschaltet sind, dass sie einen nicht invertierenden Pegelwandler ausbilden. Beispielsweise kann ein erstes Lowside-Treiberelement als ein NPN-Transistor und ein zweites Lowside-Treiberelement als ein PNP-Transistor ausgebildet sein und die Lowside-Treiberelemente können einen nicht invertierenden Pegelwandler in NPN-PNP-
- 30 Konfiguration ausbilden. Der Lowside-Treiber kann zudem einen oder mehrere elektrische Widerstände umfassen, welche beispielsweise am Eingang des ersten Lowside-Treiberelements und/oder am Ausgang des zweiten Lowside-Treiberelements angeordnet sein und einen oder mehrere Spannungsteiler zur Spannungsanpassung ausbilden können. Der Ausgang des zweiten Lowside-Treiberelements ist zur Ansteuerung

vorzugsweise mit einem Steueranschluss des Lowside-Schaltelements, permanent oder zeitweise über ein weiteres Schaltelement, verbunden.

Die Bootstrap-Schaltung ist zur Energieversorgung des Highside-Treibers vorgesehen, sodass vorteilhaft auf eine zusätzliche Spannungsquelle verzichtet werden kann.

- 5 Die Bootstrap-Schaltung umfasst zumindest einen, vorzugsweise genau einen, Bootstrap-Kondensator zur Zwischenspeicherung der zur Energieversorgung des Highside-Treibers erforderlichen elektrischen Energie. Die Bootstrap-Schaltung umfasst zudem vorzugsweise eine Diode, welche dem Bootstrap-Kondensator elektrisch in Reihe vorgeschaltet ist. Vorzugsweise ist die Spannungsquelle der
- 10 Induktionskochfeldvorrichtung dazu vorgesehen, die zum Laden des Bootstrap-Kondensators erforderliche Spannung bereitzustellen. Bevorzugt ist ein Referenzpotential der Bootstrap-Schaltung auf einen Leiter des Netzanschlusses bezogen.

In dem vorliegenden Dokument dienen Zahlwörter, wie beispielsweise „erste/r/s“ und „zweite/r/s“, welche bestimmten Begriffen vorangestellt sind, lediglich zu einer

- 15 Unterscheidung von Objekten und/oder einer Zuordnung zwischen Objekten untereinander und implizieren keine vorhandene Gesamtanzahl und/oder Rangfolge der Objekte. Insbesondere impliziert ein „zweites Objekt“ nicht zwangsläufig ein Vorhandensein eines „ersten Objekts“.

- Unter „vorgesehen“ soll speziell programmiert, ausgelegt und/oder ausgestattet
- 20 verstanden werden. Darunter, dass ein Objekt zu einer bestimmten Funktion vorgesehen ist, soll verstanden werden, dass das Objekt diese bestimmte Funktion in zumindest einem Anwendungs- und/oder Betriebszustand erfüllt und/oder ausführt.

- Ferner wird vorgeschlagen, dass die Bootstrap-Schaltung einen Bootstrap-Kondensator umfasst, dessen Kapazität geringer ist als eine Kapazität des Bus-Kondensators. Durch
- 25 eine derartige Ausgestaltung kann vorteilhaft eine Effizienz verbessert werden. Es kann ein schnelles Laden des Bootstrap-Kondensators direkt nach Aktivierung der Spannungsquelle ermöglicht werden, wenn die Kapazität des Bootstrap-Kondensators geringer ist als die Kapazität des Bus-Kondensators. Somit kann vorteilhaft auch eine schnelle Aktivierung der Entladeeinheit im Bedarfsfall, beispielsweise zum
- 30 Entladen des Bus-Kondensators zur Durchführung einer Gargeschirrerkennung direkt nach Inbetriebnahme eines die Induktionskochfeldvorrichtung aufweisenden

Induktionskochfelds, ermöglicht werden. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung wird vorgeschlagen, dass die Kapazität des Bootstrap-Kondensators zumindest um einen Faktor von 2 geringer ist als die Kapazität des Bus-Kondensators. Hierdurch kann vorteilhaft eine Effizienz noch weiter verbessert werden und ein Auflade-Vorgang des Bootstrap-Kondensators direkt nach Aktivierung der Steuerspannungsquelle optimiert werden. Die Kapazität des Bootstrap-Kondensators ist vorteilhaft zumindest um einen Faktor von 2,2, besonders vorteilhaft zumindest um einen Faktor von 2,4, vorzugsweise zumindest um einen Faktor von 2,6, bevorzugt zumindest um einen Faktor von 2,8 und besonders bevorzugt zumindest um einen Faktor von 3,0 geringer als die Kapazität des Bus-Kondensators. Beispielsweise kann der Bus-Kondensator eine Kapazität von 6,6 μF und der Bootstrap-Kondensator eine Kapazität zwischen 1 μF und 2,2 μF aufweisen.

Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Bootstrap-Schaltung zumindest einen elektrischen Widerstand umfasst, welcher elektrisch in Reihe mit dem Bootstrap-Kondensator verbunden ist. Hierdurch kann vorteilhaft eine Effizienz weiter verbessert werden. Es kann insbesondere eine Begrenzung von Einschaltströmen und damit die Gefahr einer Beschädigung des Bootstrap-Kondensators und/oder anderer Bauteile der Induktionskochfeldvorrichtung verringert werden, wenn die Bootstrap-Schaltung zumindest einen elektrischen Widerstand umfasst, welcher elektrisch in Reihe mit dem Bootstrap-Kondensator verbunden ist.

Weiterhin wird vorgeschlagen, dass die Induktionskochfeldvorrichtung einen Netzschalter aufweist, welcher dazu vorgesehen ist, eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Netzanschluss und dem Gleichrichter herzustellen oder zu trennen. Durch eine derartige Ausgestaltung kann vorteilhaft eine Flexibilität verbessert werden. Es kann insbesondere eine Gargeschirrerkennung verbessert werden.

Darüber hinaus wird vorgeschlagen, dass die Induktionskochfeldvorrichtung eine Steuerspannungsquelle umfasst, welche dazu vorgesehen ist, unabhängig von einer Schalterstellung des Netzschalters eine Gleichspannung zur Energieversorgung der Treibereinheit bereitzustellen. Hierdurch können vorteilhaft eine Flexibilität und eine Effizienz weiter verbessert werden. Es kann insbesondere ein schnelles und von einer Schalterstellung des Netzschalters unabhängiges Laden des Bootstrap-Kondensators und damit im Bedarfsfall ein schnelles Entladen des Bus-Kondensators mittels der Entladungseinheit ermöglicht werden.

Ferner wird vorgeschlagen, dass der Highside-Treiber einen Optokoppler umfasst. Hierdurch kann vorteilhaft eine Effizienz weiter verbessert werden. Es kann vorteilhaft eine galvanische Trennung zwischen dem Highside-Treiber und der Steuereinheit mit einfachen technischen Mitteln und besonders kostengünstig ermöglicht werden.

- 5 Zudem wird vorgeschlagen, dass die Entladungseinheit dazu vorgesehen ist, den Bus-Kondensator periodisch zu entladen. Hierdurch kann vorteilhaft ein Bedienkomfort verbessert werden. Es kann eine regelmäßige Gargeschirrererkennung ermöglicht werden. Die Entladungseinheit kann beispielsweise dazu vorgesehen sein, den Buskondensator in regelmäßigen Abständen von 60 Millisekunden periodisch zu entladen. Selbstverständlich
10 sind auch andere regelmäßige Abstände zur periodischen Entladung des Bus-Kondensators durch die Entladungseinheit denkbar, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

- Die Schaltelemente der Entladungseinheit könnten als mechanische und/oder elektromechanische Schaltelemente, insbesondere als Relais, ausgebildet sein. In einer
15 vorteilhaften Ausgestaltung wird jedoch vorgeschlagen, dass zumindest eines der Schaltelemente als ein Halbleiterschaltelement ausgebildet ist. Durch eine derartige Ausgestaltung kann eine besonders schnelle und präzise Ansteuerung des Schaltelements beziehungsweise der Schaltelemente ermöglicht werden. Vorzugsweise sind sämtliche Schaltelemente der Entladungseinheit als Halbleiterschaltelemente
20 ausgebildet. Das zumindest eine Schaltelement der Entladungseinheit könnte, beispielsweise als Bipolartransistor, insbesondere mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) und/oder als thyristorbasiertes Schaltelement, beispielsweise als DIAC oder TRIAC oder SCR oder dergleichen, und/oder als MOSFET ausgebildet sein. Beispielsweise könnte das zumindest eine Schaltelement der Entladungseinheit als ein P-MOSFET ausgebildet
25 sein. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung wird jedoch vorgeschlagen, dass zumindest eines der Schaltelemente der Entladungseinheit als ein N-MOSFET ausgebildet ist. Hierdurch können vorteilhaft eine Effizienz und eine Flexibilität noch weiter verbessert werden. Es kann insbesondere eine Kosteneffizienz verbessert werden, da N-MOSFETS im Vergleich zu anderen Halbleiterschaltelementen in besonders großer
30 Auswahl von verschiedenen Herstellern und besonders kostengünstig am Markt erhältlich sind.

Die Erfindung betrifft ferner ein Induktionskochfeld mit einer Induktionskochfeldvorrichtung nach einer der vorhergehend beschriebenen Ausgestaltungen. Ein derartiges Induktionskochfeld zeichnet sich insbesondere durch die vorteilhaften Eigenschaften aus, welche durch die vorhergehend beschriebenen Merkmale der

- 5 Induktionskochfeldvorrichtung erreicht werden können. Das Induktionskochfeld kann mehrere der vorhergehend beschriebenen Induktionskochfeldvorrichtungen aufweisen.

Die Erfindung geht ferner aus von einem Verfahren zum Betrieb einer Induktionskochfeldvorrichtung, insbesondere nach einer der vorhergehend beschriebenen Ausgestaltungen, mit zumindest einem Bus-Kondensator, mit zumindest einem

- 10 Gleichrichter und mit einem Netzanschluss zur Verbindung mit einem Stromversorgungsnetz, wobei der Bus-Kondensator über zumindest einen ersten Ladepfad zum Aufladen während eines positiven Netzspannungsteilzyklus und über zumindest einen zweiten Ladepfad zum Aufladen während eines negativen Netzspannungsteilzyklus über den Gleichrichter mit dem Netzanschluss verbunden ist.

- 15 Es wird vorgeschlagen, dass der Bus-Kondensator mittels einer Entladungseinheit, welche zumindest zwei Schaltelemente umfasst, wobei eines der Schaltelemente als ein Highside-Schaltelement und eines der Schaltelemente als ein Lowside-Schaltelement ausgebildet ist, zeitweise über das Stromversorgungsnetz entladen wird, wobei über die Schaltelemente ein Entladungspfad von dem Bus-Kondensator zurück zu dem
- 20 Netzanschluss freigeschaltet wird und wobei die Entladungseinheit über eine Treibereinheit gesteuert wird, welche einen Highside-Treiber zur Steuerung des Highside-Schaltelements und eine Bootstrap-Schaltung aufweist, wobei der Highside-Treiber über die Bootstrap-Schaltung mit Energie versorgt wird. Durch ein derartiges Verfahren kann vorteilhaft ein besonders effizienter Betrieb der Induktionskochfeldvorrichtung erreicht
- 25 werden. Vorzugsweise umfasst das Verfahren zumindest fünf Verfahrensschritte. In einem ersten Verfahrensschritt des Verfahrens kann die Aktivierung der Steuerspannungsquelle und ein zumindest teilweises Aufladen des Bootstrap-Kondensators durchgeführt werden. In einem zweiten Verfahrensschritt des Verfahrens kann ein Schließen des Netzschalters und ein Aufladen des Bus-Kondensators
- 30 durchgeführt werden. Vorzugsweise wird das Schließen des Netzschalters während eines Nulldurchgangs einer an dem Netzanschluss anliegenden Netzwechselspannung durchgeführt. In einem dritten Verfahrensschritt des Verfahrens kann ein, insbesondere

mehrmalig, vorzugsweise periodisch, aufeinanderfolgendes Entladen des BUS-Kondensators mittels der Entladungseinheit erfolgen, wobei der BUS-Kondensator teilweise oder vollständig entladen werden kann und wobei nach jedem Entladen ein zumindest teilweises Wiederaufladen des BUS-Kondensators über den ersten Ladepfad und/oder den zweiten Ladepfad erfolgt. In einem vierten Verfahrensschritt des Verfahrens kann das Entladen des BUS-Kondensators beendet werden. Zu Beginn eines fünften Verfahrensschritts des Verfahrens kann ein Öffnen des Netzschalters durchgeführt werden. Das Öffnen des Netzschalters kann während des positiven Netzspannungsteilzyklus erfolgen. Vorzugsweise erfolgt das Öffnen des Netzschalters während des negativen Netzspannungsteilzyklus. Hierdurch kann ein schnelleres Wiederaufladen des Bootstrap-Kondensators ermöglicht werden. Nach Beendigung des Verfahrens kann das Verfahren erneut durchgeführt werden. Bei erneuter Durchführung des Verfahrens ohne zwischenzeitliche Abschaltung der Steuerspannungsquelle und Entladung des Bootstrap-Kondensators können der erste Verfahrensschritt und der zweite Verfahrensschritt entfallen und das Verfahren kann direkt mit dem dritten Verfahrensschritt begonnen werden.

Die Induktionskochfeldvorrichtung soll hierbei nicht auf die oben beschriebene Anwendung und Ausführungsform beschränkt sein. Insbesondere kann die Induktionskochfeldvorrichtung zu einer Erfüllung einer hierin beschriebenen Funktionsweise eine von einer hierin genannten Anzahl von einzelnen Elementen, Bauteilen und Einheiten abweichende Anzahl aufweisen. Eine Anzahl von Verfahrensschritten des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb der Induktionskochfeldvorrichtung kann von einer vorhergehend und/oder nachfolgend genannten Anzahl abweichen.

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden Zeichnungsbeschreibung. In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein Induktionskochfeld mit einer Induktionskochfeldvorrichtung in einer schematischen Darstellung,
- Fig. 2 die Induktionskochfeldvorrichtung in einem schematischen elektrischen Schaltbild mit einem Bus-Kondensator, mit einem Gleichrichter, mit einem Netzanschluss, mit einem Netzschalter, mit einer Entladungseinheit und mit einer Treibereinheit, welche eine Bootstrap-Schaltung mit einem Bootstrap-Kondensator umfasst,
- Fig. 3 ein schematisches Verfahrensfliessbild zur Darstellung eines Verfahrens zum Betrieb der Induktionskochfeldvorrichtung,
- Fig. 4 ein schematisches Diagramm zur Darstellung von Verläufen verschiedener elektrischer Kenngrößen der Induktionskochfeldvorrichtung während der Durchführung des Verfahrens,
- Fig. 5 ein vereinfachtes schematisches elektrisches Schaltbild der Induktionskochfeldvorrichtung zur Darstellung eines Ladepfads des Bootstrap-Kondensators,
- Fig. 6 ein vereinfachtes schematisches elektrisches Schaltbild der Induktionskochfeldvorrichtung zur Darstellung von Ladepfaden des Bus-Kondensators,
- Fig. 7 ein vereinfachtes schematisches elektrisches Schaltbild der Induktionskochfeldvorrichtung zur Darstellung relevanter Strompfade bei Öffnung des Netzschalters während eines positiven Netzspannungsteilzyklus und
- Fig. 8 ein vereinfachtes schematisches elektrisches Schaltbild der Induktionskochfeldvorrichtung zur Darstellung relevanter Strompfade bei Öffnung des Netzschalters während eines positiven Netzspannungsteilzyklus.

Figur 1 zeigt ein Induktionskochfeld 50 in einer schematischen Darstellung. Das Induktionskochfeld 50 umfasst eine Kochfeldplatte 52 und vier Induktoren 54, welche unter der Kochfeldplatte 52 montiert sind.

Von mehrfach vorhandenen Objekten ist in den Figuren jeweils lediglich eines mit einem Bezugszeichen versehen.

Das Induktionskochfeld 50 weist eine Hauptsteuereinheit 56 auf, welche eine Wechselrichtereinheit (nicht dargestellt) zur Energieversorgung der Induktoren 54 umfasst.

Das Induktionskochfeld 50 weist eine Induktionskochfeldvorrichtung 10 auf. In einem montierten Zustand des Induktionskochfelds 50 ist die Induktionskochfeldvorrichtung 10 mit der Wechselrichtereinheit der Hauptsteuereinheit 56 verbunden.

Figur 2 zeigt ein vereinfachtes und schematisches elektrisches Schaltbild der Induktionskochfeldvorrichtung 10. Die Induktionskochfeldvorrichtung 10 weist einen Netzanschluss 16 zur Verbindung mit einem Stromversorgungsnetz (nicht dargestellt) auf.

Die Induktionskochfeldvorrichtung 10 weist vorliegend eine Filtereinheit 58 auf, welche zur Reduzierung von Störeinflüssen vorgesehen ist. Die Filtereinheit 58 ist mit dem Netzanschluss 16 über einen ersten Leiter 72 und einen zweiten Leiter 74 elektrisch leitend verbunden. Vorliegend umfasst die Filtereinheit 58 einen ersten Filterkondensator 60 und einen zweiten Filterkondensator 62. Die Filterkondensatoren 60, 62 sind jeweils elektrisch parallel zu dem Netzanschluss 16 angeordnet. Die Filtereinheit 58 umfasst vorliegend vier Filterspulen 64, 66, 68, 70 auf. Eine erste Filterspule 64 und eine zweite Filterspule 66 der Filtereinheit 58 sind elektrisch in Reihe zueinander angeordnet und über den ersten Leiter 72 verbunden. Eine dritte Filterspule 68 und eine vierte Filterspule 70 der Filtereinheit 58 sind elektrisch in Reihe zueinander angeordnet und mit dem zweiten Leiter 74 verbunden.

Die Induktionskochfeldvorrichtung 10 weist ferner zumindest einen Gleichrichter 14 zur Gleichrichtung einer von dem Stromversorgungsnetz bereitgestellten Netzwechselspannung 86 (vgl. Figur 4) auf. Der Gleichrichter 14 ist vorliegend als ein Einphasen-Vollwelligleichrichter ausgebildet. Der Gleichrichter 14 umfasst vorliegend vier Dioden 76, 78, 80, 82, und zwar eine erste Diode 76, eine zweite Diode 78, eine dritte Diode 80 und eine vierte Diode 82.

Die Induktionskochfeldvorrichtung 10 umfasst einen Netzschalter 44, welcher dazu vorgesehen ist, eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Netzanschluss 16 und

dem Gleichrichter 14 herzustellen oder zu trennen. Vorliegend ist der Netzschalter 44 dazu vorgesehen, eine elektrische leitende Verbindung zwischen dem Netzanschluss 16 und dem Gleichrichter 14 über den ersten Leiter 72 herzustellen oder zu trennen.

Die Induktionskochfeldvorrichtung 10 weist einen BUS-Kondensator 12 auf. In dem schematischen elektrischen Schaltbild der Figur 2 ist vereinfachend ein Ersatzwiderstand 84 gezeigt, welcher elektrisch parallel zu dem Bus-Kondensator 12 angeordnet ist. Der Ersatzwiderstand 84 repräsentiert sämtliche elektrische Lasten, welche dem Bus-Kondensator 12 nachgeschaltet sein können, beispielsweise Wechselrichter (nicht dargestellt) der Hauptsteuereinheit 56 des Induktionskochfelds 50 und/oder zumindest einer der Induktoren 54 (vgl. Figur 1) und/oder dergleichen.

Der Bus-Kondensator 12 ist über zumindest einen ersten Ladepfad 18 (vgl. Figur 6) zum Aufladen während eines positiven Netzspannungsteilzyklus über den Gleichrichter 14 mit dem Netzanschluss 16 verbunden. Die erste Diode 76 und die vierte Diode 82 des Gleichrichters 14 sind dem ersten Ladepfad 18 zugeordnet. Während des positiven Netzspannungsteilzyklus ist der Bus-Kondensator 12 über die erste Diode 76 und die vierte Diode 82 des Gleichrichters 14 mit dem Netzanschluss 16 verbunden und kann über den ersten Ladepfad 18 geladen werden.

Der Bus-Kondensator 12 ist über zumindest einen zweiten Ladepfad 20 (vgl. Figur 6) zum Aufladen während eines negativen Netzspannungsteilzyklus über den Gleichrichter 14 mit dem Netzanschluss 16 verbunden. Die zweite Diode 78 und die dritte Diode 80 des Gleichrichters 14 sind dem zweiten Ladepfad 20 zugeordnet. Während des negativen Netzspannungsteilzyklus ist der Bus-Kondensator 12 über die zweite Diode 78 und die dritte Diode 80 des Gleichrichters 14 mit dem Netzanschluss 16 verbunden und kann über den zweiten Ladepfad 20 geladen werden.

Die Induktionskochfeldvorrichtung 10 weist eine Entladungseinheit 22 auf. Die Entladungseinheit 22 umfasst zumindest zwei Schaltelemente 24, 26 zum zeitweisen Entladen des Bus-Kondensators 12 über das Stromversorgungsnetz. Ein erstes Schaltelement 24 der Entladungseinheit 22 ist als ein Highside-Schaltelement 28 ausgebildet. Das Highside-Schaltelement 28 ist zwischen dem ersten Leiter 72 und dem Bus-Kondensator 12 angeordnet. Ein zweites Schaltelement 26 der Entladungseinheit 22 ist als ein Lowside-Schaltelement 30 ausgebildet. Das Lowside-Schaltelement 30 ist

zwischen dem zweiten Leiter 74 und dem Bus-Kondensator 12 angeordnet. Die Schaltelemente 24, 26 sind dazu vorgesehen, in einem geschlossenen Zustand einen Entladungspfad 32 von dem Bus-Kondensator 12 zurück zu dem Netzanschluss 16 freizuschalten.

- 5 Das erste Schaltelement 24 ist elektrisch parallel zu der ersten Diode 76 des Gleichrichters 14 angeordnet. Das zweite Schaltelement 26 ist elektrisch parallel zu der vierten Diode 82 des Gleichrichters 14 angeordnet. Vorliegend ist die Entladungseinheit 22 daher ausschließlich zu einer Entladung des Bus-Kondensators 12 während positiver Netzspannungsteilzyklen einer von dem Stromversorgungsnetz bereitgestellten
10 Netzwechselspannung 86 (vgl. Figur 4) vorgesehen.

Alternativ oder zusätzlich könnte die Entladungseinheit 22 jedoch zu einer Entladung des Bus-Kondensators 12 während positiver Netzspannungsteilzyklen vorgesehen sein, wobei das erste Schaltelement 24 dann elektrisch parallel zu der zweiten Diode 78 und das zweite Schaltelement 26 elektrisch parallel zu der dritten Diode 80 angeordnet sein
15 müsste oder die Entladungseinheit 22 zusätzlich zu den Schaltelementen 24, 26 ein drittes Schaltelement elektrisch parallel zu der zweiten Diode 78 und ein viertes Schaltelement elektrisch parallel zu der dritten Diode 80 aufweisen müsste (nicht gezeigt).

Zumindest eines der Schaltelemente 24, 26 der Entladungseinheit 22 ist als ein Halbleiterschaltelement ausgebildet. Vorliegend ist sowohl das erste Schaltelement 24 als
20 auch das zweite Schaltelement 26 als ein Halbleiterschaltelement ausgebildet. Zumindest eines der Schaltelemente 24, 26 der Entladungseinheit 22 ist als ein N-MOSFET ausgebildet. Vorliegend sind sowohl das erste Schaltelement 24 als auch das zweite Schaltelement 26 als N-MOSFETS ausgebildet.

Die Entladungseinheit 22 weist eine erste Schutzdiode 116 auf. Die erste Schutzdiode
25 116 ist bezüglich eines Source-Anschlusses des als N-MOSFET ausgebildeten ersten Schaltelements 24 in Sperrrichtung angeordnet und dazu vorgesehen, einen Stromfluss durch das erste Schaltelement 24 beim Laden des Bus-Kondensators 12 während der positiven Netzspannungsteilzyklen über den ersten Ladepfad 18 (vgl. Figur 6) zu verhindern. Analog dazu weist die Entladungseinheit 22 eine zweite Schutzdiode 118 auf,
30 welche bezüglich eines Source-Anschlusses des als N-MOSFET ausgebildeten zweiten Schaltelements 26 in Sperrrichtung angeordnet und dazu vorgesehen ist, einen

Stromfluss durch das zweite Schaltelement 26 beim Laden des Bus-Kondensators 12 während der negativen Netzspannungsteilzyklen über den zweiten Ladepfad 20 (vgl. Figur 6) zu verhindern.

Die Entladungseinheit 22 ist vorliegend dazu vorgesehen, den Bus-Kondensator 12 periodisch zu entladen. Eine Entladung des Bus-Kondensators 12 kann beispielsweise alle 60 ms periodisch wiederkehrend erfolgen. Nach Entladung des Bus-Kondensators 12 kann eine Gargeschirrerkennung von auf der Kochfeldplatte 52 des Induktionskochfelds 50 (vgl. Figur 1) aufgestelltem Gargeschirr (nicht dargestellt) durchgeführt werden, beispielsweise mittels des Wechselrichters der Hauptsteuereinheit 56 (vgl. Figur 1).

- 10 Die Induktionskochfeldvorrichtung 10 weist eine Steuereinheit 92 auf. Die Steuereinheit 92 ist zur Ansteuerung der Treibereinheit 34 und des Netzschalters 44 vorgesehen. Die Steuereinheit 92 umfasst mehrere Steueranschlüsse 94, 96, 98.

- Die Induktionskochfeldvorrichtung 10 weist eine Treibereinheit 34 zur Steuerung der Entladungseinheit 22 auf. Die Treibereinheit 34 weist einen Highside-Treiber 36 zur Steuerung des Highside-Schaltelements 28 auf. Vorliegend umfasst der Highside-Treiber 36 einen Optokoppler 48. Der Optokoppler 48 ist zur galvanischen Trennung vorgesehen. Der Highside-Treiber 36 umfasst zwei elektrische Widerstände 112, 114, die am Ausgang des Optokopplers 48 angeordnet sind. Die elektrischen Widerstände 112, 114 sind zueinander elektrisch parallel angeordnet und bilden einen Spannungsteiler zur Einstellung einer an einem Gate-Anschluss des als N-MOSFETS ausgebildeten Highside-Schaltelements 28 anliegenden Steuerspannung.

Die Treibereinheit 34 weist außerdem einen Lowside-Treiber 88 zur Steuerung des Lowside-Schaltelements 30 auf.

- 25 Die Induktionskochfeldvorrichtung 10 weist eine Steuerspannungsquelle 46 auf. Die Steuerspannungsquelle 46 ist dazu vorgesehen, unabhängig von einer Schalterstellung des Netzschalters 44 eine Gleichspannung zur Energieversorgung der Treibereinheit 34 bereitzustellen.

- Die Induktionskochfeldvorrichtung 10 weist eine Steuereinheit 92 auf. Die Steuereinheit 92 ist zur Ansteuerung der Treibereinheit 34 und des Netzschalters 44 vorgesehen. Die Steuereinheit 92 umfasst mehrere Steueranschlüsse 94, 96, 98. Der Highside-Treiber 36

ist über einen ersten Steueranschluss 94 der Steuereinheit 96 ansteuerbar. Der Lowside-Treiber 88 ist über einen zweiten Steueranschluss 96 der Steuereinheit 92 ansteuerbar. Der Netzschalter 44 ist über einen dritten Steueranschluss 96 der Steuereinheit 92 ansteuerbar.

5 Die Treibereinheit 34 weist eine Bootstrap-Schaltung 38 zur Energieversorgung des Highside-Treibers 36 auf. Die Bootstrap-Schaltung 38 umfasst vorliegend einen Bootstrap-Kondensator 40. Eine Kapazität des Bootstrap-Kondensators 40 ist geringer als eine Kapazität des Bus-Kondensators 12. Vorliegend ist die Kapazität des Bootstrap-Kondensators 40 zumindest um einen Faktor von 2 geringer als die Kapazität des Bus-Kondensators 12. Beispielsweise könnte der Bus-Kondensator 12 eine Kapazität von 10 6,6 μF aufweisen und der Bootstrap-Kondensator 40 könnte eine Kapazität zwischen 1 μF und 2,2 μF aufweisen. Selbstverständlich sind auch andere Kapazitäten für den Bus-Kondensator 12 und den Bootstrap-Kondensator 40 denkbar, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

15 Die Bootstrap-Schaltung 38 weist vorliegend eine Diode 100 auf. Die Bootstrap-Schaltung 38 umfasst vorliegend zumindest einen elektrischen Widerstand 42, welcher elektrisch in Reihe mit dem Bootstrap-Kondensator 40 verbunden ist. Die Diode 100 ist dem elektrischen Widerstand 42 vorgeschaltet.

In der Figur 2 ist außerdem ein Ersatzwiderstand 90 gezeigt, welcher elektrisch parallel zu dem Bootstrap-Kondensator 40 angeordnet ist. Der Ersatzwiderstand 90 repräsentiert die elektrischen Verluste des Highside-Treibers 36, sowie elektrische Verluste der Diode 100 aufgrund von Leckströmen bei erhöhten Temperaturen und dergleichen. Bei dem Ersatzwiderstand 90 handelt es sich somit nicht um ein physisch vorhandenes Bauteil der Induktionskochfeldvorrichtung 10.

25 Der Lowside-Treiber 88 umfasst ein erstes Lowside-Treiberelement 120 und ein zweites Lowside-Treiberelement 122. Das erste Lowside-Treiberelement 120 ist als ein NPN-Transistor ausgebildet. Das zweite Lowside-Treiberelement 122 ist als ein PNP-Transistor ausgebildet. Das erste Lowside-Treiberelement 120 und das zweite Lowside-Treiberelement 122 bilden einen nicht-invertierenden Pegelwandler NPN-PNP. Über den 30 zweiten Steueranschluss 96 stellt die Steuereinheit 92 eine Steuerspannung bereit, welche beispielsweise 3,3 Volt betragen kann. Der Lowside-Treiber 88 weist zwei

elektrische Widerstände 186, 188 auf, welche zueinander elektrisch parallel angeordnet sind und einen Spannungsteiler an einem Basis-Anschluss des ersten Lowside-Treiberelements 120 bilden, um eine Eingangsspannung an dem ersten Lowside-Treiberelement 120. Ein Basis-Anschluss des zweiten Lowside-Treiberelements 122 ist mit einem Kollektor-Anschluss des ersten Lowside-Treiberelements 120 verbunden. Ein Emitter-Anschluss des zweiten Lowside-Treiberelements 122 liegt auf einem Referenzpotential 128 der Steuerspannungsquelle. Ein Kollektor-Anschluss des zweiten Treiberelements 122 ist mit einem Gate-Anschluss des Lowside-Schaltelements 30 verbunden. Mittels des ersten Lowside-Schaltelements 30 und des zweiten Lowside-Treiberelements 122 kann die über den zweiten Steueranschluss 96 bereitgestellte Steuerspannung auf ein erforderliches Niveau zur Ansteuerung des Gate-Anschlusses des Lowside-Schaltelements 30, im Bereich von etwa 20 Volt, verstärkt werden. Der Lowside-Treiber 88 weist zwei elektrische Widerstände 124, 126 auf, welche zueinander elektrisch parallel angeordnet sind und einen Spannungsteiler an dem Gate-Anschluss des Lowside-Schaltelements 30 bilden, um die dort zur Ansteuerung erforderliche Spannung genauer einzustellen und eine Überlastung des Lowside-Schaltelements 30 zu verhindern.

Figur 3 zeigt ein schematisches Verfahrensfließbild eines Verfahrens zum Betrieb der Induktionskochfeldvorrichtung 10. In dem Verfahren wird der Bus-Kondensator 12 mittels der Entladungseinheit 22, welche die zumindest zwei Schaltelemente 24, 26 umfasst, zeitweise über das Stromversorgungsnetz entladen, wobei über die Schaltelemente 24, 26 der Entladungspfad 32 von dem Bus-Kondensator 12 zurück zu dem Netzanschluss 16 freigeschaltet wird und wobei die Entladungseinheit 22 über die Treibereinheit 34 gesteuert wird, welche den Highside-Treiber 36 zur Steuerung des Highside-Schaltelements 28 und die Bootstrap-Schaltung 38 zur Energieversorgung des Highside-Treibers 36 aufweist. Das Verfahren umfasst vorliegend fünf Verfahrensschritte 102, 104, 106, 108, 110. Vor Beginn des Verfahrens ist der Netzschalter 44 geöffnet und die Steuerspannungsquelle 46 deaktiviert. In einem ersten Verfahrensschritt 102 des Verfahrens wird die Steuerspannungsquelle 46 aktiviert und der Bootstrap-Kondensator 40 wird zumindest teilweise aufgeladen. In einem zweiten Verfahrensschritt 104 des Verfahrens wird der Netzschalter 44 geschlossen und der Bus-Kondensator 12 wird aufgeladen. In einem dritten Verfahrensschritt 106 des Verfahrens wird der Bus-Kondensator 12 periodisch zeitweise über das Stromversorgungsnetz entladen, und zwar

mittels der Entladungseinheit 22. In einem vierten Verfahrensschritt 108 des Verfahrens wird die periodische Entladung des Bus-Kondensators 12 beendet und der Bus-Kondensator 12 wird wieder aufgeladen. In einem fünften Verfahrensschritt 110 des Verfahrens wird der Netzschalter 44 wieder geöffnet. Anschließend wird der Bus-Kondensator 12 über den Ersatzwiderstand 84 entladen.

Die Verfahrensschritte 102, 104, 106, 108, 110 des Verfahrens werden anhand der Figuren 4 bis 8 nachfolgend noch genauer beschrieben.

Figur 4 zeigt eine Mehrzahl von schematischen Diagrammen zur Darstellung von Verläufen verschiedener elektrischer Kenngrößen der Induktionskochfeldvorrichtung 10 während der Durchführung des Verfahrens. Auf einer Abszisse 130 eines ersten Diagramms der Figur 4 ist eine Zeit in Sekunden aufgetragen. Auf einer Ordinate 132 des ersten Diagramms ist eine Spannung in Volt aufgetragen. Eine Kurve 134 zeigt einen zeitlichen Verlauf einer von der Steuerspannungsquelle 46 bereitgestellten Gleichspannung. Vorliegend stellt die Steuerspannungsquelle 46 nach Aktivierung in dem ersten Verfahrensschritt 102 während des gesamten weiteren Verlaufs des Verfahrens eine Gleichspannung von 24 Volt bereit.

Auf einer Abszisse 136 eines zweiten Diagramms der Figur 4 ist die Zeit in Sekunden aufgetragen. Auf einer Ordinate 138 des zweiten Diagramms ist eine Spannung in Volt aufgetragen. Eine Kurve 140 in dem zweiten Diagramm zeigt einen zeitlichen Verlauf einer Steuerspannung an dem dritten Steueranschluss 98 der Steuereinheit 92 (vgl. Figur 2) und damit den Schaltzustand des Netzschalters 44. Eine Kurve 142 in dem zweiten Diagramm zeigt eine Steuerspannung an dem ersten Steueranschluss 94 der Steuereinheit 92 an.

Auf einer Abszisse 144 eines dritten Diagramms der Figur 4 ist die Zeit in Sekunden aufgetragen. Auf einer Ordinate 146 des dritten Diagramms ist eine Spannung in Volt aufgetragen. Eine Kurve 148 in dem dritten Diagramm zeigt einen zeitlichen Verlauf der Netzwechselspannung 86. Eine zweite Kurve 150 zeigt einen zeitlichen Verlauf einer Spannung, auf welcher der Bus-Kondensator 12 aufgeladen und entladen wird.

Auf einer Abszisse 152 eines vierten Diagramms der Figur 4 ist die Zeit in Sekunden aufgetragen. Auf einer Ordinate 154 des vierten Diagramms ist eine Spannung in Volt

aufgetragen. Eine Kurve 156 in dem dritten Diagramm zeigt einen zeitlichen Verlauf der Spannung, auf die der Bootstrap-Kondensator 40 aufgeladen wird.

Auf einer Abszisse 158 eines fünften Diagramms der Figur 4 ist die Zeit in Sekunden aufgetragen. Auf einer Ordinate 160 des fünften Diagramms ist eine Stromstärke in Milliampere aufgetragen. Eine Kurve 162 in dem fünften Diagramm zeigt einen zeitlichen Verlauf eines Stromflusses durch den elektrischen Widerstand 42 der Bootstrap-Schaltung 38.

Auf einer Abszisse 164 eines sechsten Diagramms der Figur 4 ist die Zeit in Sekunden aufgetragen. Auf einer Ordinate 166 des sechsten Diagramms ist eine Stromstärke in Ampere aufgetragen. Eine Kurve 168 in dem sechsten Diagramm zeigt einen zeitlichen Verlauf eines Stromflusses über die erste Diode 76 des Gleichrichters 14.

Auf einer Abszisse 170 eines siebten Diagramms der Figur 4 ist die Zeit in Sekunden aufgetragen. Auf einer Ordinate 172 des siebten Diagramms ist eine Stromstärke in Ampere aufgetragen. Eine Kurve 174 in dem siebten Diagramm zeigt einen zeitlichen Verlauf eines Stromflusses über die zweite Diode 78 des Gleichrichters 14.

Figur 5 zeigt ein vereinfachtes schematisches elektrisches Schaltbild der Induktionskochfeldvorrichtung 10 zur Darstellung eines Ladepfads 176 des Bootstrap-Kondensators 40. Sobald die Steuerspannungsquelle 46 in dem ersten Verfahrensschritt 102 aktiviert wurde, fließt ein Strom über die Diode 100 und den elektrischen Widerstand 42, welcher in dem fünften Diagramm der Figur 4 an der Kurve 162 erkennbar ist und der Bootstrap-Kondensator 40 wird geladen. Die Spannung teilt sich dabei zwischen einer ersten Masche bestehend aus dem Bootstrap-Kondensator 40 und dem Ersatzwiderstand 90 und einer zweiten Masche bestehend aus dem Bus-Kondensator 12 und dem Ersatzwiderstand 84 auf. Das Verhältnis der Kapazitäten zwischen dem Bootstrap-Kondensator 40 und dem Bus-Kondensator 12 bestimmt dabei das Verhalten des Spannungsanstiegs beim Aktivieren der Steuerspannungsquelle 46. Da vorliegend die Kapazität des Bootstrap-Kondensators 40 geringer ist als die Kapazität des Bus-Kondensators 12 liegt kurz nach dem Einschalten der Steuerspannungsquelle 46 an dem Bootstrap-Kondensator 40 nahezu die volle von der Steuerspannungsquelle 46 bereitgestellte Spannung an. Das Verhältnis zwischen den Ersatzwiderständen 84, 90 bestimmt die stationäre Spannungsteilung der von der Steuerspannungsquelle 46

bereitgestellten Spannung. Wenn der Ersatzwiderstand 90 viel kleiner ist als der Ersatzwiderstand 84 wird der Bootstrap-Kondensator 40 in dem ersten Verfahrensschritt 102 vollständig auf den Betrag der von der Steuerspannungsquelle 46 bereitgestellten Spannung aufgeladen. Andernfalls wird, wie im vorliegenden Ausführungsbeispiel gezeigt, ein Teil der Spannung an den Bus-Kondensator 12 abgegeben. Wie in dem dritten Diagramm der Figur 4 an der Kurve 150 zu erkennen, wird der Bus-Kondensator 12 bereits während des ersten Verfahrensschritts 102 zu einem kleinen Teil aufgeladen. Wie anhand der Kurve 156 in dem vierten Diagramm der Figur 4 gezeigt, wird der Bootstrap-Kondensator 40 während des ersten Verfahrensschritts 102 nur zum Teil, auf eine Spannung von etwa 14 Volt, aufgeladen. Eine Spannung, auf welche der Bus-Kondensator 12 in dem ersten Verfahrensschritt 102 aufgeladen wird, lässt sich anhand der nachfolgenden Formel (1) allgemein bestimmen:

$$V_{BUS} = \frac{V_{CC} R_{BUS}}{R_{BUS} + R_{BOOT2}} \quad (1)$$

wobei V_{BUS} für die Spannung des Bus-Kondensators 12, V_{CC} für die von der Steuerspannungsquelle 46 bereitgestellte Spannung, R_{BUS} für den Betrag des Ersatzwiderstands 84 und R_{BOOT2} für den Betrag des Ersatzwiderstands 90 stehen.

Gleichermaßen lässt sich die Spannung, auf welche der Boot-Kondensator 40 in dem ersten Verfahrensschritt 102 aufgeladen wird, anhand der nachfolgenden Formel (2) allgemein bestimmen:

$$V_{BOOT} = \frac{V_{CC} R_{BOOT2}}{R_{BUS} + R_{BOOT2}} \quad (2)$$

wobei V_{BOOT} für die Spannung steht, auf die der Bootstrap-Kondensator 40 aufgeladen wird.

Während des ersten Verfahrensschritts 102 ist nur die erste Diode 76 des Gleichrichters 14 aktiv, wie auch anhand der Kurve 168 in dem sechsten Diagramm und anhand der Kurve 174 in dem siebten Diagramm der Figur 4 erkennbar ist.

Figur 6 zeigt ein vereinfachtes schematisches elektrisches Schaltbild der

- 5 Induktionskochfeldvorrichtung 10 zur Darstellung der Ladepfade 18, 20 des Bus-Kondensators 12. Sobald der Netzschalter 44 zu Beginn des zweiten Verfahrensschritts 104 geschlossen wird, wird der Bus-Kondensator 12 auf den vollen Betrag der durch den Gleichrichter 14 gleichgerichteten Netzwechselspannung aufgeladen, wie auch in dem dritten Diagramm der Figur 4 anhand der Kurve 150 erkennbar. Das Schließen des
- 10 Netzschalters 44 erfolgt während eines Nulldurchgangs der Netzwechselspannung 86. Beim Schließen des Netzschalters 44 ist ein hoher Stromimpuls an der Kurve 168 in dem sechsten Diagramm erkennbar. Dies ist der normale Spitzenstrom, der durch das Aufladen des Bus-Kondensators 12 verursacht wird. Die erste Diode 76 des Gleichrichters 14 ist entsprechend dieses Spitzenstroms ausgelegt. Der Bus-Kondensator 12 hat eine
- 15 geringe Leistungsaufnahme, die durch den Ersatzwiderstand 84 gegeben ist, und daher wird der Bus-Kondensator 12 bei jedem Maximum der Netzwechselspannung 86 über den ersten Ladepfad 18 und bei jedem Minimum der Netzwechselspannung 86 über den zweiten Ladepfad 20 wieder vollständig aufgeladen. In dem zweiten Verfahrensschritt 104 wird beim der Netzwechselspannung 86 zudem der Ladepfad 176 freigeschaltet und der
- 20 Bootstrap-Kondensator 40 wird schrittweise auf die maximale Spannung aufgeladen, wie anhand der Kurve 156 in dem vierten Diagramm der Figur 4 zu erkennen ist.

- In dem dritten Verfahrensschritt 106 wird der Bus-Kondensator 12 periodisch, beispielsweise alle 60 Millisekunden, mittels der Entladungseinheit 22 entladen. Die Entladungseinheit 22 wird dabei mittels der Steuereinheit 92 über die Treibereinheit 34
- 25 angesteuert, und zwar mittels des ersten Steueranschlusses 94, wie in dem zweiten Diagramm der Figur 4 anhand der Kurve 142 zu erkennen ist.

- In dem vierten Verfahrensschritt 108 des Verfahrens wird die periodische Entladung des Bus-Kondensators 12 beendet und der Bus-Kondensator 12 wird wieder aufgeladen. Zu Beginn des fünften Verfahrensschritts 110 wird der Netzschalter 44 wieder geöffnet, wie
- 30 an der Kurve 140 des zweiten Diagramms der Figur 4 zu erkennen. Anschließend wird der Bus-Kondensator 12 über den Ersatzwiderstand 84 entladen. Wenn der Netzschalter 44 in dem fünften Verfahrensschritt 110 nicht während eines Nulldurchgangs der

Netzwechselspannung 86 geöffnet wird, bleiben die Filterkondensatoren 60, 62 geladen. Erfolgt die Öffnung des Netzschalters während eines positiven Netzspannungsteilzyklus, bleiben die Filterkondensatoren 60, 62 auf einer positiven Spannung geladen, wie an dem konstanten Verlauf der Kurve 148 in dem dritten Diagramm der Figur 4 entnommen werden kann.

Figur 7 ein vereinfachtes schematisches elektrisches Schaltbild der Induktionskochfeldvorrichtung 10 zur Darstellung relevanter Strompfade bei Öffnung des Netzschalters 44 während eines positiven Netzspannungsteilzyklus zu Beginn des fünften Verfahrensschritts 110. Wenn die Filterkondensatoren 60, 62 auf einer positiven Spannung geladen bleiben, ist die Spannung am Bus-Kondensators 12 zunächst höher als die Spannung an den Filterkondensatoren 60, 62, sodass die erste Diode 76 und die vierte Diode 82 sperren. Der Bus-Kondensator 12 wird über den Ersatzwiderstand 84 entladen, wie in der Figur 7 durch einen Entladepfad 178 dargestellt. Sobald die Spannung am Bus-Kondensator 12 auf die gleiche Spannung abgefallen ist, die zwischen dem ersten Leiter 72 und dem zweiten Leiter 74, also an den Filterkondensatoren 60, 62, anliegt, sind die erste Diode 76 und die vierte Diode 82 in Durchlassrichtung vorgespannt, sodass auch die Filterkondensatoren 60, 62 über den Ersatzwiderstand 84 entladen werden, wie in der Figur 7 durch einen Entladepfad 180 dargestellt. Gleichzeitig wird auch der Bootstrap-Kondensator 40 über den Ersatzwiderstand 90 teilweise entladen, wie in der Figur 7 durch einen Entladepfad 182 dargestellt. Sobald die Spannung am Bootstrap-Kondensator 40 jedoch unter die von der Steuerspannungsquelle 46 bereitgestellte Spannung abfällt, ist die Diode 100 der Bootstrap-Schaltung 38 in Durchlassrichtung vorgespannt und der Bootstrap-Kondensator 40 wird wieder aufgeladen. Das Verfahren kann erneut ab dem zweiten Verfahrensschritt 102 durch Schließen des Netzschalters 44 durchgeführt werden.

Erfolgt die Öffnung des Netzschalters 44 zu Beginn des fünften Verfahrensschritts 110 während eines negativen Netzspannungsteilzyklus, bleiben die Filterkondensatoren 60, 62 auf einer negativen Spannung geladen.

Figur 8 zeigt ein vereinfachtes schematisches elektrisches Schaltbild der Induktionskochfeldvorrichtung 10 zur Darstellung relevanter Strompfade bei Öffnung des Netzschalters während eines positiven Netzspannungsteilzyklus zu Beginn des fünften Verfahrensschritts 110.

Wenn die Filterkondensatoren 60, 62 auf einer negativen Spannung geladen bleiben, ist die Spannung am Bus-Kondensator 12 zunächst ebenfalls höher als die Spannung an den Filterkondensatoren 60, 62, sodass die zweite Diode 78 und die dritte Diode 80 sperren. Der Bus-Kondensator 12 wird wiederum über den Ersatzwiderstand 84 entladen, wie in der Figur 8 durch den Entladepfad 178 dargestellt. Sobald die Spannung am Bus-Kondensator 12 auf die gleiche Spannung abgefallen ist, die zwischen dem ersten Leiter 72 und dem zweiten Leiter 74, also an den Filterkondensatoren 60, 62, anliegt, sind die zweite Diode 78 und die dritte Diode 80 in Durchlassrichtung vorgespannt, sodass auch die Filterkondensatoren 60, 62 über den Ersatzwiderstand 84 entladen werden. Im Unterschied zur Figur 7 jedoch anhand eines Entladepfads 184. Gleichzeitig wird wiederum auch der Bootstrap-Kondensator 40 entlang des Entladepfads 182 über den Ersatzwiderstand 90 teilweise entladen. Im Unterschied zu dem in der Figur 7 dargestellten Fall kann der Bootstrap-Kondensator 40 jedoch schneller wieder aufgeladen werden, da der Ladepfad 176 durch die Entladung der Filterkondensatoren 60, 62 freigeschaltet und die Diode 100 in Durchlassrichtung vorgespannt ist, sobald die zweite Diode 78 aktiviert ist.

Bezugszeichen

10	Induktionskochfeldvorrichtung
12	Bus-Kondensator
14	Gleichrichter
16	Netzanschluss
18	erster Ladepfad
20	zweiter Ladepfad
22	Entladungseinheit
24	erstes Schaltelement
26	zweites Schaltelement
28	Highside-Schaltelement
30	Lowside-Schaltelement
32	Entladungspfad
34	Treibereinheit
36	Highside-Treiber
38	Bootstrap-Schaltung
40	Bootstrap-Kondensator
42	elektrischer Widerstand
44	Netzschalter
46	Steuerspannungsquelle
48	Optokoppler
50	Induktionskochfeld
52	Kochfeldplatte
54	Induktor
56	Hauptsteuereinheit
58	Filtereinheit
60	erster Filterkondensator
62	zweiter Filterkondensator
64	erste Filterspule

66	zweite Filterspule
68	dritte Filterspule
70	vierte Filterspule
72	erster Leiter
74	zweiter Leiter
76	erste Diode
78	zweite Diode
80	dritte Diode
82	vierte Diode
84	Ersatzwiderstand
86	Netzwechselspannung
88	Lowside-Treiber
90	Ersatzwiderstand
92	Steuereinheit
94	erster Steueranschluss
96	zweiter Steueranschluss
98	dritter Steueranschluss
100	Diode
102	erster Verfahrensschritt
104	zweiter Verfahrensschritt
106	dritter Verfahrensschritt
108	vierter Verfahrensschritt
110	fünfter Verfahrensschritt
112	elektrischer Widerstand
114	elektrischer Widerstand
116	erste Schutzdiode
118	zweite Schutzdiode
120	erstes Lowside-Treiberelement
122	zweites Lowside-Treiberelement
124	elektrischer Widerstand
126	elektrischer Widerstand

128	Referenzpotential
130	Abszisse
132	Ordinate
134	Kurve
136	Abszisse
138	Ordinate
140	Kurve
142	Kurve
144	Abszisse
146	Ordinate
148	Kurve
150	Kurve
152	Abszisse
154	Ordinate
156	Kurve
158	Abszisse
160	Ordinate
162	Kurve
164	Abszisse
166	Ordinate
168	Kurve
170	Abszisse
172	Ordinate
174	Kurve
176	Ladepfad
178	Entladepfad
180	Entladepfad
182	Entladepfad
184	Entladepfad
186	elektrischer Widerstand
188	elektrischer Widerstand

Ansprüche

1. Induktionskochfeldvorrichtung (10) mit zumindest einem Bus-Kondensator (12), mit zumindest einem Gleichrichter (14) und mit einem Netzanschluss (16) zur Verbindung mit einem Stromversorgungsnetz, wobei der Bus-Kondensator (12) über zumindest einen ersten Ladepfad (18) zum Aufladen während eines positiven Netzspannungsteilzyklus und über zumindest einen zweiten Ladepfad zum Aufladen während eines negativen Netzspannungsteilzyklus über den Gleichrichter (14) mit dem Netzanschluss (16) verbunden ist, **gekennzeichnet durch** eine Entladungseinheit (22), welche zumindest zwei Schaltelemente (24, 26) zum zeitweisen Entladen des Bus-Kondensators (12) über das Stromversorgungsnetz umfasst, wobei eines der Schaltelemente (24) als ein Highside-Schaltelement (28) und eines der Schaltelemente (26) als ein Lowside-Schaltelement (30) ausgebildet ist und die Schaltelemente (24, 36) dazu vorgesehen sind, in einem geschlossenen Zustand einen Entladungspfad (32) von dem Bus-Kondensator (12) zurück zu dem Netzanschluss (16) freizuschalten, **und durch** eine Treibereinheit (34) zur Steuerung der Entladungseinheit (22), welche einen Highside-Treiber (36) zur Steuerung des Highside-Schaltelements (28) und eine Bootstrap-Schaltung (38) zur Energieversorgung des Highside-Treibers (36) aufweist.
2. Induktionskochfeldvorrichtung (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bootstrap-Schaltung (38) einen Bootstrap-Kondensator (40) umfasst, dessen Kapazität geringer ist als eine Kapazität des Bus-Kondensators (12).
3. Induktionskochfeldvorrichtung (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kapazität des Bootstrap-Kondensators (40) zumindest um einen Faktor von 2 geringer ist als die Kapazität des Bus-Kondensators (12).

4. Induktionskochfeldvorrichtung (10) nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bootstrap-Schaltung (38) zumindest einen elektrischen Widerstand (42) umfasst, welcher elektrisch in Reihe mit dem Bootstrap-Kondensator (40) verbunden ist.
- 5 5. Induktionskochfeldvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch** einen Netzschalter (44), welcher dazu vorgesehen ist, eine elektrisch leitende Verbindung zwischen dem Netzanschluss (16) und dem Gleichrichter (14) herzustellen oder zu trennen.
- 10 6. Induktionskochfeldvorrichtung (10) nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** eine Steuerspannungsquelle (46), welche dazu vorgesehen ist, unabhängig von einer Schalterstellung des Netzschalters (44) eine Gleichspannung zur Energieversorgung der Treibereinheit (34) bereitzustellen.
- 15 7. Induktionskochfeldvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Highside-Treiber (36) einen Optokoppler (48) umfasst.
8. Induktionskochfeldvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Entladungseinheit (22) dazu vorgesehen ist, den Bus-Kondensator (12) periodisch zu entladen.
- 20 9. Induktionskochfeldvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Schaltelemente (24, 26) der Entladungseinheit (22) als ein Halbleiterschaltelement ausgebildet ist.
10. Induktionskochfeldvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eines der Schaltelemente (24, 26) der Entladungseinheit (22) als ein N-MOSFET ausgebildet ist.

11. Induktionskochfeld (50) mit zumindest einer Induktionskochfeldvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
12. Verfahren zum Betrieb einer Induktionskochfeldvorrichtung (10), insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit zumindest einem Bus-Kondensator (12),
5 mit zumindest einem Gleichrichter (14) und mit einem Netzanschluss (16) zur Verbindung mit einem Stromversorgungsnetz, wobei der Bus-Kondensator (12) über zumindest einen ersten Ladepfad (18) zum Aufladen während eines positiven Netzspannungsteilzyklus und über zumindest einen zweiten Ladepfad (20) zum Aufladen während eines negativen Netzspannungsteilzyklus über den
10 Gleichrichter (14) mit dem Netzanschluss (16) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Bus-Kondensator (12) mittels einer Entladungseinheit (22), welche zumindest zwei Schaltelemente (24, 26) umfasst, wobei eines der Schaltelemente (24) als ein Highside-Schaltelement (28) und eines der Schaltelemente (26) als ein Lowside-Schaltelement (30) ausgebildet ist,
15 zeitweise über das Stromversorgungsnetz entladen wird, wobei über die Schaltelemente (24, 26) ein Entladungspfad (32) von dem Bus-Kondensator (12) zurück zu dem Netzanschluss (16) freigeschaltet wird und wobei die Entladungseinheit (22) über eine Treibereinheit (34) gesteuert wird, welche einen Highside-Treiber (36) zur Steuerung des Highside-Schaltelements (28) und eine
20 Bootstrap-Schaltung (38) aufweist, wobei der Highside-Treiber (36) über die Bootstrap-Schaltung (38) mit Energie versorgt wird.

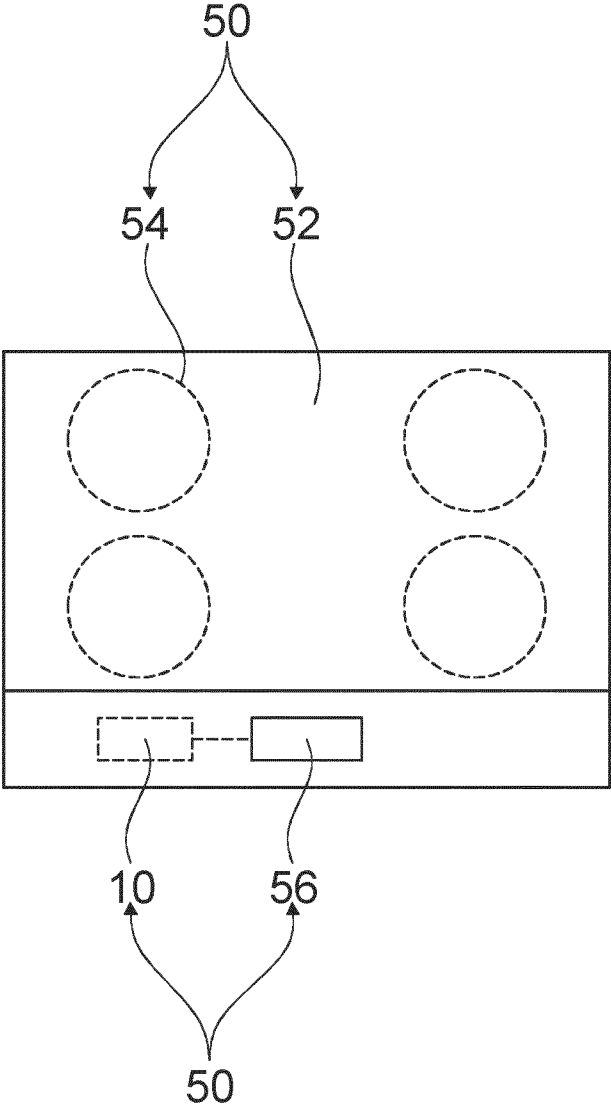


Fig. 1

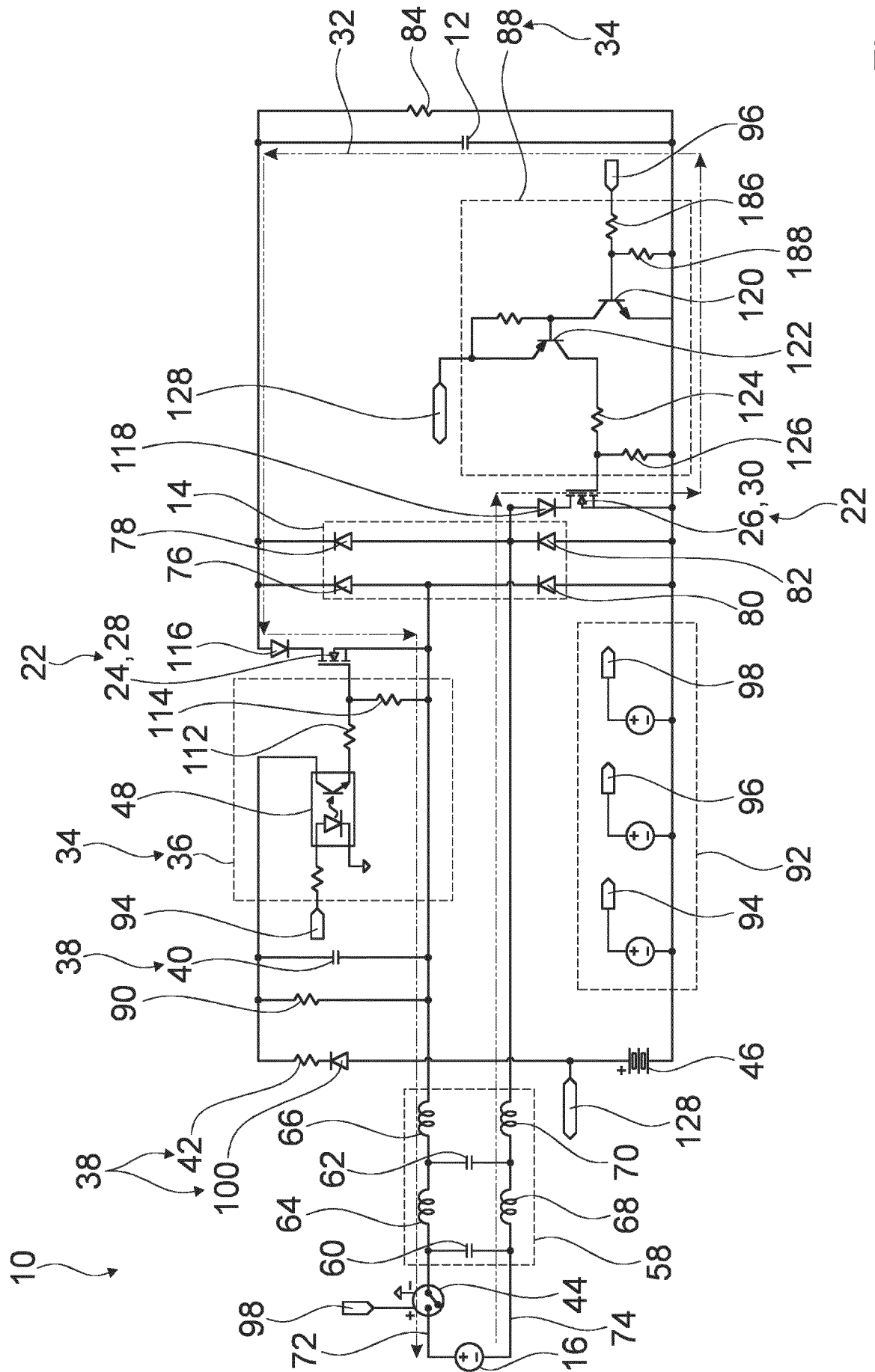


Fig. 2

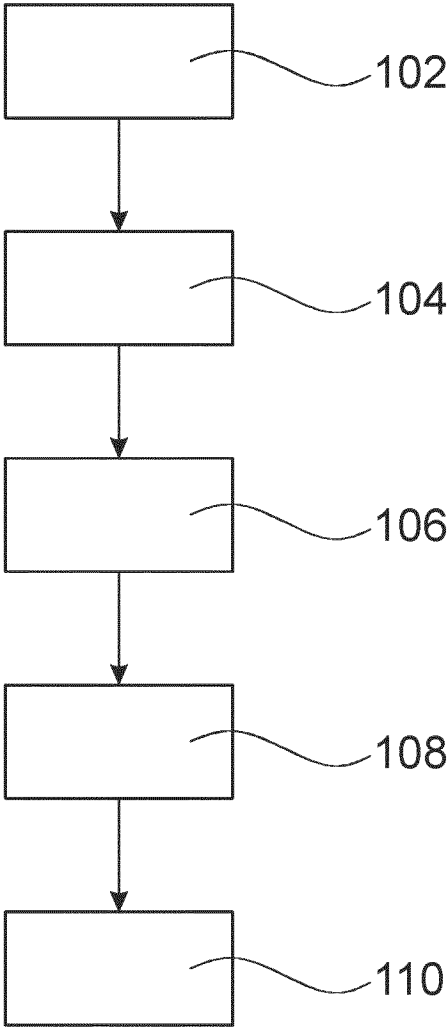


Fig. 3

4 / 6

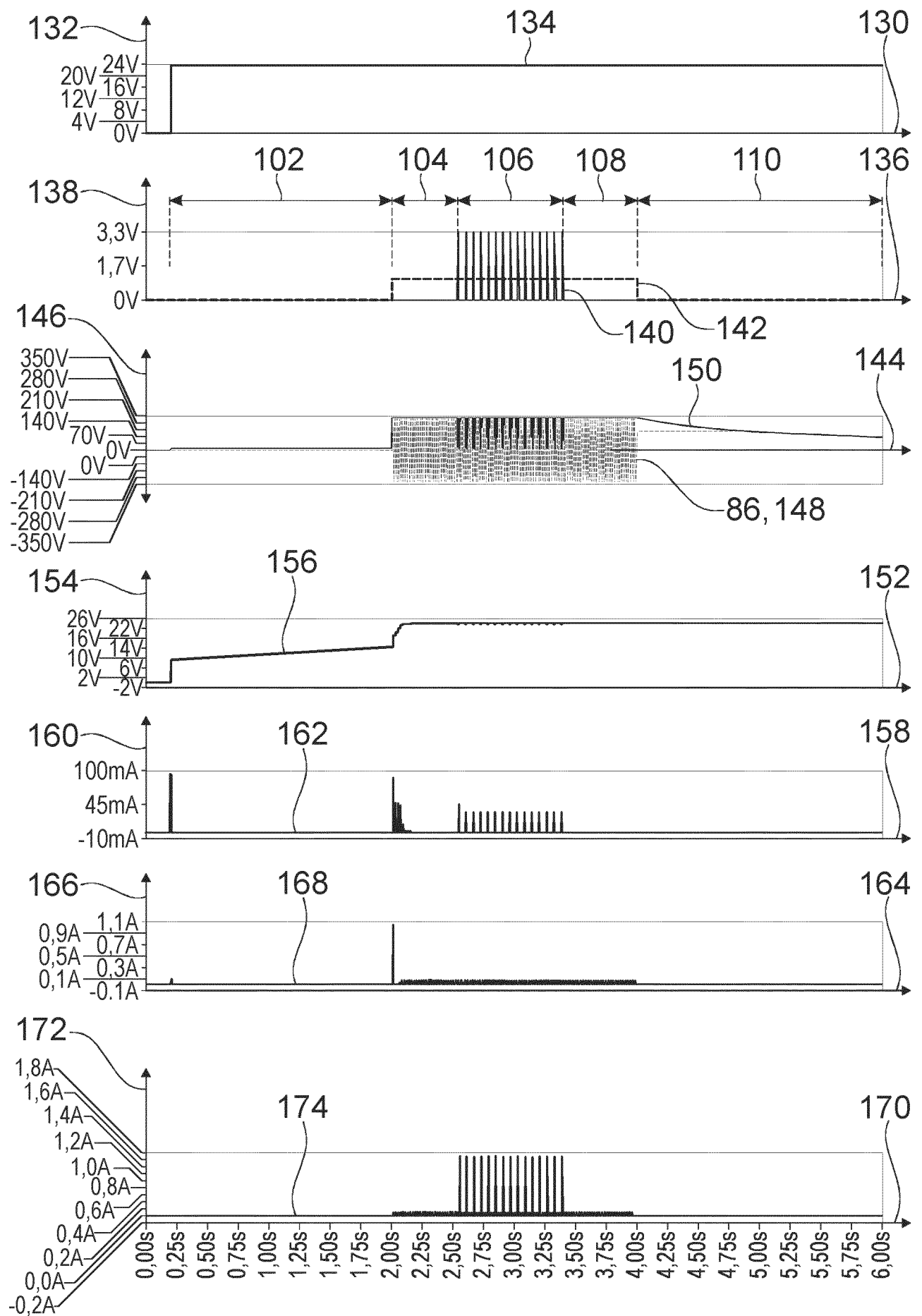


Fig. 4

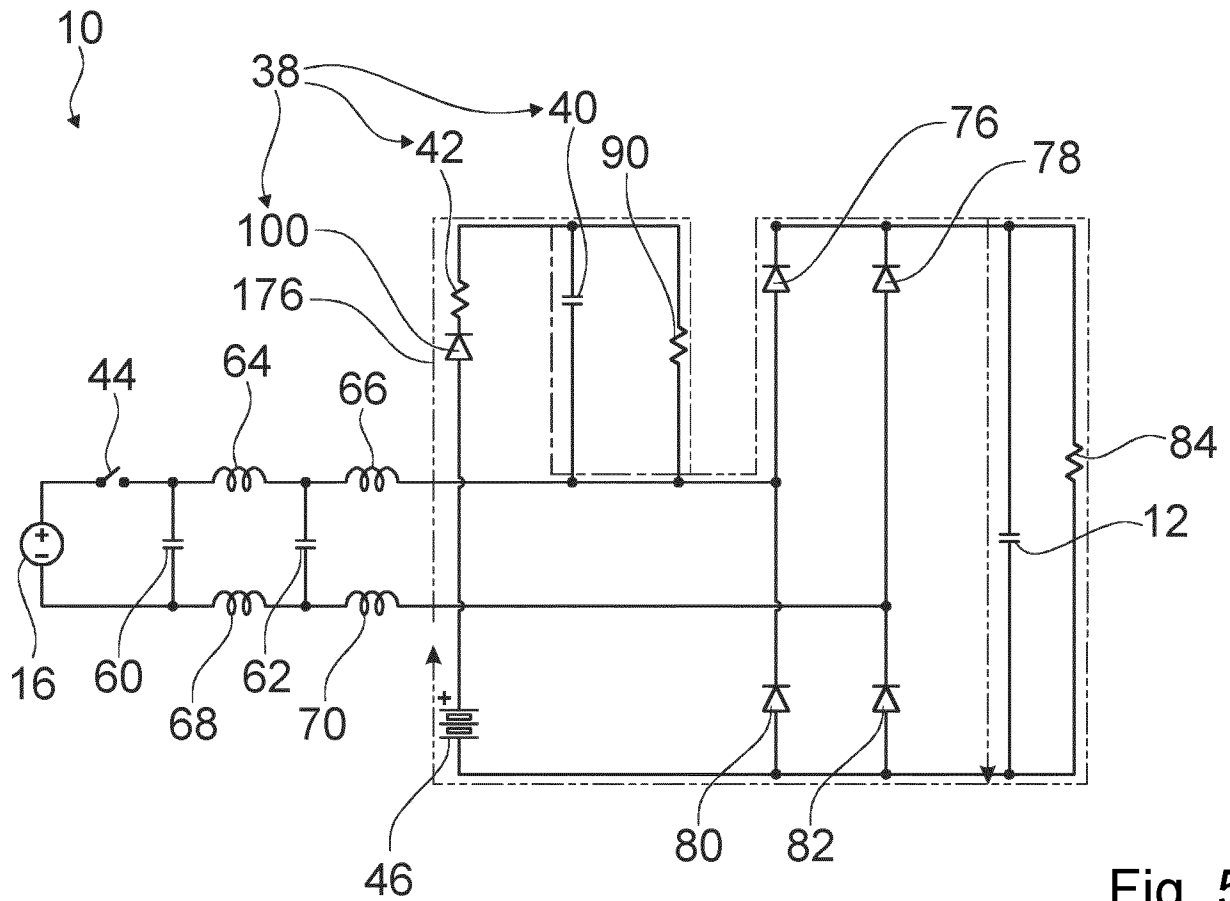


Fig. 5

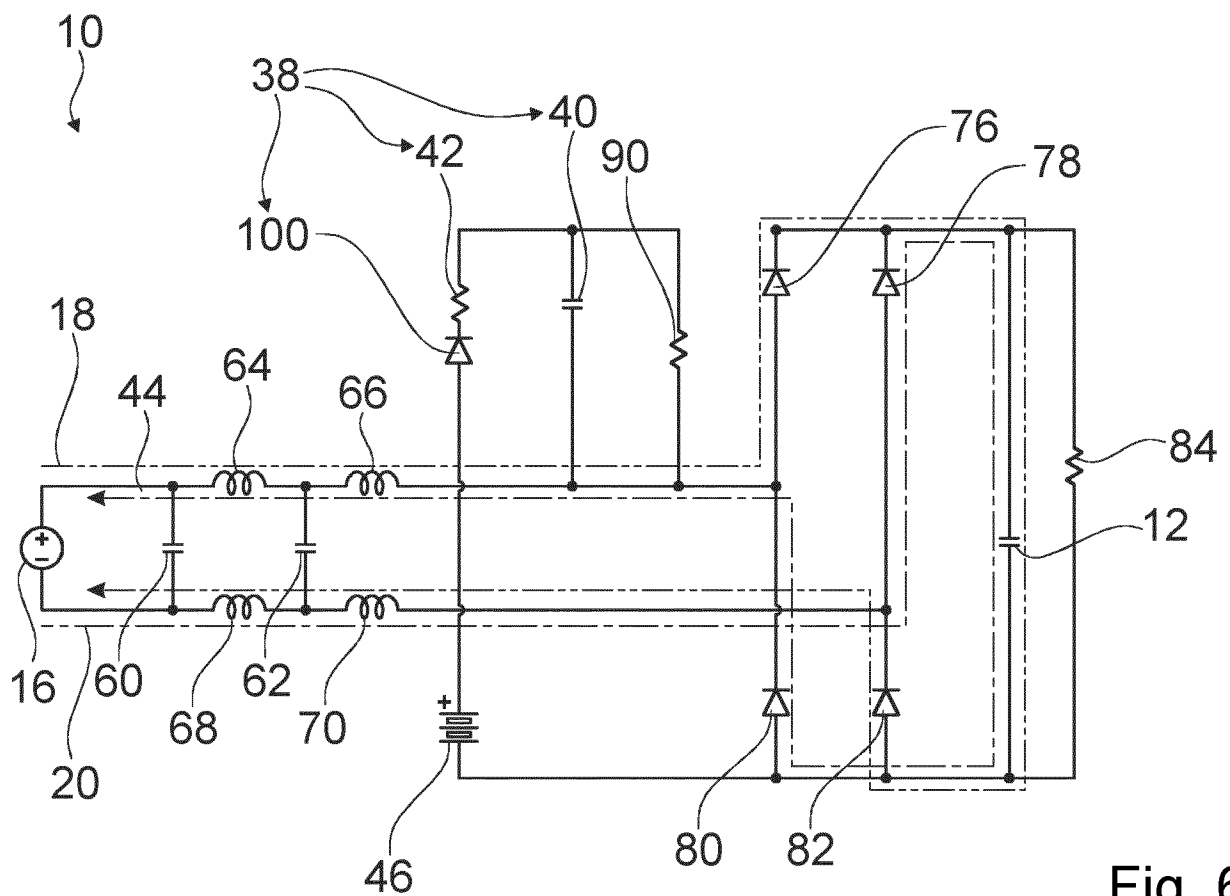
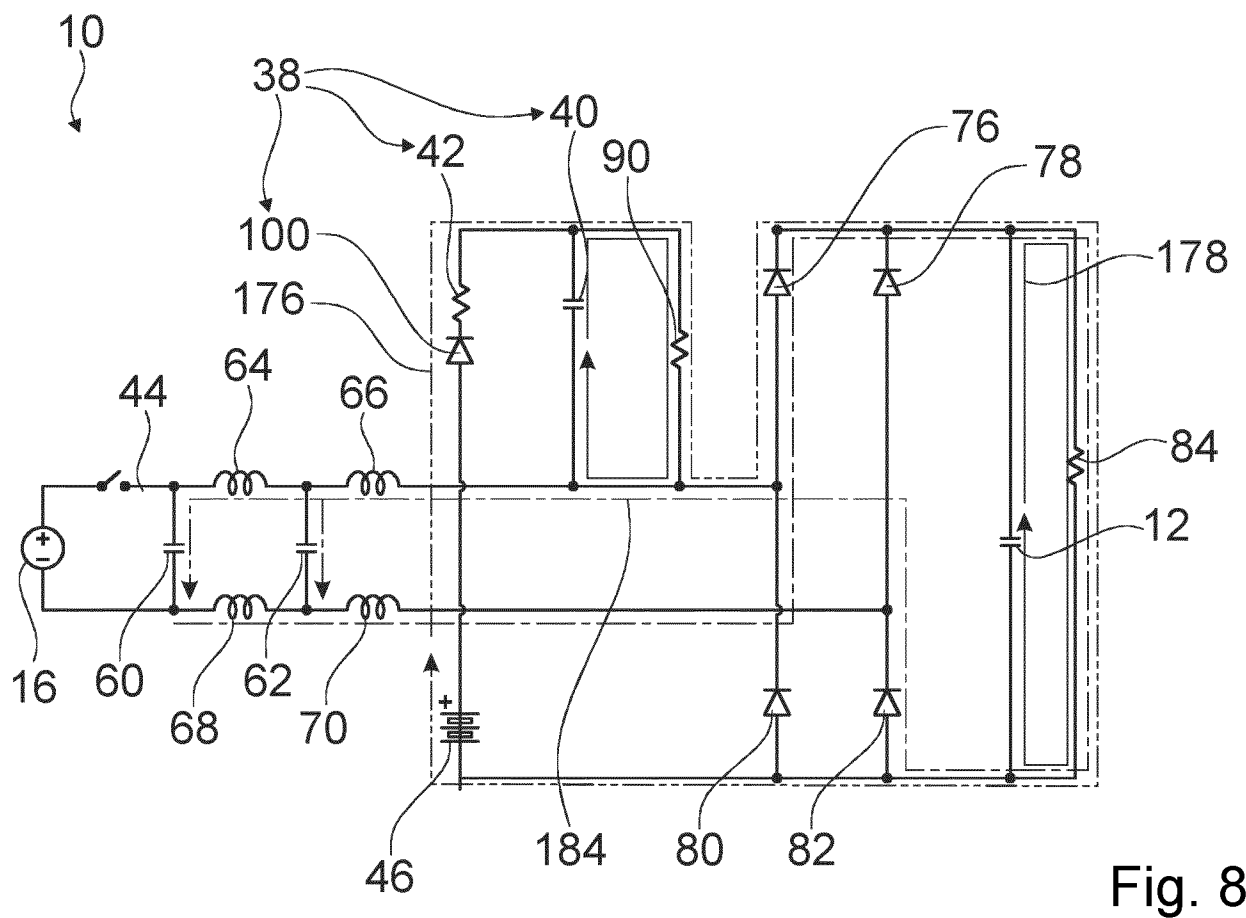
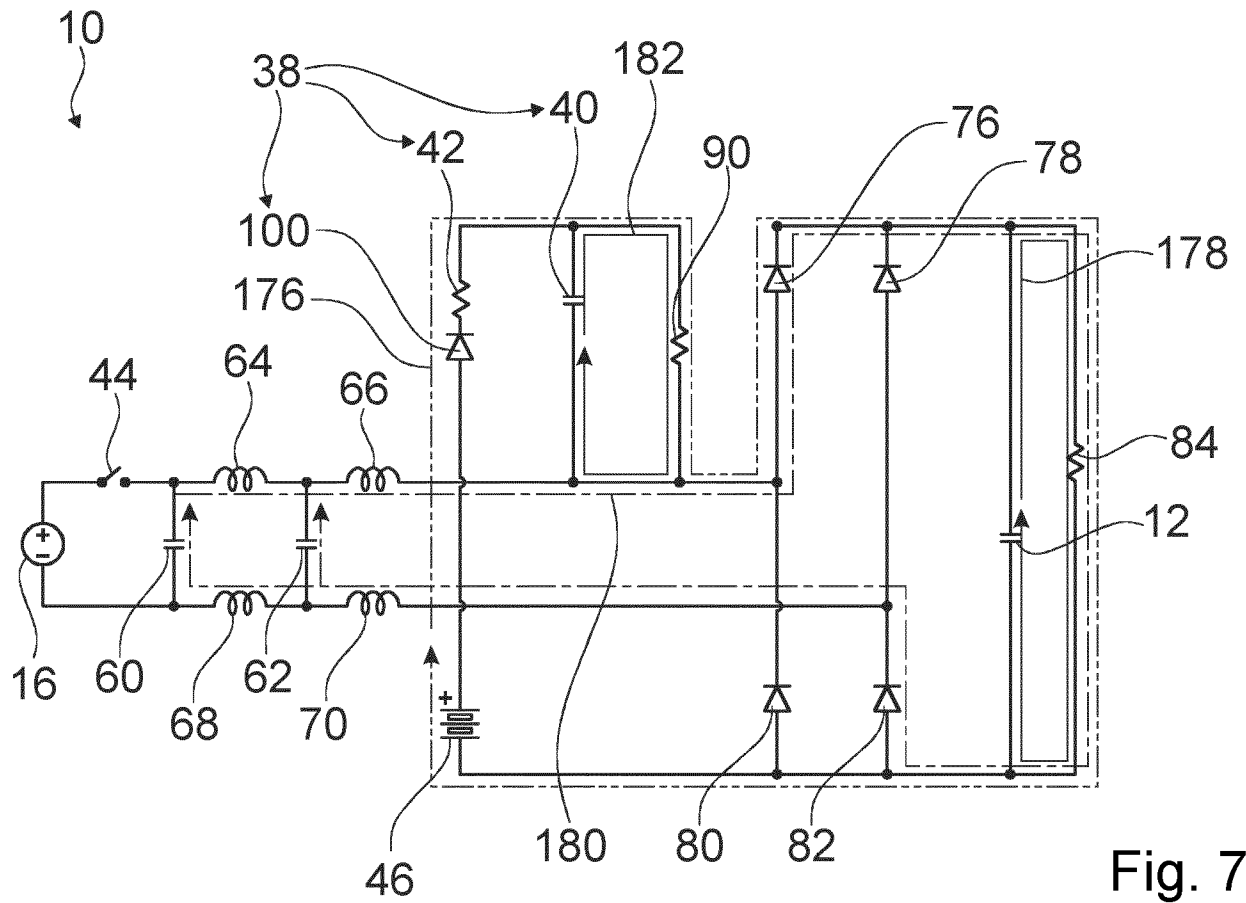


Fig. 6

6 / 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/051869

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H05B 6/06 (2006.01)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) H05B 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.
A	EP 2747514 B1 (GROUPE BRANDT [FR]) 27 March 2019 (2019-03-27) paragraph [0001] - paragraph [0068]; figures 2-3 paragraph [0067]	1-12
A	EP 2582201 B1 (BSH HAUSGERAETE GMBH [DE]) 19 April 2017 (2017-04-19) paragraph [0001]; figure 12 paragraph [0017] paragraph [0018]	1-12
A	WO 2022059861 A1 (LG ELECTRONICS INC [KR]) 24 March 2022 (2022-03-24) paragraph [0001] - paragraph [0092]; figure 10 paragraph [0090]	1-12
☐ 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 17 April 2024		Date of mailing of the international search report 26 April 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 Barzic, Florent Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2024/051869

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
EP	2747514	B1	27 March 2019	EP	2747514	A1	25 June 2014
				ES	2728849	T3	29 October 2019
				FR	3000361	A1	27 June 2014
EP	2582201	B1	19 April 2017	EP	2582201	A1	17 April 2013
				ES	2628875	T3	04 August 2017
WO	2022059861	A1	24 March 2022	KR	20220039031	A	29 March 2022
				WO	2022059861	A1	24 March 2022

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H05B6/06 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H05B		
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.
A	EP 2 747 514 B1 (GROUPE BRANDT [FR]) 27. März 2019 (2019-03-27) Absatz [0001] – Absatz [0068]; Abbildungen 2-3 Absatz [0067] -----	1-12
A	EP 2 582 201 B1 (BSH HAUSGERAETE GMBH [DE]) 19. April 2017 (2017-04-19) Absatz [0001]; Abbildung 12 Absatz [0017] Absatz [0018] -----	1-12
A	WO 2022/059861 A1 (LG ELECTRONICS INC [KR]) 24. März 2022 (2022-03-24) Absatz [0001] – Absatz [0092]; Abbildung 10 Absatz [0090] -----	1-12
☐ 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 17. April 2024		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 26/04/2024
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 Barzic, Florent

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/051869

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
EP 2747514	B1	27-03-2019	EP	2747514	A1		25-06-2014	
			ES	2728849	T3		29-10-2019	
			FR	3000361	A1		27-06-2014	

EP 2582201	B1	19-04-2017	EP	2582201	A1		17-04-2013	
			ES	2628875	T3		04-08-2017	

WO 2022059861	A1	24-03-2022	KR	20220039031	A		29-03-2022	
			WO	2022059861	A1		24-03-2022	
