



(11) **EP 3 726 936 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**24.07.2024 Patentblatt 2024/30**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**H05B 45/382** <sup>(2020.01)</sup> **H05B 45/345** <sup>(2020.01)</sup>  
**H05B 45/39** <sup>(2020.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **20166560.1**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**H05B 45/39; H05B 45/345; H05B 45/382**

(22) Anmeldetag: **30.03.2020**

(54) **BETRIEBSGERÄT FÜR LEUCHTMITTEL MIT EINEM RESONANZWANDLER**  
OPERATING DEVICE FOR LIGHT SOURCES WITH A RESONANT CONVERTER  
APPAREIL POUR ALIMENTER DES LAMPES AVEC UN CONVERTISSEUR RÉSONANT

(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**

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

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**21.10.2020 Patentblatt 2020/43**

(73) Patentinhaber: **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**  
**Karlstraße 7**  
**80333 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**DE-A1- 102013 224 749 DE-A1- 102014 214 746**  
**DE-A1- 102015 223 738 DE-A1- 102016 114 675**  
**DE-A1- 102017 210 165 US-A1- 2007 273 304**

**EP 3 726 936 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## 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]** Ein Betriebsgerät gemäß dem Oberbegriff des beigefügten Anspruchs 1 ist in der DE 10 2014 214 746 A1 beschrieben.

**[0005]** Die DE 10 2013 224 749 A1 offenbart einen LLC-Resonanzwandler mit einem Übertrager, einer Messschaltung zum Erfassen des von dem LLC-Resonanzwandler an ein Leuchtmittel abgegebenen Stroms, einen mit der Sekundärwicklung des Übertragers verbundenen Brückengleichrichter, wobei die Messschaltung einen Transformator zum Erfassen des in den Brückengleichrichter fließenden aufweist.

**[0006]** 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 Resonanzwandlers 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.

**[0007]** Diese Aufgabe wird gemäß den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die Erfindung wird durch die Merkmale der abhängigen Ansprüche weitergebildet.

**[0008]** 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 Brückengleichrichter mit vier steuerbaren Schalter auf, wobei zumindest eine Primärwicklung des Transformators den von der Sekundärwicklung des Übertragers abgegebenen Strom erfasst, der Brückengleichrichter den von der Sekundärwicklung des Transformators abgegebenen Strom gleichrichtet und die vier steuerbaren Schalter auf der Grundlage eines zwischen den zwei Schaltern der Halbbrückenschaltung erfassten Signals angesteuert werden. Das Steuern des Resonanzwandlers erfolgt auf der Grundlage des gleichgerichteten Stroms, welcher den von dem Resonanzwandler an das Leuchtmittel abgegebenen Strom anzeigt.

**[0009]** Der Transformator dient der Signalübertragung 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 Brückengleichrichters 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.

**[0010]** Die Sekundärwicklung des Übertragers kann mit einem Zweiweggleichrichter, insbesondere einen Brückengleichrichter, verbunden sein, wobei der Transformator mit dem Zweiweggleichrichter bzw. dem Brückengleichrichter 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.

**[0011]** 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.

**[0012]** Die Schalter des einen Zweigs des Brückengleichrichters können PNP-Transistoren sein und die

Schalter des anderen Zweigs des Brückengleichrichters NPN-Transistoren.

**[0013]** Der Resonanzwandler kann ein LLC-Resonanzwandler sein.

**[0014]** Gemäß der vorliegenden Erfindung weist ein Verfahren zum Steuern eines Resonanzwandlers 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 Resonanzkreis 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 Brückengleichrichters mit vier steuerbaren Schaltern 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 Brückengleichrichters, wobei die vier steuerbaren Schalter auf der Grundlage von einem zwischen den zwei Schaltern der Halbbrückenschaltung erfassten Signal angesteuert wird und das Steuern des Resonanzwandlers auf der Grundlage des gleichgerichteten Stroms, welcher den von dem Resonanzwandler an das Leuchtmittel abgegebenen Strom anzeigt, erfolgt.

**[0015]** Ein Brückengleichrichter 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 Brückengleichrichter fließende negative Strom mittels einer zweiten Primärwicklung des Transformators erfasst wird.

**[0016]** 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.

**[0017]** 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 ge-

mäß der vorliegenden Erfindung,  
 Fig. 3 die Verläufe von Strömen durch die Dioden des sekundären Brückengleichrichters und der Einschaltsignale der Schalter der Halbbrücke,  
 5 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.

**[0018]** Komponenten mit gleichen Funktionen sind in den Figuren mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet.

**[0019]** 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.

**[0020]** 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.

**[0021]** 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 pulswertenmodulierten 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.

**[0022]** Fig. 2 zeigt eine vereinfachte Schaltung des Resonanzwandlers 6, welche einen primärseitigen Teil 11 und einen sekundärseitigen Teil 12 umfasst, die mittels einer Primärspule 13 und einer Sekundärspule 13 aufweisenden Übertragers (oder Transformators) über eine Potentialbarriere 15 gekoppelt sind. Die Potentialbarriere 15 dient der galvanischen Trennung (Schutz-

trennung) zur Netzspannungsseite mit geerdetem Sternpunkt.  
**[0023]** 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.

**[0024]** Der sekundärseitige Schaltungsteil 12 weist einen 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.

**[0025]** 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.

**[0026]** 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 Di-

ode 20 und dem Ausgangsanschluss 2 angeschlossen ist.

**[0027]** 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 Gleichrichters 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 Einschaltssignalen S1, S2 auf Grund der Totzeit zwischen den Einschaltssignalen S1, S2 erfolgen.

**[0028]** Fig. 3 zeigt den Spannungsverlauf des Einschaltssignals S1 des Schalters 18, den Spannungsverlauf des Einschaltssignales 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 Wandlern, 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 Einschaltssignals S1 und/oder S2 der vordere Teil  $i_{FD20}$  des Verlaufs des Stroms  $i_{D20}$  und der vordere Teil  $i_{FD22}$  des Verlaufs des Stroms  $i_{D22}$  abgeschnitten und somit von der Messschaltung 7 nicht erfasst werden.

**[0029]** 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.

**[0030]** 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 Brückengleich-

richter, 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.

**[0031]** 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 verhindert. 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.

**[0032]** 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.

**[0033]** 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.

**[0034]** 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-Zweige-Gleichrichter mit zwei Schaltern verwendet werden.

**[0035]** 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, wobei  
die Messschaltung (7) einen Transformator (25..27) und einen ersten Brückengleichrichter (28) mit vier steuerbaren Schaltern (30..33) aufweist,  
zumindest eine Primärwicklung (25, 26) des Transformators (25..27) den von der Sekundärwicklung (14) des Übertragers (13, 14) abgegebenen Strom erfasst,  
der erste Brückengleichrichter (28) den von der Sekundärwicklung (27) des Transformators (25..27) abgegebenen Strom gleichrichtet, und die Steuereinrichtung (8) dazu eingerichtet ist, den Resonanzwandler (6) auf der Grundlage des gleichgerichteten Stroms, welcher den von dem Resonanzwandler (6) an das Leuchtmittel (4) abgegebenen Strom anzeigt, zu steuern,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die vier steuerbaren Schalter (30..33) auf der Grundlage von einem zwischen den zwei Schaltern (18, 19) der Halbbrückenschaltung erfassten Signal angesteuert werden.

2. Betriebsgerät (1) nach Anspruch 1, aufweisend

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

3. Betriebsgerät (1) nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Messschaltung (7) einen Komparator (29, R1..R3) aufweist, der dazu ausgebildet ist, das er-

fasste Signal mit einer vorgegebenen Spannung zu vergleichen und ein Einschaltsignal an die Schalter eines Zweigs des ersten Brückengleichrichters auszugeben, wenn das erfasste Signal oberhalb der vorgegebenen Spannung liegt, und ein Einschaltsignal an die Schalter des anderen Zweigs des ersten Brückengleichrichters auszugeben, wenn das erfasste Signal unterhalb der vorgegebenen Spannung liegt.

4. Betriebsgerät (1) nach Anspruch 3, wobei die Schalter des einen Zweigs des ersten Brückengleichrichters PNP-Transistoren sind und die Schalter des anderen Zweigs des ersten Brückengleichrichters NPN-Transistoren.
5. Betriebsgerät (1) nach einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei der Resonanzwandler (6) ein LLC-Resonanzwandler ist.
6. Verfahren zum Steuern eines Resonanzwandlers (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, wobei die Erfassung mittels einem Transformator (25..27) und einen ersten Brückengleichrichter (28) mit vier steuerbaren Schaltern (30..33) erfolgt und folgenden Schritt aufweist:

- Erfassen des von der Sekundärwicklung (14) des Übertragers (13, 14) abgegebenen Stroms mittels zumindest einer Primärwicklung des Transformators (25..27), und
- Gleichrichten des von der Sekundärwicklung (27) des Transformators (25..27) abgegebenen Stroms mittels dem Brückengleichrichter (28), und

das Steuern des Resonanzwandlers (6) auf der Grundlage des gleichgerichteten Stroms, welchen von dem Resonanzwandler (6) an das Leuchtmittel (4) abgegebenen Strom anzeigt, erfolgt,

**dadurch gekennzeichnet, dass**

die vier steuerbaren Schalter (30..33) auf der Grundlage von einem zwischen den zwei Schal-

tern (18, 19) der Halbbrückenschaltung erfassten Signal angesteuert werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei ein weiterer Brückengleichrichter (20..23) mit der Sekundärwicklung des Übertragers (13, 14) verbunden ist und der durch den weiteren Brückengleichrichter fließende positive Strom mittels einer ersten Primärwicklung (25) des Transformators (25..27) erfasst wird und der durch den weiteren Brückengleichrichter (20..23) fließende negative Strom mittels einer zweiten Primärwicklung (26) des Transformators (25..27) erfasst wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei das erfasste Signal mit einer vorgegebenen Spannung verglichen wird und ein Einschaltsignal an die Schalter eines Zweigs des ersten Brückengleichrichters ausgegeben wird, wenn das erfasste Signal oberhalb der vorgegebenen Spannung liegt, bzw. ein Einschaltsignal an die Schalter des anderen Zweigs des ersten Brückengleichrichters ausgegeben wird, wenn das erfasste Signal unterhalb der vorgegebenen Spannung liegt.

## Claims

1. Operating device (1) for operating lighting means (4), the device comprising:
  - a resonant converter (6) for providing a voltage for operating the lighting means (4), the converter having a half-bridge circuit, a resonant circuit (13, 16, 17) which is coupled to the half-bridge circuit, and a transformer (13, 14) which is coupled to the resonant circuit (13, 16, 17),
  - a measuring circuit (7) for detecting the current delivered by the resonant converter (6) to the lighting means (4), and
  - a control apparatus (8) for controlling the resonant converter (6) on the basis of the detected current,
  - the measuring circuit (7) comprising a transformer (25..27) and a first bridge rectifier (28) having four controllable switches (30..33),
  - at least one primary winding (25, 26) of the transformer (25..27) detecting the current delivered by the secondary winding (14) of the transformer (13, 14),
  - the first bridge rectifier (28) rectifying the current delivered by the secondary winding (27) of the transformer (25..27), and
  - the control apparatus (8) being designed to control the resonant converter (6) on the basis of the rectified current which indicates the current delivered by the resonant converter (6) to the lighting means (4), **characterized in that**

the four controllable switches (30..33) are actuated on the basis of a signal detected between the two switches (18, 19) of the half-bridge circuit.

2. Operating device (1) according to claim 1, comprising

a further bridge rectifier (20..23) which is connected to the secondary winding (13) of the transformer (13, 14), wherein the transformer (25..27) is connected to the further bridge rectifier (20..23) and has a first primary winding (25) of the transformer (25..27) for detecting the positive current flowing into the further bridge rectifier (20..23) and a second primary winding (26) of the transformer (25..27) for detecting the negative current flowing into the further bridge rectifier (20..23).

3. Operating device (1) according to either claim 1 or 2, wherein

the measuring circuit (7) comprises a comparator (29, R1..R3) which is designed to compare the detected signal with a predetermined voltage and to deliver a switch-on signal to the switches of one branch of the first bridge rectifier if the detected signal is above the predetermined voltage, and to deliver a switch-on signal to the switches of the other branch of the first bridge rectifier if the detected signal is below the predetermined voltage.

4. Operating device (1) according to claim 3, wherein the switches of one branch of the first bridge rectifier are PNP transistors and the switches of the other branch of the first bridge rectifier are NPN transistors.

5. Operating device (1) according to any of the preceding claims, wherein the resonant converter (6) is an LLC resonant converter.

6. Method for controlling an operating device (1) for operating lighting means (4), the device comprising a resonant converter (6) and a transformer (13, 14), the method comprising the steps of:

actuating the resonant converter (6) to provide a voltage for operating the lighting means (4), the resonant converter (6) comprising a half-bridge circuit, a resonant circuit (13, 16, 17) which is coupled to the half-bridge circuit, and a transformer (13, 14) which is coupled to the resonant circuit (13, 16, 17), detecting the current delivered by the resonant

converter (6) to the lighting means (4), and controlling the resonant converter (6) on the basis of the detected current, detection being carried out by means of a transformer (25..27) and a first bridge rectifier (28) having four controllable switches (30..33) and comprising the following step:

- detecting the current delivered by the secondary winding (14) of the transformer (13, 14) by means of at least one primary winding of the transformer (25..27), and
- rectifying the current delivered by the secondary winding (27) of the transformer (25..27) by means of the bridge rectifier (28), and

control of the resonant converter (6) being carried out on the basis of the rectified current which indicates the current delivered by the resonant converter (6) to the lighting means (4),

#### characterized in that

the four controllable switches (30..33) are actuated on the basis of a signal detected between the two switches (18, 19) of the half-bridge circuit.

7. Method according to claim 6, wherein a further bridge rectifier (20..23) is connected to the secondary winding of the transformer (13, 14) and the positive current flowing through the further bridge rectifier is detected by means of a first primary winding (25) of the transformer (25..27) and the negative current flowing through the further bridge rectifier (20..23) is detected by means of a second primary winding (26) of the transformer (25..27).

8. Method according to either claim 6 or claim 7, wherein the detected signal is compared with a predetermined voltage and a switch-on signal is delivered to the switches of one branch of the first bridge rectifier if the detected signal is above the predetermined voltage, or a switch-on signal is delivered to the switches of the other branch of the first bridge rectifier if the detected signal is below the predetermined voltage.

#### Revendications

1. Appareil de fonctionnement (1) permettant de faire fonctionner des moyens d'éclairage (4), présentant :

un convertisseur à résonance (6) destiné à fournir une tension pour le fonctionnement du moyen d'éclairage (4) comportant un circuit en demi-pont, un circuit de résonance (13, 16, 17)

- couplé au circuit en demi-pont et un transformateur à primaire simple (13, 14) couplé au circuit de résonance (13, 16, 17),  
 un circuit de mesure (7) destiné à détecter le courant envoyé par le convertisseur à résonance (6) au moyen d'éclairage (4), et  
 un dispositif de commande (8) destiné à commander le convertisseur à résonance (6) sur la base du courant détecté, dans lequel le circuit de mesure (7) présente un transformateur à primaires multiples (25..27) et un premier redresseur en pont (28) comportant quatre commutateurs commandables (30..33),  
 au moins un enroulement primaire (25, 26) du transformateur à primaires multiples (25..27) détecte le courant envoyé par l'enroulement secondaire (14) du transformateur à primaire simple (13, 14),  
 le premier redresseur en pont (28) redresse le courant envoyé par l'enroulement secondaire (27) du transformateur à primaires multiples (25..27), et  
 le dispositif de commande (8) est configuré pour commander le convertisseur à résonance (6) sur la base du courant redressé qui indique le courant envoyé par le convertisseur à résonance (6) au moyen d'éclairage (4), **caractérisé en ce que**  
 les quatre commutateurs commandables (30..33) sont commandés sur la base d'un signal détecté entre les deux commutateurs (18, 19) du circuit en demi-pont.
2. Appareil de fonctionnement (1) selon la revendication 1, présentant
- un autre redresseur en pont (20..23) connecté à l'enroulement secondaire (13) du transformateur à primaire simple (13, 14), dans lequel le transformateur à primaires multiples (25..27) est connecté à l'autre redresseur en pont (20..23) et présente un premier enroulement primaire (25) du transformateur à primaires multiples (25..27) permettant de détecter le courant positif circulant dans l'autre redresseur en pont (20..23), et un second enroulement primaire (26) du transformateur à primaires multiples (25..27) permettant de détecter le courant négatif circulant dans l'autre redresseur en pont (20..23).
3. Appareil de fonctionnement (1) selon la revendication 1 ou 2, dans lequel le circuit de mesure (7) présente un comparateur (29, R1..R3) qui est configuré pour comparer le signal détecté avec une tension prédéterminée et pour délivrer un signal d'activation aux commutateurs d'une branche du premier redresseur en pont lorsque le signal détecté est supérieur à la tension prédéterminée, et délivrer un signal d'activation aux commutateurs de l'autre branche du premier redresseur en pont lorsque le signal détecté est inférieur à la tension prédéterminée.
4. Appareil de fonctionnement (1) selon la revendication 3, dans lequel les commutateurs d'une branche du premier redresseur en pont sont des transistors PNP et les commutateurs de l'autre branche du premier redresseur en pont sont des transistors NPN.
5. Appareil de fonctionnement (1) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le convertisseur à résonance (6) est un convertisseur à résonance LLC.
6. Procédé permettant la commande d'un appareil de fonctionnement (1) présentant un convertisseur à résonance (6) et un transformateur à primaire simple (13, 14), lequel appareil de fonctionnement est destiné à faire fonctionner des moyens d'éclairage (4), comportant les étapes consistant à :
- commander le convertisseur à résonance (6) pour fournir une tension pour le fonctionnement du moyen d'éclairage (4), dans lequel le convertisseur à résonance (6) présente un circuit en demi-pont, un circuit de résonance (13, 16, 17) couplé au circuit en demi-pont et un transformateur à primaire simple (13, 14) couplé au circuit de résonance (13, 16, 17),  
 détecter le courant envoyé par le convertisseur à résonance (6) au moyen d'éclairage (4), et  
 commander le convertisseur à résonance (6) sur la base du courant détecté, dans lequel la détection est effectuée à l'aide d'un transformateur à primaires multiples (25..27) et d'un premier redresseur en pont (28) comportant quatre commutateurs commandables (30..33), et présente l'étape suivante :
- détection du courant envoyé par l'enroulement secondaire (14) du transformateur à primaire simple (13, 14) à l'aide d'au moins un enroulement primaire du transformateur à primaires multiples (25..27), et
  - redressement du courant envoyé par l'enroulement secondaire (27) du transformateur à primaires multiples (25..27) à l'aide du redresseur en pont (28), et
- la commande du convertisseur à résonance (6) est effectuée sur la base du courant redressé qui indique le courant envoyé par le convertisseur à résonance (6) au moyen d'éclairage (4), **caractérisé en ce que**



les quatre commutateurs commandables (30..33) sont commandés sur la base d'un signal détecté entre les deux commutateurs (18, 19) du circuit en demi-pont.

5

7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel un autre redresseur en pont (20..23) est connecté à l'enroulement secondaire du transformateur à primaire simple (13, 14) et le courant positif circulant à travers l'autre redresseur en pont est détecté à l'aide d'un premier enroulement primaire (25) du transformateur à primaires multiples (25..27), et le courant négatif circulant à travers l'autre redresseur en pont (20..23) est détecté à l'aide d'un second enroulement primaire (26) du transformateur à primaires multiples (25..27). 10 15
8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, dans lequel le signal détecté est comparé avec une tension prédéterminée et un signal d'activation est délivré aux commutateurs d'une branche du premier redresseur en pont lorsque le signal détecté est supérieur à la tension prédéterminée, ou un signal d'activation est délivré aux commutateurs de l'autre branche du premier redresseur en pont lorsque le signal détecté est inférieur à la tension prédéterminée. 20 25

30

35

40

45

50

55

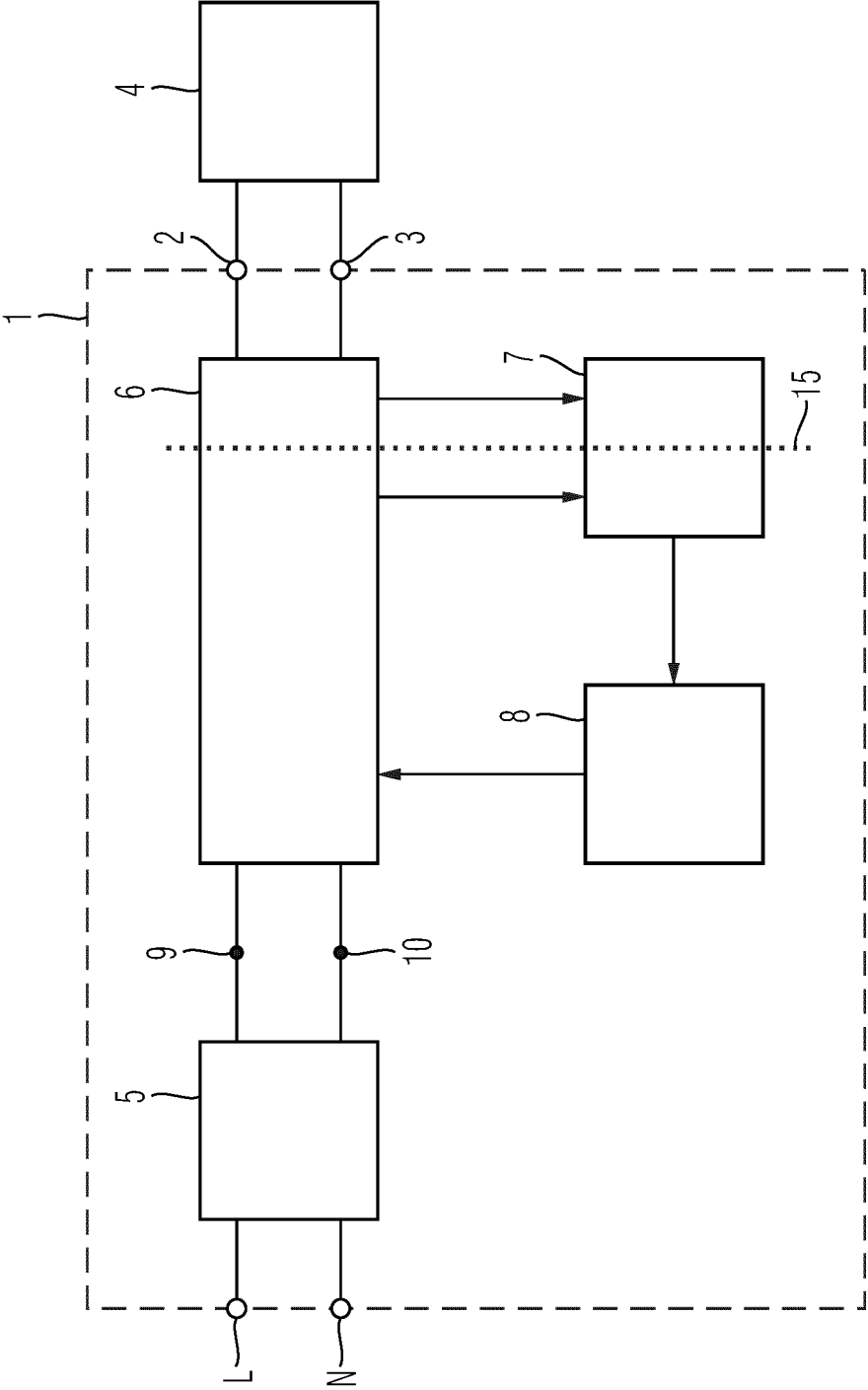


Fig. 1

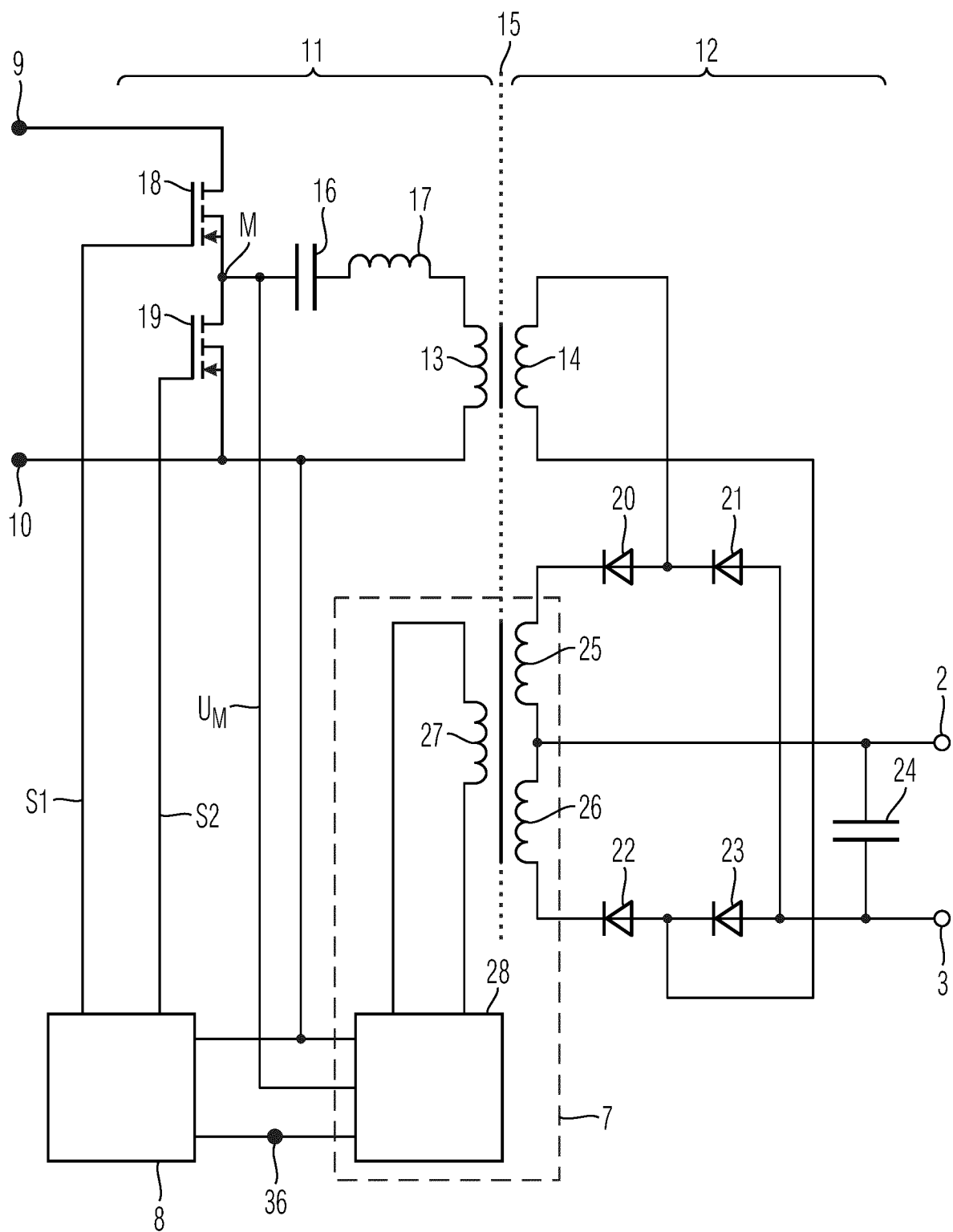


Fig. 2

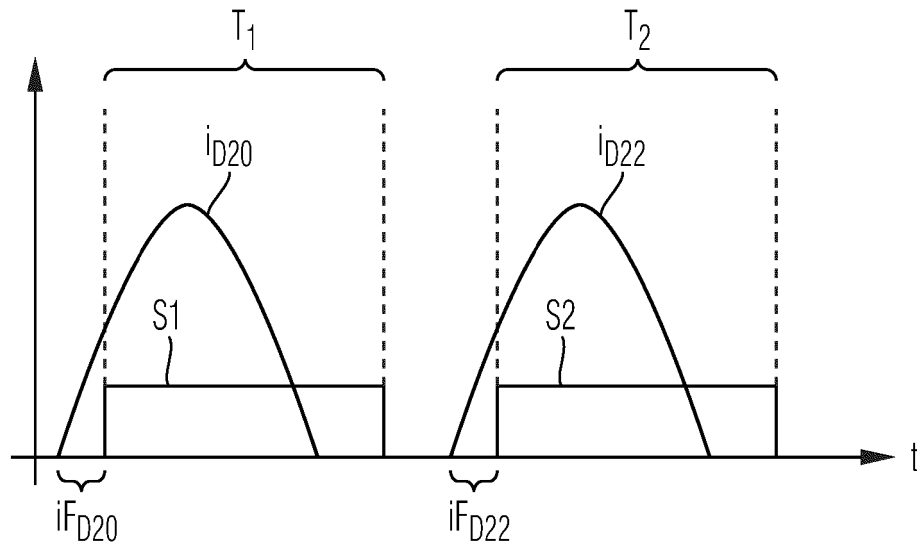


Fig. 3

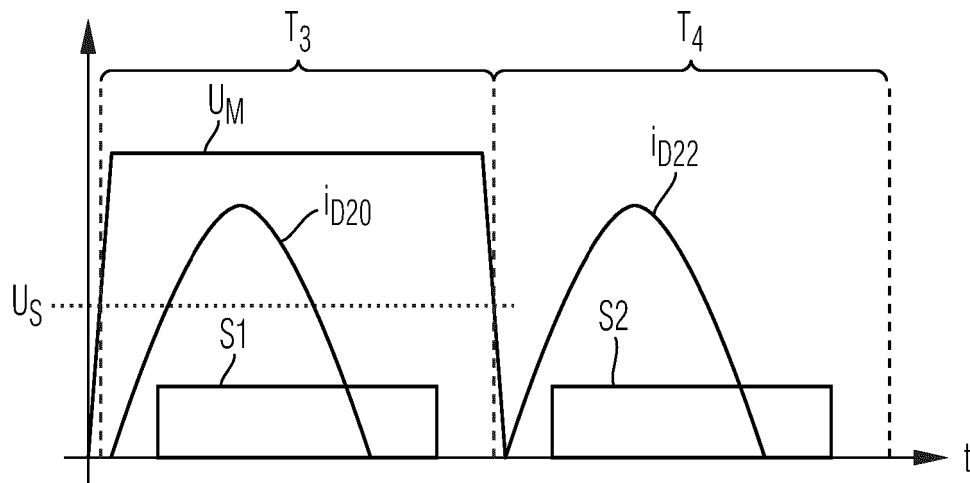


Fig. 4

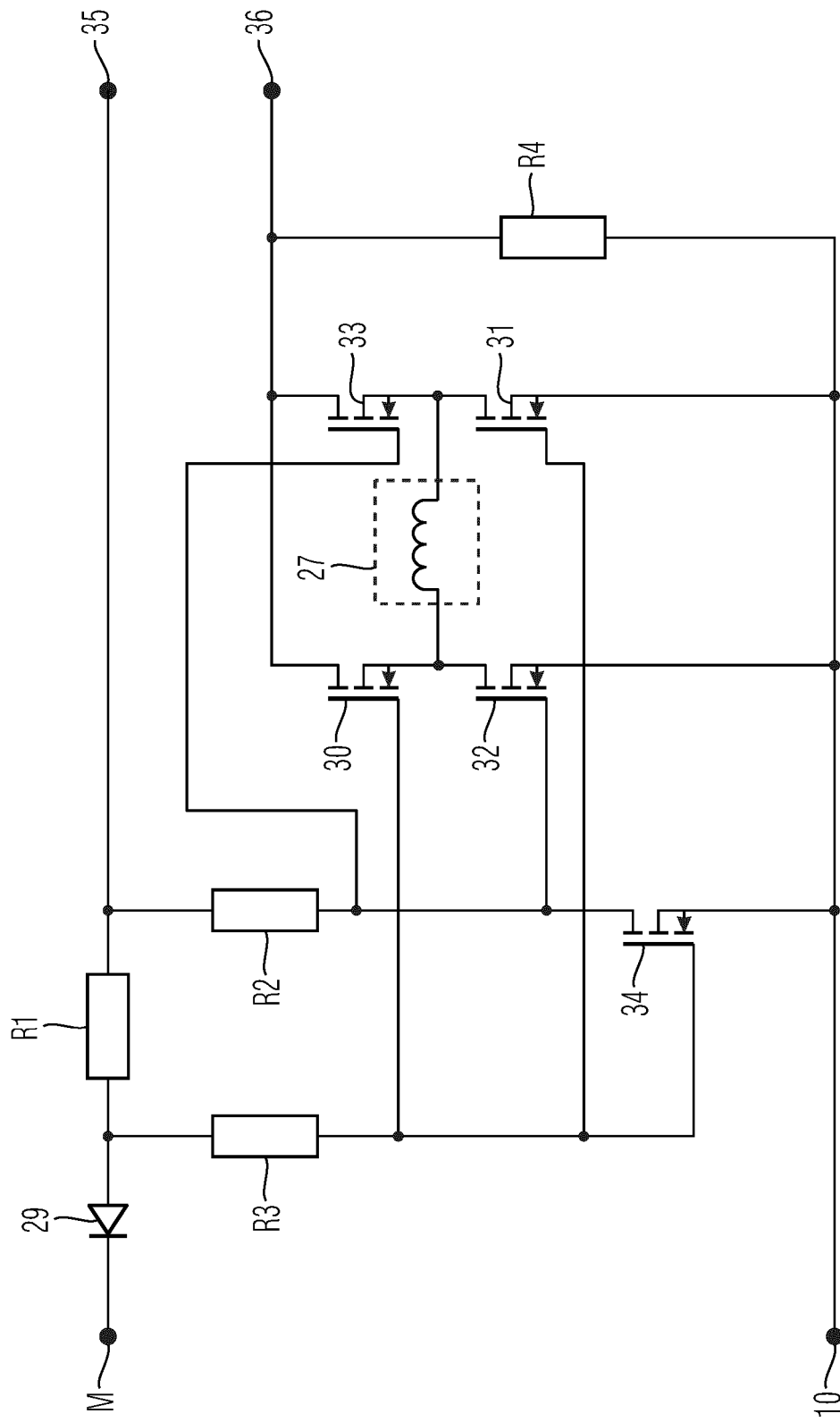


Fig. 5

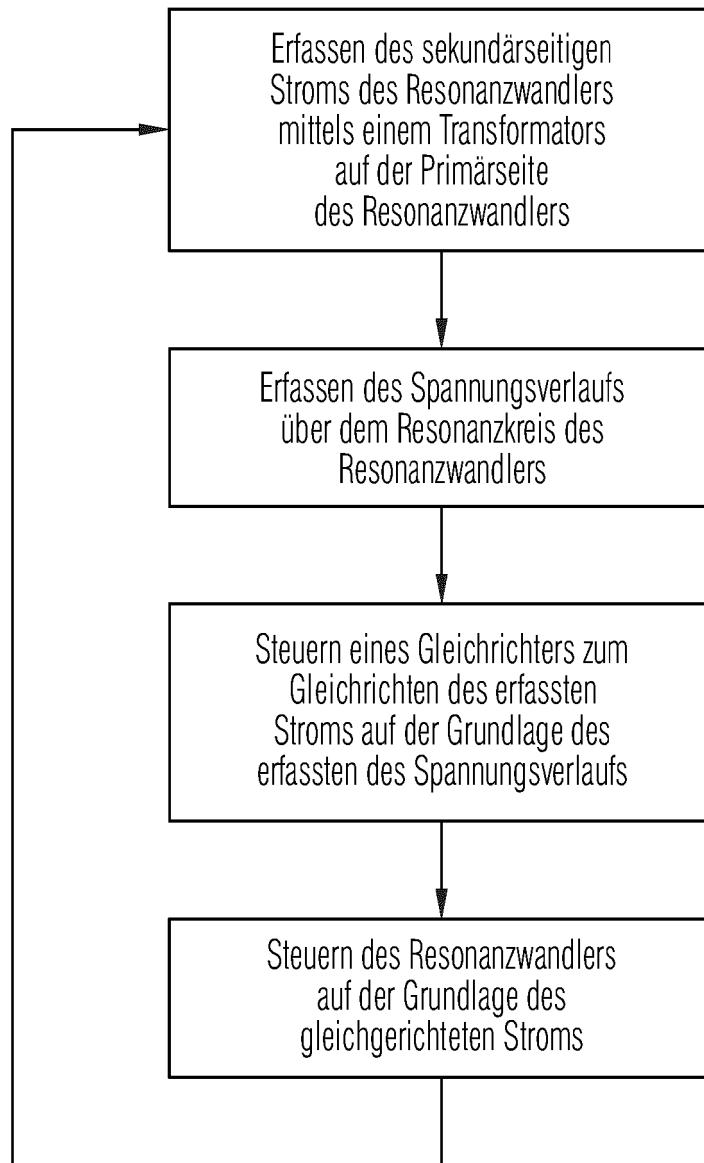


Fig. 6

**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]
- DE 102014214746 A1 [0004]
- DE 102013224749 A1 [0005]