(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 3 726 936 A1**

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.10.2020 Patentblatt 2020/43

(51) Int Cl.:
H05B 45/345 *(2020.01)*

(21) Anmeldenummer: **20166560.1**

(22) Anmeldetag: **30.03.2020**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(30) Priorität: **15.04.2019 DE 102019109873**

(71) Anmelder: **Tridonic GmbH & Co. KG**
6851 Dornbirn (AT)

(72) Erfinder:
- **Maldoner, Jakob**
  6850 Dornbirn (AT)
- **Netzer, Harald**
  6850 Dornbirn (AT)

(74) Vertreter: **Beder, Jens**
Mitscherlich PartmbB
Patent- und Rechtsanwälte
Sonnenstraße 33
80331 München (DE)

(54) BETRIEBSGERÄT FÜR LEUCHTMITTEL MIT EINEM RESONANZWANDLER

(57) Gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Betriebsgerät (1) zum Betreiben von Leuchtmitteln (4) einen Resonanzwandler (6) zum Bereitstellen einer Spannung und eines Stroms für den Betrieb des Leuchtmittels (4), eine Messschaltung (7) zum Erfassen des von dem Resonanzwandler (6) an das Leuchtmittel (4) abgegebenen Stroms und eine Steuereinrichtung (8) zum Steuern des Resonanzwandlers (6) auf der Grundlage des erfassten Stroms auf. Der Resonanzwandler (6) besteht zumindest aus einer Halbbrückenschaltung, einem mit der Halbbrückenschaltung gekoppelten Resonanzkreis und einem mit dem Resonanzkreis gekoppelten Übertrager. Die Messschaltung (7) weist einen Transformator und einen Gleichrichter mit zumindest einem steuerbaren Schalter auf, wobei zumindest eine Primärwicklung des Transformators den von der Sekundärwicklung des Übertragers abgegebenen Strom erfasst, der Gleichrichter den von der Sekundärwicklung des Transformators abgegebenen Strom gleichrichtet und der steuerbare Schalter auf der Grundlage von einem zwischen den zwei Schaltern der Halbbrückenschaltung erfassten Signal angesteuert wird.

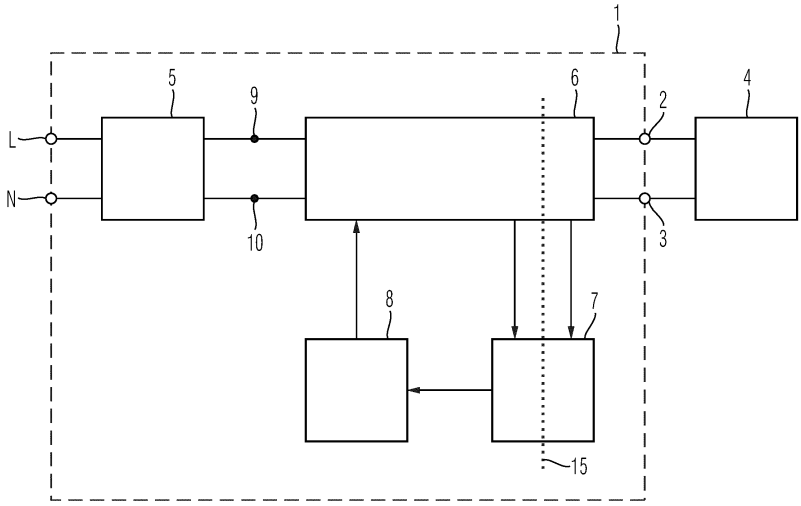

Fig. 1

EP 3 726 936 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Betriebsgerät für Leuchtmittel, bei dem die für das Leuchtmittel nötige Betriebsspannung bzw. der Betriebsstrom mittels eines Resonanzwandlers erzeugt wird und bei dem der an das Leuchtmittel abgegebene Strom für die Steuerung des Resonanzwandlers erfasst wird, sowie ein entsprechendes Verfahren zum Steuern des Betriebsgeräts.

[0002] Resonanzwandler mit einem Serien- oder Parallelresonanzkreis werden oft in Betriebsgeräten eingesetzt, um einen energieeffizienten Betrieb mit geringen Schaltverlusten zu ermöglichen. Für die Steuerung oder Regelung des Betriebsgeräts kann der von dem Resonanzwandler abgegebene Strom erfasst werden.

[0003] Die DE 10 2015 223 738 A1 offenbart einen LLC-Resonanzwandler mit einem Übertrager/Transformator, der einen Gleichstrom für den Betrieb eines aus Leuchtdioden bestehenden Leuchtmittels erzeugt und bei dem der an das Leuchtmittel abgegebene Strom indirekt mittels einer Hilfswicklung des Übertragers erfasst wird, um die galvanische Trennung zwischen der Netzspannungsseite und dem Leuchtmittel aufrechtzuerhalten. Der von der Hilfswicklung abgegebene Wechselstrom wird von einem Gleichrichter gleichgerichtet und mit einem Messwiderstand/Spannungsteiler von der Steuereinrichtung gemessen. Die Bestimmung des an das Leuchtmittel abgegebenen Stroms mittels einer mit der Primärwicklung des Übertragers magnetisch gekoppelten Hilfswicklung ist allerdings ungenau.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Vorrichtungen und Verfahren anzugeben, die die beschriebenen Probleme verringern. Aufgabe ist es insbesondere, ein Betriebsgerät für Leuchtmittel mit einem Resonanzwandler und ein Verfahren zum Steuern eines einen Resonanzwandler aufweisenden Betriebsgeräts bereitzustellen, die eine genaue Erfassung des an das Leuchtmittel abgegebenen Stroms oder der dem Leuchtmittel zugeführten Spannung mit einem einfachen und kostengünstigen Aufbau erlauben.

[0005] Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die Erfindung wird durch die Merkmale der abhängigen Ansprüche weitergebildet. Gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Betriebsgerät zum Betreiben von Leuchtmitteln einen Resonanzwandler zum Bereitstellen einer Spannung und eines Stroms für den Betrieb des Leuchtmittels, eine Messschaltung zum Erfassen des von dem Resonanzwandler an das Leuchtmittel abgegebenen Stroms und eine Steuereinrichtung zum Steuern des Resonanzwandlers auf der Grundlage des erfassten Stroms auf. Der Resonanzwandler besteht zumindest aus einer Halbbrückenschaltung, einem mit der Halbbrückenschaltung gekoppelten Resonanzkreis und einem mit dem Resonanzkreis gekoppelten Übertrager. Die Messschaltung weist einen Transformator und einen Gleichrichter mit zumindest einem steuerbaren Schalter auf, wobei zumindest eine Primärwicklung des Transformators den von der Sekundärwicklung des Übertragers abgegebenen Strom erfasst, der Gleichrichter den von der Sekundärwicklung des Transformators abgegebenen Strom gleichrichtet und der steuerbare Schalter auf der Grundlage eines zwischen den zwei Schaltern der Halbbrückenschaltung erfassten Signals angesteuert wird.

[0006] Der Transformator dient der Signalübertagung zu der für die Ansteuerung der Halbbrückenschaltung primärseitig angeordneten Steuereinrichtung mit Beibehalten der galvanischen Trennung, wobei das Erfassen des von der Sekundärwicklung des Übertragers abgegebenen Stroms durch den Transformator eine genaue Bestimmung des an das Leuchtmittel abgegebenen Stroms ermöglicht. Die Ansteuerung des Gleichrichters auf der Grundlage des zwischen den zwei Schaltern der Halbbrückenschaltung erfassten Signals ermöglicht im Gegensatz zu einer Ansteuerung auf der Grundlage der Ansteuersignale der Schalter der Halbbrückenschaltung eine vollständige Gleichrichtung des Stromes, da keine Anteile des Stroms durch ein aus der Totzeit zwischen den Ansteuersignalen bedingtes verspätetes Einschalten abgeschnitten werden.

[0007] Die Sekundärwicklung des Übertragers kann mit einem Zweiweggleichrichter, insbesondere einen Brückengleicher, verbunden sein, wobei der Transformator mit dem Zweiweggleichrichter bzw. dem Brückengleicher verbunden ist und eine Primärwicklung zum Erfassen des in den Gleichrichter fließenden positiven Stroms und eine Primärwicklung zum Erfassen des in den Gleichrichter fließenden negativen Stroms aufweist.

[0008] Alternativ oder zusätzlich kann der Gleichrichter der Messschaltung ein Brückengleichrichter mit vier steuerbaren Schaltern sein.

[0009] Die Messschaltung kann einen Komparator aufweisen, der das erfasste Signal mit einer vorgegebenen Spannung vergleicht und ein Einschaltsignal an die Schalter eines Zweigs des Brückengleichrichters ausgibt, wenn das erfasste Signal oberhalb der vorgegebenen Spannung liegt, und ein Einschaltsignal an die Schalter des anderen Zweigs des Brückengleichrichters ausgibt, wenn das erfasste Signal unterhalb der vorgegebenen Spannung liegt.

[0010] Die Schalter des einen Zweigs des Brückengleichrichters können PNP-Transistoren sein und die Schalter des anderen Zweigs des Brückengleichrichters NPN-Transistoren.

[0011] Der Resonanzwandler kann ein LLC-Resonanzwandler sein.

[0012] Gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Verfahren zum Steuern eines einen Resonanzwandler und einen Übertrager aufweisenden Betriebsgeräts zum Betreiben von Leuchtmitteln folgende Schritte auf:

- Ansteuern des Resonanzwandlers zum Bereitstellen einer Spannung für den Betrieb des Leuchtmittels, wobei der Resonanzwandler eine Halbbrückenschaltung, einen mit der Halbbrückenschaltung gekoppelten Resonanzkreis und einen mit dem Reso-

nanzkreis gekoppelten Übertrager aufweist,
- Erfassen des von dem Resonanzwandler an das Leuchtmittel abgegebenen Stroms, und
- Steuern des Resonanzwandlers auf der Grundlage des erfassten Stroms, wobei die Erfassung mittels eines Transformators und eines Gleichrichters mit zumindest einem steuerbaren Schalter erfolgt und folgende Schritte aufweist:
- Erfassen des von der Sekundärwicklung des Übertragers abgegebenen Stroms mittels zumindest einer Primärwicklung eines Transformators, und
- Gleichrichten des von der Sekundärwicklung des Transformators abgegebenen Stroms mittels des Gleichrichters, wobei der steuerbare Schalter auf der Grundlage von einem zwischen den zwei Schaltern der Halbbrückenschaltung erfassten Signal angesteuert wird.

[0013] Ein Brückengleicher kann mit der Sekundärwicklung des Übertragers verbundenen sein, wobei der durch den Brückengleichrichter fließende positive Strom mittels einer ersten Primärwicklung des Transformators erfasst wird und der durch den Brückengleicher fließende negative Strom mittels einer zweiten Primärwicklung des Transformators erfasst wird.

[0014] Das Gleichrichten des von der Sekundärwicklung des Transformators abgegebenen Stroms kann mittels eines Brückengleichrichters mit vier steuerbaren Schaltern erfolgen.

[0015] Das erfasste Signal kann mit einer vorgegebenen Spannung verglichen werden, wobei ein Einschaltsignal an die Schalter eines Zweigs des Brückengleichrichters ausgegeben wird, wenn das erfasste Signal oberhalb der vorgegebenen Spannung liegt, und ein Einschaltsignal an die Schalter des anderen Zweigs des Brückengleichrichters ausgegeben wird, wenn das erfasste Signal unterhalb der vorgegebenen Spannung liegt.

[0016] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines Betriebsgeräts gemäß der vorliegenden Erfindung,

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel des Resonanzwandlers des in Fig. 1 gezeigten Betriebsgeräts gemäß der vorliegenden Erfindung,

Fig. 3 die Verläufe von Strömen durch die Dioden des sekundären Brückengleichrichters und der Einschaltsignale der Schalter der Halbbrücke,

Fig. 4 zusätzlich zu den in Fig. 3 gezeigten Verläufen den Verlauf der an der Halbbrücke für die Ansteuerung des Gleichrichters der Messschaltung erfassten Spannung,

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel der Messschaltung des in Fig. 1 gezeigten Betriebsgeräts gemäß der vorliegenden Erfindung und

Fig. 6 ein vereinfachtes Ablaufdiagramm zur Darstellung des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung.

[0017] Komponenten mit gleichen Funktionen sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0018] Fig. 1 zeigt eine vereinfachte schematische Darstellung eines Betriebsgeräts 1 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Das Betriebsgerät 1 dient zum Betrieb von einem an seinen Ausgangsanschlüssen 2, 3 angeschlossenen Leuchtmittel 4, welches eine Leuchtdiode (LED, OLED) oder mehrere in Serie oder parallel geschaltete LEDs oder OLEDs umfassen kann.

[0019] An den zwei Eingangsanschlüssen L, N des abgebildeten Betriebsgeräts 1 wird eine Versorgungsspannung zugeführt, die eine Netz-Wechselspannung von 230 Volt sein kann. Das Betriebsgerät 1 weist eine mit den Eingangsanschlüssen L, N verbundene Leistungsfaktorkorrekturschaltung 5, einen mit den Ausgangsanschlüssen 2, 3 verbundenen Resonanzwandler 6, eine Messschaltung 7 und eine zumindest den Resonanzwandler 6 steuernde Steuereinrichtung 8 auf.

[0020] Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung 5 dient zur Bereitstellung der Betriebsspannung für den Resonanzwandler 6 an den Schaltungspunkten 9 und 10, welche eine Gleichspannung von 400 Volt sein kann, sowie zur Korrektur des Leistungsfaktors (sog. Power Factor Correction), bei der die Schaltzeiten des mit einer pulsweitenmodulierten Steuerspannung ein- und ausgeschalteten Schalters eines Gleichspannungswandlers so gewählt werden, dass der Eingangsstrom der Schaltung einem sinusförmigen Verlauf folgt, der in Phase mit dem Verlauf der Netz-Wechselspannung ist, aus welcher die Bereitstellung der Betriebsspannung erzielt wird.

[0021] Fig. 2 zeigt eine vereinfachte Schaltung des Resonanzwandlers 6, welche einen primärseitigen Teil 11 und einen sekundärseitigen Teil 12 umfasst, die mittels eines eine Primärspule 13 und eine Sekundärspule 13 aufweisenden Übertragers (oder Transformators) über eine Potentialbarriere 15 gekoppelt sind. Die Potentialbarriere 15 dient der galvanischen Trennung (Schutztrennung) zur Netzspannungsseite mit geerdetem Sternpunkt.

[0022] Der primärseitige Schaltungsteil 11 umfasst einen LLC-Resonanzkreis, der als Serienresonanzkreis ausgestaltet ist und eine Kapazität 16, eine erste Induktivität 17 und die Primärspule 13 als eine zweite Induktivität 30 in einer Serienschaltung aufweist sowie eine Halbbrücke mit einem ersten Schalter 18 und einem zweiten Schalter 19. An der Halbbrücke liegt die von der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 7 an den Schaltungspunkten 9 und 10 bereitgestellte Betriebsspannung an, wobei der erste Schalter 18 mit dem Schaltungspunkt 9 und der zweite Schalter 19 mit dem Schaltungspunkt 9 verbunden ist. Der LLC-Resonanzkreis ist mit dem Schaltungspunkt 9 und der Mitte M der Halbbrücke zwischen den zwei Schaltern 18 und 19 verbunden, d.h. der Serienresonanzkreis ist parallel zum zweiten Schalter 19 und in Reihe zum ersten Schalter 18 geschaltet.

[0023] Der sekundärseitige Schaltungsteil 12 weist ei-

nen mit der Sekundärspule 14 verbundenen und durch vier Dioden 20..23 gebildeten Brückengleichrichter und einen dem Brückengleichrichter nachgeschalteten und mit den Ausgangsanschlüssen 2, 3 parallel verbundenen Pufferkondensator 24 auf. Alternativ kann ein Zweiweggleichrichter mit zwei Dioden verwendet werden, wobei die Mitte der Sekundärspule 14 mit dem Ausgangsanschluss 3 verbunden und die Enden der Sekundärspule 14 über die zwei Dioden mit dem Ausgangsanschluss 2 verbunden ist.

[0024] Der Resonanzwandler 6 wandelt die von der Leistungsfaktorkorrekturschaltung 5 an den Schaltungspunkten 9 und 10 bereitgestellte Betriebsspannung in eine gewünschte Gleichspannung bzw. einen Gleichstrom für das Leuchtmittel 4 um. Hierfür steuert die Steuereinrichtung 8 den ersten Schalter 18 und den zweiten Schalter 19 so, dass immer nur einer der beiden Schalter leitend geschaltet ist. Dabei kann jeder der Schalter 18, 19 mit derselben Schaltfrequenz geschaltet werden, wobei zum Ändern der Helligkeit (Dimm-Pegel) des an den Ausgangsanschlüssen 2, 3 angeschlossenen Leuchtmittels 4 die Schaltfrequenz, mit der die Schalter 18, 19 getaktet geschaltet werden, geändert wird. Eine Vorschrift für die Zuordnung eines Dimm-Pegels zu einer entsprechenden Schaltfrequenz kann vom Hersteller oder Anwender ggf. auch für verschiedene Leuchtmittel, welche unterschiedliche Lasten darstellen, vorgegeben und z.B. gespeichert werden.

[0025] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird für die Regelung des Resonanzwandlers 6 bzw. die Ansteuerung der Schalter 18, 19 der von dem Resonanzwandler 6 an das Leuchtmittel 4 abgegebene Strom mittels der Messschaltung 7 erfasst. Die in Fig. 2 gezeigte Messschaltung 7 weist einen aus zwei Primärwicklungen 25, 26 und einer Sekundärwicklung 27 bestehenden Transformator und einen steuerbaren Gleichrichter 28 auf. Jeweils eine der zwei Primärwicklungen 25, 26 ist in einem Zweig des durch die vier Dioden 20..23 gebildeten Brückengleichrichters angeordnet und wird von dem Strom des jeweiligen Gleichrichterzweigs durchflossen, wobei die Primärwicklung 25 zwischen dem Ausgang der Diode 22 und dem Ausgangsanschluss 2 angeschlossen ist und Primärwicklung 26 zwischen dem Ausgang der Diode 20 und dem Ausgangsanschluss 2 angeschlossen ist.

[0026] Der abwechselnd in den zwei Primärwicklungen 25, 26 fließende Strom wird von der Sekundärwicklung 27 über die Potentialbarriere 15 hinweg erfasst und von dem steuerbaren Gleichrichter 28 der Messschaltung 7 gleichgerichtet. Die Ansteuerung des Gleichrichters 28 erfolgt auf der Grundlage des Spannungsverlaufs über dem LLC-Resonanzkreis, welcher je nach Wickelrichtung des Transformators proportional oder umgekehrt proportional zu dem Verlauf des von der Sekundärwicklung 27 abgegebenen Stroms ist. Hierzu erfasst die Messschaltung 7 die Spannung zwischen der Mitte M der Halbbrücke und dem Schaltungspunkt 10, welcher Masse sein kann, und bestimmt daraus die Ein- und/oder Ausschaltzeitpunkte des steuerbaren Gleichrichter 28, um den von der Sekundärwicklung 27 abgegebenen Strom vollständig, und ohne dass Anteile im Stromverlauf wegen eines zu späten Einschaltens und/oder zu frühen Ausschaltens abgeschnitten und somit nicht mitgemessen werden, gleichzurichten. Ein zu spätes Einschalten des Gleichrichters 28 würde beispielsweise bei einer Steuerung des Gleichrichters 28 mittels den von der Steuereinrichtung 8 an den ersten Schalter 18 und den zweiten Schalter 19 abgegebenen Einschaltsignale S1, S2 auf Grund der Totzeit zwischen den Einschaltsignalen S1, S2 erfolgen.

[0027] Fig. 3 zeigt den Spannungsverlauf des Einschaltsignals S1 des Schalters 18, den Spannungsverlauf des Einschaltsignales S2 des Schalters 19, den Verlauf des Stroms i_{D20} durch die Diode 20 und den Verlauf des Stroms i_{D22} durch die Diode 22 bei den unterhalb der Resonanzfrequenz betriebenen Wandlers, wobei der Schalter 18 nur während der Zeitspanne T_1 und der Schalter 19 nur während der Zeitspanne T_2 angesteuert bzw. geöffnet ist. Wie aus der Fig. 3 ersichtlich, würde bei einer Ansteuerung des Gleichrichters 28 auf der Grundlage des Einschaltsignals S1 und/oder S2 der vordere Teil iF_{D20} des Verlaufs des Stroms i_{D20} und der vordere Teil iF_{D22} des Verlaufs des Stroms i_{D22} abgeschnitten und somit von der Messschaltung 7 nicht erfasst werden.

[0028] Fig. 4 zeigt zusätzlich den Verlauf der Spannung u_M zwischen der Mitte M der Halbbrücke und dem Schaltungspunkt 10. Wie aus der Fig. 4 ersichtlich, steigt die Spannung u_M vor dem Anstieg des Stroms i_{D20} an und fällt ab, nachdem der Stroms i_{D20} auf null abgesunken ist. Der Verlauf der Spannung u_M wird von Messschaltung 7 erfasst und für die Ansteuerung des Gleichrichters 28 genutzt, um den von der Sekundärwicklung 27 abgegebenen Strom vollständig zu erfassen.

[0029] Fig. 5 zeigt eine vereinfachte schematische Darstellung einer Messschaltung 7 gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Die gezeigte Messschaltung 7 weist einen aus einer Diode 29 und drei Widerständen R1, R2, R3 gebildeten Komparator, einen aus vier Schaltern 30..33 gebildeten und mit der Sekundärwicklung 27 verbundenen Brückengleichrichter, einen Schalter 34 zum Invertieren des Schaltersteuersignals und einen Messwiderstand R4 auf. Die Schalter 18, 19 und 30..34 können Transistoren, insbesondere Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFET), sein.

[0030] An dem Anschluss 35 liegt die in Fig. 4 gezeigte Vergleichsspannung U_s von beispielsweise 12 Volt an und die Diode 29 ist nichtleitend, wenn die Spannung u_M größer als 12 Volt ist. In diesem Fall liegt an den Schaltern 30, 31 eines Zweigs des Brückengleichrichters und dem Schalter 34 ein Einschaltsignal von ca. 12 Volt an, so dass die Schalter 30, 31, 34 einschalten bzw. während der Zeitspanne T_3 eingeschaltet bleiben und der eingeschaltete Schalter 30 ein Einschalten der Schalter 32, 33 des anderen Zweigs des Brückengleichrichters verhin-

dert. Die Diode 29 wird dagegen leitend, wenn die Spannung u_M weniger als 12 Volt beträgt, wodurch das Einschaltsignal der Schalter auf null abfällt, so dass die Schalter 30, 31, 34 ausschalten bzw. ausgeschaltet bleiben. Die Widerstände R1, R2, R3 sind so bemessen, dass bei leitender Diode 29 an den Schaltern 32, 33 des anderen Zweigs des Brückengleichrichters ein Einschaltsignal anliegt und diese einschalten bzw. während der Zeitspanne T_4 eingeschaltet bleiben. Der Brückengleichrichter wird somit mit dem an- und absteigenden Verlauf der Spannung u_M bezüglich der Vergleichsspannung U_s getaktet bzw. gesteuert. Da der zeitliche Verlauf des von der Sekundärwicklung 27 abgegebenen und dem Brückengleichrichter zugeführten Stroms proportional zu dem Spannungsverlauf ist, erfolgt ein zeitrichtiges Schalten der zwei Gleichrichterzweige.

[0031] Der von der Sekundärwicklung 27 abgegebene und von dem Brückengleichrichter der Messschaltung 7 gleichgerichtete Strom wird an dem Schaltungspunkt 36 von der Steuereinrichtung 8 mittels einem Messwiderstand R4 erfasst, welche den Resonanzwandler 6 auf der Grundlage des erfassten Stroms steuert oder regelt. Hierzu kann eine Abweichung zwischen dem erfassten Strom und einem vorgegebenen Wert ermittelt und der Resonanzwandler 6 so gesteuert werden, dass die ermittelte Abweichung verringert wird.

[0032] Die Steuereinrichtung 8 kann als ein Prozessor, ein Mikroprozessor, ein Controller, ein Mikrocontroller oder eine anwendungsspezifische Spezialschaltung (ASIC, "Application Specific Integrated Circuit") oder eine Kombination der genannten Einheiten ausgestaltet sein.

[0033] Das Invertieren des Schaltsignals bzw. der Schalter 34 kann entfallen, wenn die Zweige des Brückengleichrichters der Messschaltung 7 jeweils Transistoren mit unterschiedlichen Polarität aufweisen, wie zum Beispiel NPN-Transistoren für die Schalter 30, 31 und PNP-Transistoren für die Schalter 32, 33. Zudem oder alternativ kann ein Mittelpunkt-Zweiweg-Gleichrichter mit zwei Schaltern verwendet werden.

[0034] Fig. 6 zeigt ein vereinfachtes Ablaufdiagramm des Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung, in dem der oben im Detail beschriebene Ablauf noch einmal mit seinen wesentlichen Punkten dargestellt ist.

Patentansprüche

1. Betriebsgerät (1) zum Betreiben von Leuchtmitteln (4), aufweisend:

   einen Resonanzwandler (6) zum Bereitstellen einer Spannung für den Betrieb des Leuchtmittels (4) mit einer Halbbrückenschaltung, einem mit der Halbbrückenschaltung gekoppelten Resonanzkreis (13, 16, 17) und einem mit dem Resonanzkreis (13, 16, 17) gekoppelten Übertrager (13, 14),
   eine Messschaltung (7) zum Erfassen des von dem Resonanzwandler (6) an das Leuchtmittel (4) abgegebenen Stroms, und
   eine Steuereinrichtung (8) zum Steuern des Resonanzwandlers (6) auf der Grundlage des erfassten Stroms,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   die Messschaltung (7) einen Transformator (25..27) und einen Gleichrichter (28) mit zumindest einem steuerbaren Schalter (30..33) aufweist, wobei
   zumindest eine Primärwicklung (25, 26) des Transformators (25..27) den von der Sekundärwicklung (14) des Übertragers (13, 14) abgegebenen Strom erfasst,
   der Gleichrichter (28) den von der Sekundärwicklung (27) des Transformators (25..27) abgegebenen Strom gleichrichtet, und
   der steuerbare Schalter (30..33) auf der Grundlage von einem zwischen den zwei Schaltern (18, 19) der Halbbrückenschaltung erfassten Signal angesteuert wird.

2. Betriebsgerät (1) nach Anspruch 1, aufweisend

   einen mit der Sekundärwicklung (13) des Übertragers (13, 14) verbundenen Brückengleicher (20..23), wobei
   der Transformator (25..27) mit dem Brückengleicher (20..23) verbunden ist und eine Primärwicklung (25) zum Erfassen des in den Brückengleichrichter (20..23) fließenden positiven Stroms und eine Primärwicklung (26) zum Erfassen des in den Brückengleicher (20..23) fließenden negativen Stroms aufweist.

3. Betriebsgerät (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Gleichrichter (28) der Messschaltung (7) ein Brückengleichrichter mit vier steuerbaren Schaltern (30..33) ist.

4. Betriebsgerät (1) nach Anspruch 3, wobei die Messschaltung (7) einen Komparator (29, R1..R3) aufweist, der dazu ausgebildet ist, das erfasste Signal mit einer vorgegebenen Spannung zu vergleichen und ein Einschaltsignal an die Schalter eines Zweigs des Brückengleichrichters auszugeben, wenn das erfasste Signal oberhalb der vorgegebenen Spannung liegt, und ein Einschaltsignal an die Schalter des anderen Zweigs des Brückengleichrichters auszugeben, wenn das erfasste Signal unterhalb der vorgegebenen Spannung liegt.

5. Betriebsgerät (1) nach Anspruch 4, wobei die Schalter des einen Zweigs des Brückengleichrichters PNP-Transistoren sind und die Schalter des anderen Zweigs des Brückengleichrichters NPN-Transistoren.

6. Betriebsgerät (1) nach einem der vorangegangen Ansprüche, wobei
der Resonanzwandler (6) ein LLC-Resonanzwandler ist.

7. Verfahren zum Steuern eines einen Resonanzwandler (6) und einen Übertrager (13, 14) aufweisenden Betriebsgeräts (1) zum Betreiben von Leuchtmitteln (4), mit den Schritten:

Ansteuern des Resonanzwandlers (6) zum Bereitstellen einer Spannung für den Betrieb des Leuchtmittels (4), wobei der Resonanzwandler (6) eine Halbbrückenschaltung, einen mit der Halbbrückenschaltung gekoppelten Resonanzkreis (13, 16, 17) und einen mit dem Resonanzkreis (13, 16, 17) gekoppelten Übertrager (13, 14) aufweist,
Erfassen des von dem Resonanzwandler (6) an das Leuchtmittel (4) abgegebenen Stroms, und Steuern des Resonanzwandlers (6) auf der Grundlage des erfassten Stroms,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Erfassung mittels einem Transformator (25..27) und einen Gleichrichter (28) mit zumindest einem steuerbaren Schalter (30..33) erfolgt und folgende Schritte aufweist:

- Erfassen des von der Sekundärwicklung (14) des Übertragers (13, 14) abgegebenen Stroms mittels zumindest einer Primärwicklung eines Transformators (25..27), und
- Gleichrichten des von der Sekundärwicklung (27) des Transformators (25..27) abgegebenen Stroms mittels dem Gleichrichter (28), wobei der steuerbare Schalter (30..33) auf der Grundlage von einem zwischen den zwei Schaltern (18, 19) der Halbbrückenschaltung erfassten Signal angesteuert wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei
ein Brückengleicher (20..23) mit der Sekundärwicklung des Übertragers (13, 14) verbundenen ist und der durch den Brückengleichrichter fließende positive Strom mittels einer ersten Primärwicklung (25) des Transformators (25..27) erfasst wird und der durch den Brückengleicher (20..23) fließende negative Strom mittels einer zweiten Primärwicklung (26) des Transformators (25..27) erfasst wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, wobei
das Gleichrichten des von der Sekundärwicklung (27) des Transformators (25..27) abgegebenen Stroms mittels einem Brückengleichrichter mit vier steuerbaren Schaltern erfolgt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei
das erfasste Signal mit einer vorgegebenen Spannung verglichen wird und ein Einschaltsignal an die Schalter eines Zweigs des Brückengleichrichters ausgegeben wird, wenn das erfasste Signal oberhalb der vorgegebenen Spannung liegt, bzw. ein Einschaltsignal an die Schalter des anderen Zweigs des Brückengleichrichters ausgegeben wird, wenn das erfasste Signal unterhalb der vorgegebenen Spannung liegt.

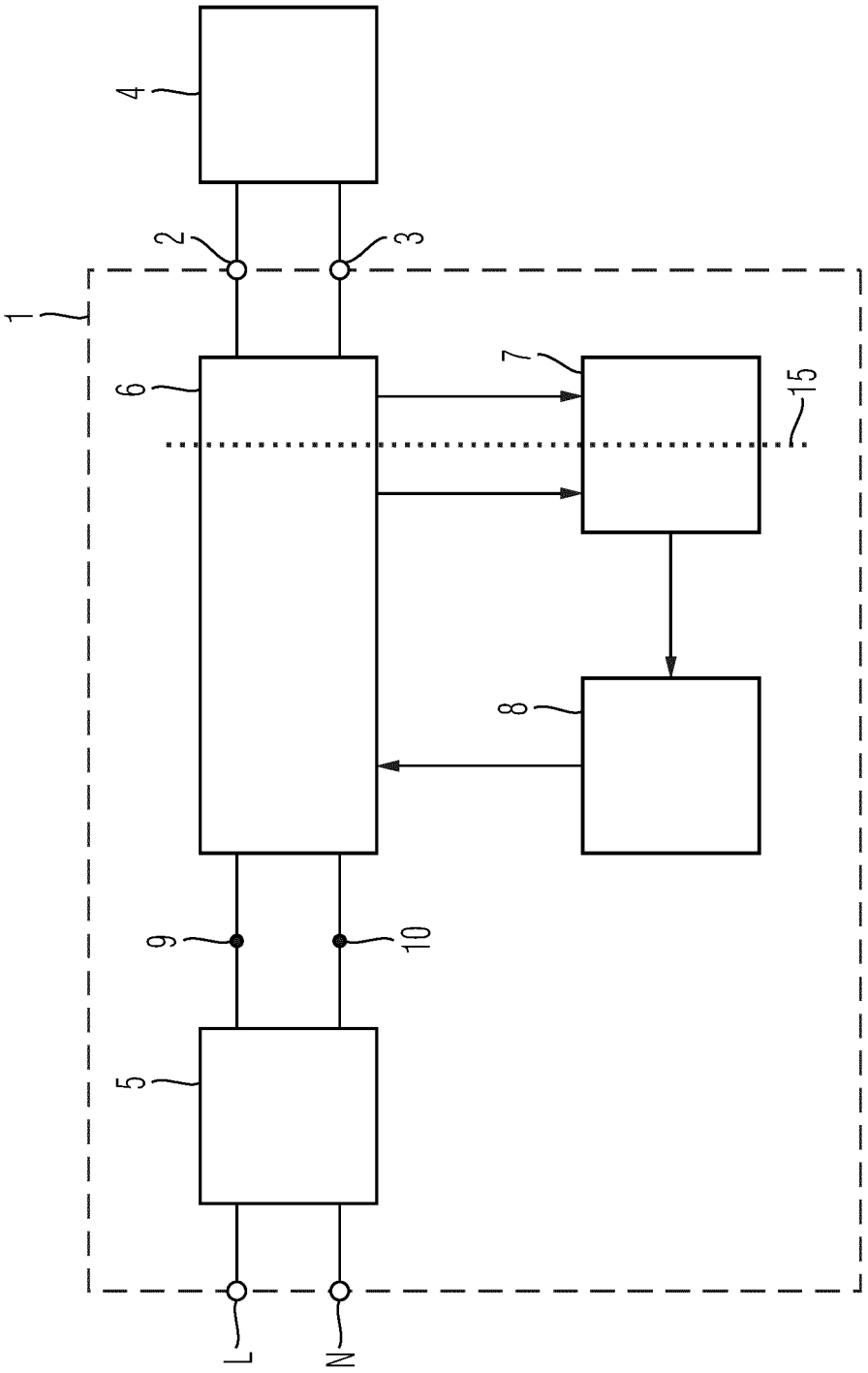

Fig. 1

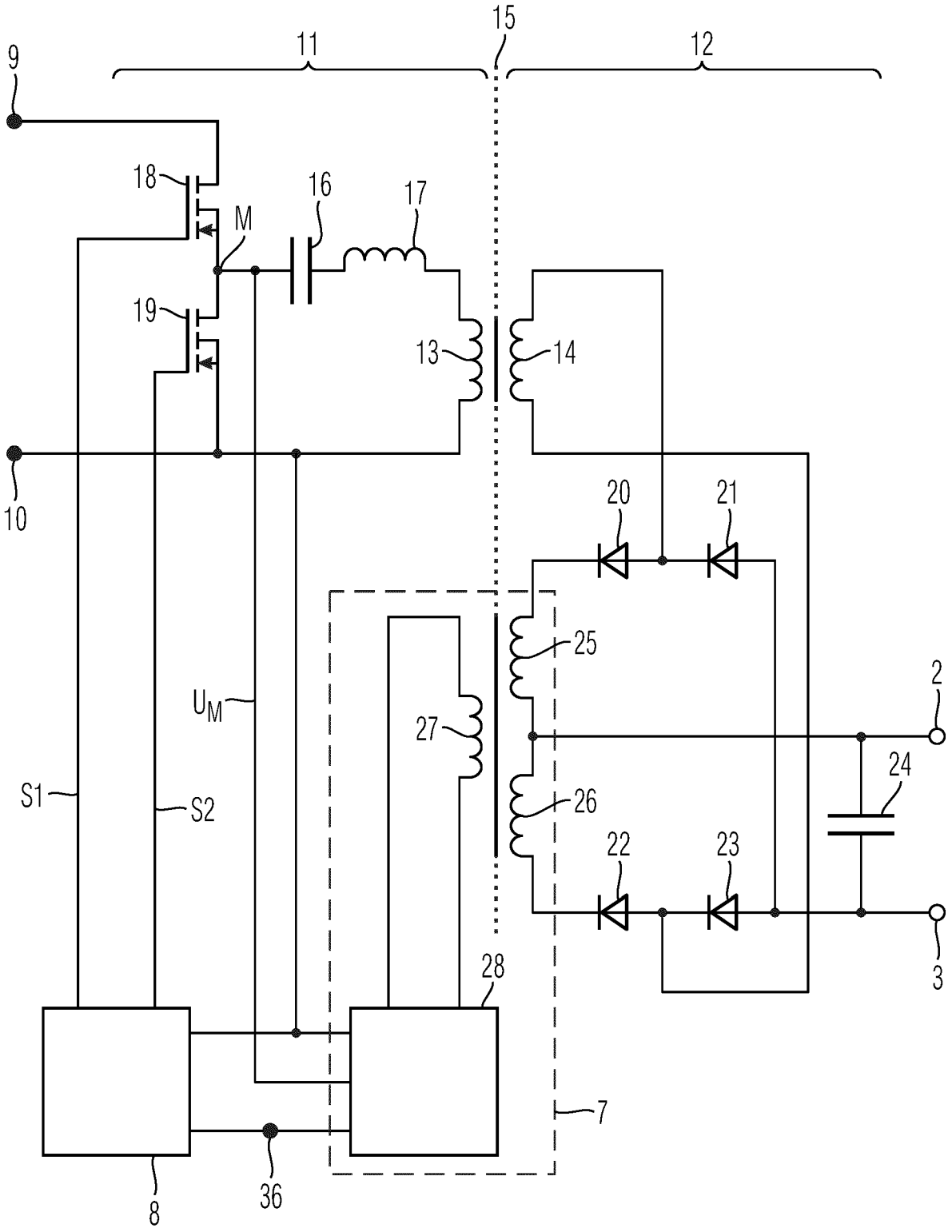
9
11
15
12
18
16
17
M
19
13
14
10
20
21
25
2
U_M
27
24
S1
S2
26
22
23
28
3
7
8
36

Fig. 2

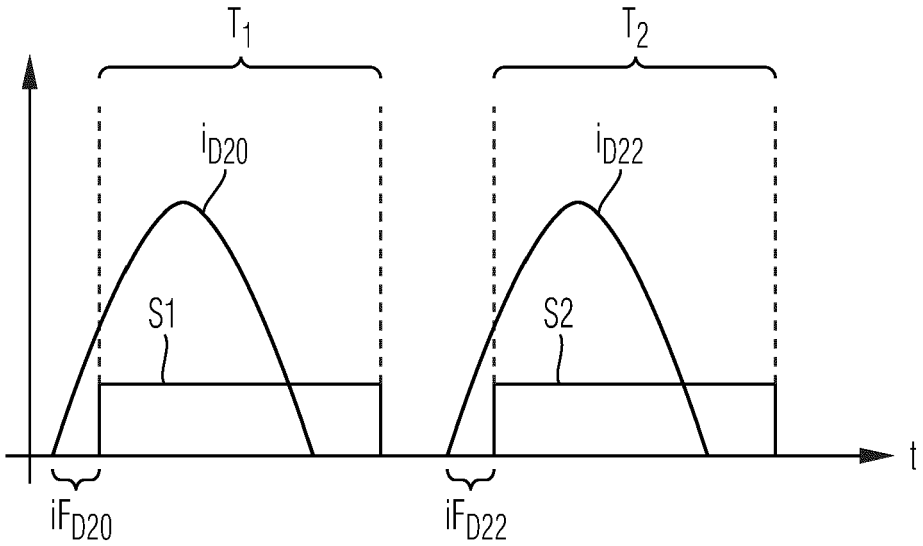

Fig. 3

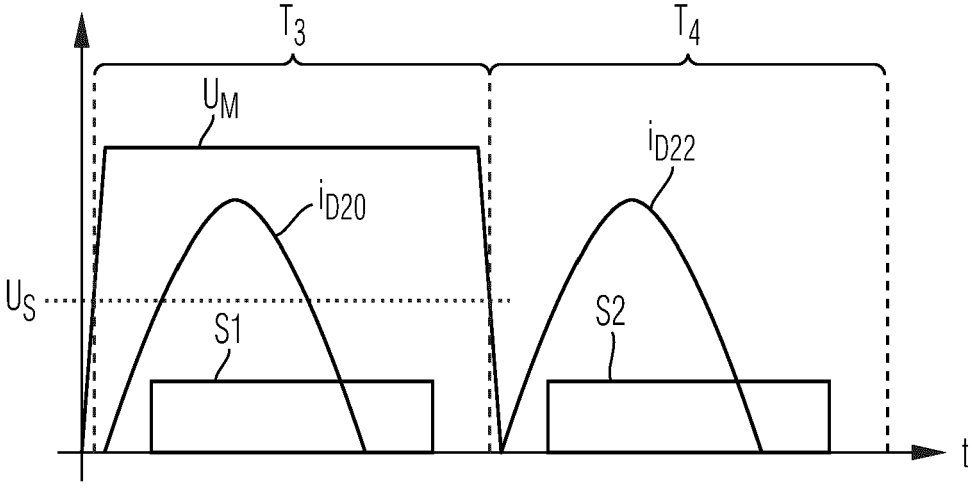

Fig. 4

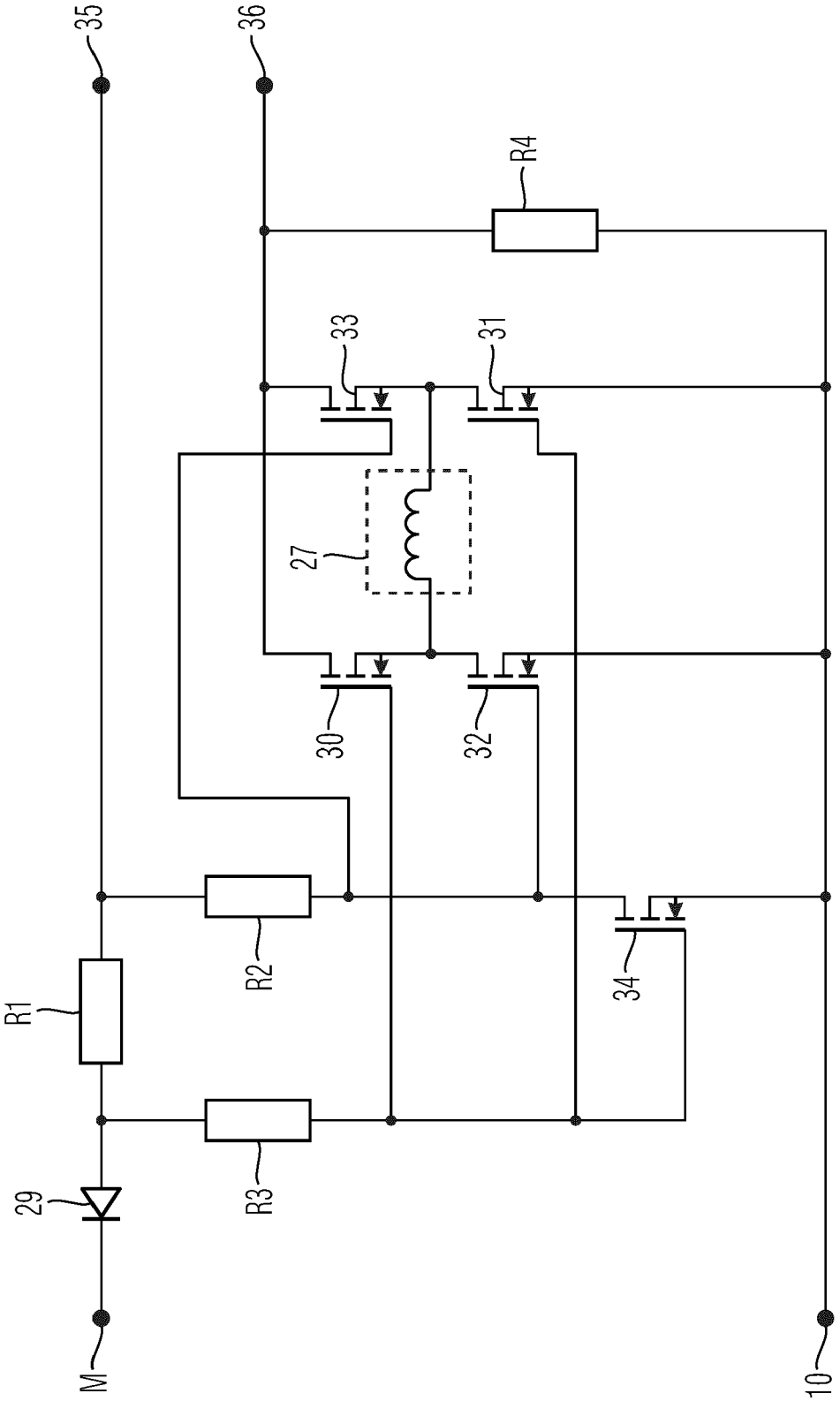

Fig. 5

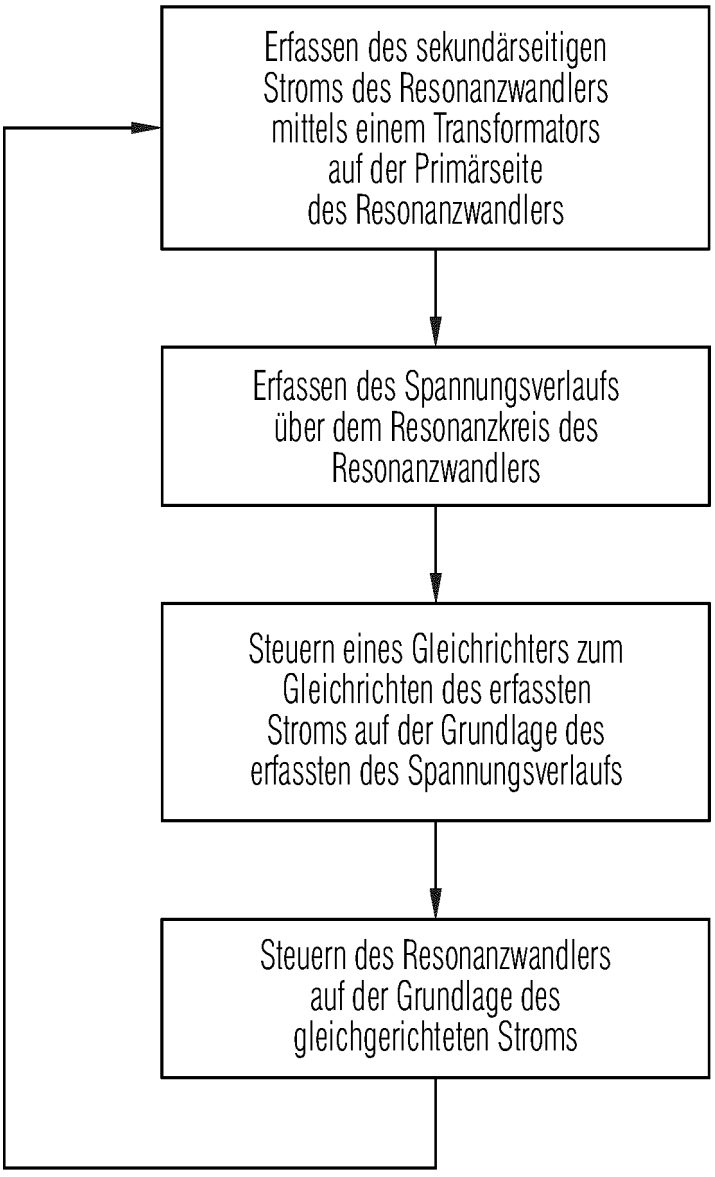
Erfassen des sekundärseitigen Stroms des Resonanzwandlers mittels einem Transformators auf der Primärseite des Resonanzwandlers
Erfassen des Spannungsverlaufs über dem Resonanzkreis des Resonanzwandlers
Steuern eines Gleichrichters zum Gleichrichten des erfassten Stroms auf der Grundlage des erfassten des Spannungsverlaufs
Steuern des Resonanzwandlers auf der Grundlage des gleichgerichteten Stroms

Fig. 6

Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 20 16 6560

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X Y	DE 10 2014 214746 A1 (TRIDONIC GMBH & CO KG [AT]) 28. Januar 2016 (2016-01-28) * Absätze [0050] - [0055]; Abbildung 6 *	1,6,7 2-5,8-10	INV. H05B45/345
Y	DE 10 2013 224749 A1 (TRIDONIC GMBH & CO KG [AT]) 3. Juni 2015 (2015-06-03) * Absätze [0046], [0076]; Abbildungen 1,5 *	2-5,8-10	
Y	US 2007/273304 A1 (GREENWOOD SIMON RICHARD [GB] ET AL) 29. November 2007 (2007-11-29) * Absätze [0024], [0042]; Abbildungen 1,2 *	3,4,8,9	
Y	DE 10 2017 210165 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 20. Dezember 2018 (2018-12-20) * Absatz [0024]; Abbildung 1 *	3,9	
A	DE 10 2016 114675 A1 (INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE]) 8. Februar 2018 (2018-02-08) * Abbildungen 1,2 *	1-8	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H05B
A,D	DE 10 2015 223738 A1 (TRIDONIC GMBH & CO KG [AT]) 1. Juni 2017 (2017-06-01) * Abbildungen 1,2 *	1-10	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
München	29. April 2020	Müller, Uta

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur

T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR. EP 20 16 6560

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

29-04-2020

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102014214746 A1	28-01-2016	AT 15179 U1	15-02-2017
		DE 102014214746 A1	28-01-2016
		EP 3175677 A1	07-06-2017
		WO 2016016044 A1	04-02-2016
DE 102013224749 A1	03-06-2015	CN 105794316 A	20-07-2016
		DE 102013224749 A1	03-06-2015
		EP 3078242 A1	12-10-2016
		US 2016302268 A1	13-10-2016
		WO 2015082288 A1	11-06-2015
US 2007273304 A1	29-11-2007	KEINE	
DE 102017210165 A1	20-12-2018	DE 102017210165 A1	20-12-2018
		FR 3067855 A1	21-12-2018
DE 102016114675 A1	08-02-2018	DE 102016114675 A1	08-02-2018
		US 2018041115 A1	08-02-2018
DE 102015223738 A1	01-06-2017	DE 102015223738 A1	01-06-2017
		EP 3384732 A1	10-10-2018
		WO 2017093049 A1	08-06-2017

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 102015223738 A1 **[0003]**