

(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  
02. November 2017 (02.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2017/186968 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:  
H05B 33/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/060375

(22) Internationales Anmeldedatum:  
02. Mai 2017 (02.05.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
GM96-2016 29. April 2016 (29.04.2016) AT

(71) Anmelder: TRIDONIC GMBH & CO KG [AT/AT]; Färbergasse 15, 6851 Dornbirn (AT).

(72) Erfinder: KUCERA, Clemens; In der Halde 33c, 6700 Bludenz (AT). LOCHMANN, Frank; Kapellenweg 1/1, 88147 Essersweiler (DE).

(74) Anwalt: BARTH, Alexander et al.; Zumtobel Group IP Management, Höchsterstrasse 8 (H8), 6850 Dornbirn (AT).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING AN LED MODULE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR REGELUNG EINES LED-MODULS

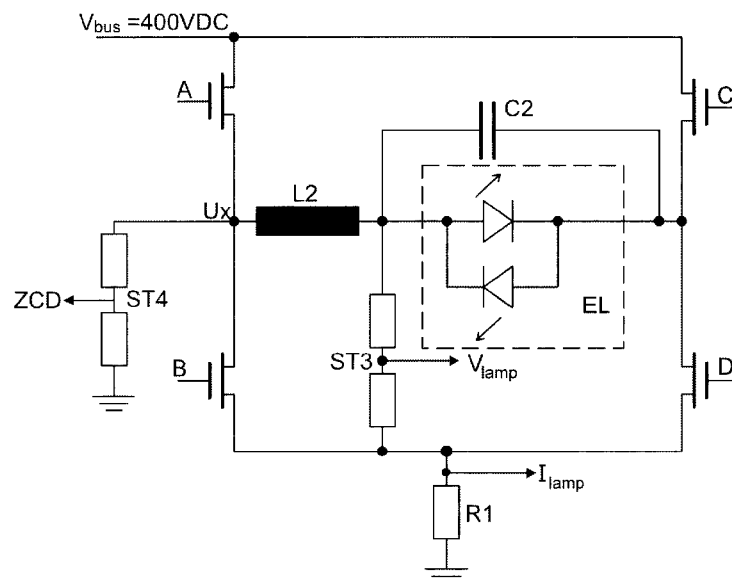


Fig. 9

(57) Abstract: The invention relates to a method for controlling an LED module by means of a half-bridge circuit with two switches or a full-bridge circuit with four switches, wherein the LED module (EL) is connected in the bridge branch and a diagonal bridge section is activated, wherein a switch (S1, S2) is actively clocked, wherein the LED module has two antiparallel strands, wherein the two antiparallel strands differ in each strand, in particular by a different colour temperature or wavelength of the corresponding LED.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Regelung eines LED-Moduls mittels einer Halbbrückenschaltung mit zwei Schaltern oder einer Vollbrückenschaltung mit vier Schaltern, wobei das LED-Modul (EL) in dem Brückenweig verschaltet wird und eine Brückendiagonale aktiviert wird, bei der ein Schalter (S1, S2) aktiv getaktet wird, wobei das LED-Modul zwei antiparallele Stränge aufweist,



WO 2017/186968 A1

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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)

5                    **Verfahren zur Regelung eines LED-Moduls**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine  
Schaltungsanordnung zum Betreiben von Leuchtmitteln,  
insbesondere einer Last wie beispielsweise Leuchtdioden  
10 (LED), sowie eine Leuchte. Das Leuchtmittel wie  
beispielsweise eine Leuchtdiode wird auch als Lampe  
bezeichnet.

Zum Betreiben von LED-Leuchten werden üblicherweise  
15 leistungsfaktorkorrigierte Netzteile eingesetzt. Da eine  
LED-Strecke, insbesondere eine dimmbare LED-Strecke, keine  
konstante Last darstellt, werden diese Netzteile  
üblicherweise geregelt. Hierzu wird häufig eine  
Überwachung der Ausgangsspannung oder des Ausgangsstromes  
20 des Netzteils durchgeführt. Diese Ausgangsspannung oder  
der Ausgangsstrom wird als Regelgröße genutzt.

Insbesondere bei einem Betrieb von Leuchtdioden ergibt  
sich die Möglichkeit, Leuchtdioden verschiedener Farbe  
25 anzusteuern und durch eine unabhängige Ansteuerung der  
einzelnen Farben eine Farbmischung zu erzielen. Für eine  
derartige unabhängige Ansteuerung der einzelnen Farben  
werden heutzutage separate Schaltungsanordnungen zum  
Speisen der einzelnen Farben eingesetzt.

30  
Der gegenwärtigen Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde,  
ein Verfahren und eine Schaltungsanordnung zu schaffen,  
welche einen sicheren und störungsfreien Betrieb eines  
LED-Moduls mit veränderlicher Farbe sicherstellen.

35

Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Beleuchtungssystem.

- 5 Die Aufgabe der Erfindung ist auch, die Stromregelung oder die Leistungsregelung eines LED-Moduls genauer zu gewährleisten.

Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche. Die abhängigen Ansprüche bilden den zentralen Gedanken der Erfindung in besonders vorteilhafter Weise weiter.

Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zur  
15 Regelung, insbesondere zur Stromregelung und Einstellung der Farbe eines LED-Moduls mittels einer Halbbrückenschaltung mit zwei Schaltern und zwei Kapazitäten oder einer Vollbrückenschaltung mit zwei aktiven Halbbrücken und somit vier Schaltern.

20

Bei einer Halbbrückenschaltung wird diese durch eine aktive Halbbrücke mit zwei getakteten Schaltern und eine passive Halbbrücke mit zwei Kapazitäten gebildet. Da nur eine aktive Halbbrücke vorhanden ist, wird bei dieser  
25 Schaltung im Allgemeinen von einer Halbbrückenschaltung gesprochen.

Das LED-Modul ist dabei in dem Brückenweig verschaltet. Das LED-Modul weist zwei antiparallele Stränge auf.

30

Es wird eine Brückendiagonale der Halbbrückenschaltung oder Vollbrückenschaltung aktiviert, bei der ein Schalter aktiv getaktet wird und die in der Diagonale liegende Kapazität bzw. bei einer Vollbrückenschaltung ein  
35 geschlossener (niederfrequent getakteter) Schalter den

Stromfluß übernimmt. Als Rückführgröße für die Regelung wird ein für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert verwendet, der mit einem Referenzwert als Sollwert verglichen wird.

5

Abhängig davon, welche Brückendiagonale aktiviert ist, fließt ein Strom durch den ersten Strang des LED-Moduls oder alternativ durch den zweiten Strang des LED-Moduls.

Durch entsprechende Einstellung des zeitlichen Verhältnisses, wann eine Brückendiagonale aktiviert ist und somit ein Strom durch einen Strang durch eines der beiden LED-Stränge fließt, läßt sich die durch das LED-Modul emittierte Farbe einstellen.

10

Die Erfindung betrifft auch ein farbabstimmbares Modul und insbesondere ein LED-Modul, das eine Farb- und/oder Farbtemperaturabstimmung zuläßt.

15

Farb- oder Farbtemperaturabstimmung bedeutet, dass das LED-Modul eine Anzahl von Leuchtmitteln und insbesondere wenigstens zwei LED-Stränge aufweist, wobei jede wenigstens eine LED mit unterschiedlicher Farbe oder Farbtemperatur aufweist und insbesondere Licht mit verschiedenen Spektren, vorzugsweise weiße Spektren mit verschiedenen Farbtemperaturen, emittiert, und ermöglicht, dass die Farbe und/oder Farbtemperatur des von dem Modul emittierten Lichts auf eine Mischfarbe oder Farbtemperatur eingestellt werden/wird.

20  
25

Außerdem ermöglicht die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung mit dem LED-Modul ein Dimmen, d.h. eine Verringerung der Helligkeit des emittierten Lichts, zulassen, worauf typischerweise als Prozentsätze Bezug genommen wird, zum Beispiel bedeutet ein Dimmen von 50% eine Verringerung der emittierten Helligkeit auf 50% und

30  
35

ein Dimmen von 95% bezieht sich darauf, dass die Helligkeit auf 5% der maximalen Helligkeit verringert wird. Ein Dimmen kann vorzugsweise durch Einfügen einer Wartezeit vor dem Wiedereinschalten des aktiv getakteten Schalters kann die durch das LED-Modul emittierte Helligkeit eingestellt werden und / oder auch durch Anpassung des Abschaltzeitpunkt des aktiv getakteten Schalters (im Beispiel der Figur 2 Schalter S1) adaptiv eingestellt werden. Letzteres kann bspw. dadurch erzielt werden, indem die Abschaltschwelle für den Lampenstrom angepaßt wird.

Die Erfindung stellt folglich ein farbabstimmbares Modul gemäß den unabhängigen Ansprüchen bereit. Weitere Aspekte der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

In einem Aspekt der Erfindung wird ein farbabstimmbares LED-Modul bereitgestellt, das aufweist: eine LED-Anordnung, die wenigstens zwei LED-Stränge aufweist, von denen jede wenigstens eine vorzugsweise weiße LED aufweist, wobei die LED-Stränge in einer antiparallelen Weise verbunden sind und die LED-Stränge unterschiedliche Spektren, vorzugsweise weiße Spektren mit unterschiedlicher Farbtemperatur, emittieren, und einen Schaltungsanordnung, die die LED-Anordnung antreibt und konfiguriert ist, um eine Gleichspannung bzw. einen Gleichstrom auszugeben, die durch entsprechendes Aktivieren jeweils einer Brückendiagonale zwischen zwei Polaritäten umgeschaltet wird, wobei die relative Aktivierung der Brückendiagonalen und somit die relative Einschaltdauer der Polaritäten, d.h. das Verhältnis der ersten Zeitspanne einer ersten Polarität im Vergleich zu der zweiten Zeitspanne einer zweiten Polarität, einstellbar ist. Zum Einstellen der Helligkeit, beispielsweise abhängig von einem Dimmsignal, kann

zusätzlich eine dritte Zeitspanne eingefügt werden, in der keine Brückendiagonale aktiviert ist. Die dritte Zeitspanne kann beispielsweise durch Einfügen einer Wartezeit vor dem Wiedereinschalten des aktiv getakteten Schalters erreicht werden.

Die Steuereinheit kann ein Farbabstimmssignal und/oder ein Farbtemperaturabstimmssignal und/oder ein Dimmsignal aus der erfassten Modulation bestimmen.

Die Steuereinheit kann wenigstens ein Steuersignal an das Betriebsgerät ausgeben. Sie kann die Aktivierung der Brückendiagonalen und somit die relative Einschaltdauer der wenigstens einen Polarität basierend auf dem bestimmten Abstimm-/Dimmsignal variieren.

Das Betriebsgerät kann die Aktivierung der Brückendiagonalen und somit die Polaritäten und ihre relative Einschaltdauer basierend auf dem wenigstens einen Steuersignal ändern.

Durch Einfügen einer Wartezeit vor dem Wiedereinschalten des aktiv getakteten Schalters kann die durch das LED-Modul emittierte Helligkeit eingestellt werden.

Das LED-Modul kann nur durch zwei Drähte mit der Treiberschaltung verbunden sein.

Das Betriebsgerät kann die relative Einschaltdauer der Polaritäten basierend auf dem Abstimmssignal festlegen.

Das Betriebsgerät kann wenigstens die erste LED-Kette versorgen, wenn das Betriebsgerät eine Brückendiagonale aktiviert und somit auf eine Polarität schaltet. Das Betriebsgerät kann wenigstens die zweite LED-Kette

versorgen, wenn das Betriebsgerät die entgegengesetzte Brückendiagonale aktiviert und somit auf die entgegengesetzte Polarität schaltet.

Das Betriebsgerät kann das Dimmen der LED-Stränge durch  
5 Ändern des Tastverhältnis des aktuellen Einschaltvorgangs des aktiv getakteten Schalters durchführen. Das Tastverhältnis des aktuellen Einschaltvorgangs des aktiv getakteten Schalters kann gemäß einem Dimmsignal verringert werden.

10

Das Modul kann ein flexibles Band, ein Streifen, eine Kette oder eine punktförmige Einrichtung sein.

Die Halbbrückenschaltung bietet den Vorteil, dass  
15 gegenüber der Vollbrückenschaltung auf zwei aktiv getaktete Schalter verzichtet werden kann und auch die erforderliche Ansteuerung einschließlich der hochseitigen Ansteuerung für den oberen der beiden Schalter entfallen kann.

20

Abhängig von einer Differenz zwischen dem Istwert und dem Sollwert kann das Tastverhältnis des aktuellen Einschaltvorgangs des aktiv getakteten Schalters und/oder eines folgenden Einschaltvorgangs eingestellt werden.

25

Dabei kann das Tastverhältnis des aktiv getakteten Schalters nur bei jedem n-ten Einschaltvorgang verändert werden, wobei n grösser oder gleich 2 ist.

30 Das Tastverhältnis des aktiv getakteten Schalters kann bspw. über den Zeitpunkt des Ausschaltens des aktiv getakteten Schalters als Steuergrösse verändert werden.

Das Tastverhältnis kann durch adaptive Vorgabe eines  
35 Ausschaltpegels einer gemessenen für den Lampenstrom

repräsentativen Grössen eingestellt werden, wobei bei Erreichen des Ausschaltpegels der aktiv getaktete Schalter ausgeschaltet wird.

5 Als Steuergrösse der Strom- oder Leistungsregelung kann alternativ oder zusätzlich zu der Taktung des aktiv getakteten Schalters der Pegel der die Halbbrückenschaltung oder Vollbrückenschaltung versorgenden DC-Busspannung verwendet werden.

10

Die Busspannung kann mittels einer aktiven PFC-Schaltung erzeugt werden, wobei der Pegel der erzeugten Busspannung durch Veränderung der Taktung eines Schalters der PFC-Schaltung ausgeführt wird.

15

Als für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert kann ein Abtastwert des Lampenstroms werden, vorzugsweise gemessen bei der Hälfte der Einschaltzeitdauer des aktiv getakteten Schalters.

20

Der für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentative Istwert kann durch eine kontinuierliche Messung des Lampenstroms (oder einer dafür repräsentativen Grösse) ermittelt werden.

25

Der kontinuierlich gemessene Lampenstrom kann mit einem Referenzwert verglichen werden und der für den Mittelwert repräsentative Istwert kann das Tastverhältnis des Vergleichswerts über die Einschaltzeitdauer des aktiv geschalteten Schalters sein.

30

Das Tastverhältnis kann anhand eines bidirektionalen digitalen Zählers ermittelt werden.

35 Der Referenzwert kann von einem vorgegebenen Dimmwert

und/oder der gemessenen Lampenspannung abhängen.

Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Integrierte Schaltung, insbesondere ASIC, die zur Durchführung eines  
5 Verfahrens wie oben ausgeführt ausgelegt ist.

Erfindungsgemäss ist auch vorgesehen eine Strom- oder Leistungsregelung eines LED-Moduls, die eine Halbbrückenschaltung mit zwei Schaltern oder eine  
10 Vollbrückenschaltung aufweist, wobei Das LED-Modul in dem Brückenzweig verschaltbar ist. Eine Steuereinheit aktiviert eine Brückendiagonale, indem sie den Schalter der Brückendiagonale aktiv und die in der Diagonale liegende Kapazität den Stromfluß übernimmt, wodurch das  
15 LED-Modul mit einer hochfrequenten Spannung versorgt ist. Der Steuereinheit wird ein für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert zurückgeführt, der mit einem Referenzwert verglichen wird.

20 Die Steuereinheit kann abhängig von einer Differenz zwischen dem Istwert und dem Sollwert das Tastverhältnis des aktuellen Einschaltvorgangs des aktiv getakteten Schalters und/oder eines folgenden Einschaltvorgangs einstellen.

25 Die Steuereinheit kann das Tastverhältnis des aktiv getakteten Schalters nur bei jedem n-ten Einschaltvorgang verändern, wobei n grösser oder gleich 2 ist.

30 Die Steuereinheit kann das Tastverhältnis des aktiv getakteten Schalters über den Zeitpunkt des Ausschaltens des aktiv getakteten Schalters als Steuergrösse verändern.

Die Steuereinheit kann das Tastverhältnis durch adaptive  
35 Vorgabe eines Ausschaltpegels einer gemessenen für den

Lampenstrom repräsentativen Grössen einstellen, wobei die Steuereinheit bei Erreichen des Ausschaltpegels der aktiv getaktete Schalter ausschaltet.

- 5 Die Steuereinheit kann neben der Regelung des Betriebs des LED-Moduls auch eine Zwischenkreisschaltung ansteuern und von der Zwischenkreisschaltung Rückführsignale erhalten, wobei die Zwischenkreisspannung die die Halbbrückenschaltung oder Vollbrückenschaltung versorgende  
10 DC-Busspannung erzeugt.

Die Steuereinheit kann als Steuergrösse der Strom- oder Leistungsregelung alternativ oder zusätzlich zu der Taktung des aktiv getakteten Schalters den Pegel der die  
15 Halbbrückenschaltung oder Vollbrückenschaltung versorgenden DC-Busspannung verwenden.

Zur Erzeugung der Busspannung kann eine aktive PFC-Schaltung vorgesehen sein, wobei die Steuereinheit den  
20 Pegel der erzeugten Busspannung durch Veränderung der Taktung eines Schalters der PFC-Schaltung ausführt.

Der Steuereinheit kann als ein für den Mittelwert des Lampenstroms repräsentativer gemessener Istwert ein  
25 Abtastwert des Lampenstroms, vorzugsweise gemessen bei der Hälfte der Einschaltzeitdauer des aktiv getakteten Schalters, zurückgeführt sein.

Die Steuereinheit kann zur Ermittlung des für den  
30 Mittelwert des Lampenstroms repräsentativen Istwerts kontinuierlich den Lampenstrom (oder eine dafür repräsentative Grösse) messen.

Die Steuerschaltung kann einen Komparator aufweisen, der  
35 den kontinuierlich gemessenen Lampenstrom mit einem

Referenzwert vergleicht und die Steuerschaltung als für den Mittelwert repräsentativen Istwert das Tastverhältnis des Ausgangssignals des Komparators verwendet.

5 Das Ausgangssignal des Komparators kann einem bidirektionalen digitalen Zähler der Steuerschaltung zugeführt sein.

Die Steuerschaltung kann den Referenzwert abhängig von  
10 einem extern oder intern vorgegebenen Dimmwert und/oder der gemessenen und der Steuerschaltung zugeführten Lampenspannung einstellen.

Somit ermöglicht die Erfindung, dass eine vereinfachte  
15 Ansteuerung für ein farbabstimmbares LED-Modul bereitgestellt wird, das aufweist: eine LED-Anordnung, die wenigstens zwei LED-Stränge aufweist, von denen jede wenigstens eine vorzugsweise weiße LED aufweist, wobei die LED-Stränge in einer antiparallelen Weise verbunden sind  
20 und die LED-Stränge unterschiedliche Spektren, vorzugsweise weiße Spektren mit unterschiedlicher Farbtemperatur, emittieren, und einen Schaltungsanordnung, die die LED-Anordnung antreibt und konfiguriert ist, um eine Gleichspannung bzw. einen Gleichstrom auszugeben, die  
25 durch entsprechendes Aktivieren jeweils einer Brückendiagonale zwischen zwei Polaritäten umgeschaltet wird, wobei die relative Aktivierung der Brückendiagonalen und somit die relative Einschaltdauer der Polaritäten, d.h. das Verhältnis der Zeitspanne einer ersten Polarität  
30 im Vergleich zu der Zeitspanne einer zweiten Polarität, einstellbar ist. Die Helligkeit des jeweiligen LED-Stranges kann innerhalb einer Aktivierungsperiode jeweils einer Brückendiagonale durch Einstellung des Tastverhältnisses des aktiv getakteten Schalters  
35 eingestellt und angepaßt werden.

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher beschrieben.

5

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Betriebsgerät für in einer Halbbrücke verschaltete LED-Module,

Figur 2 zeigt im Detail eine Halbbrückenschaltung zum Betrieb einer Lampe sowie die daran abgreifbaren Messsignale,

10

Figur 3 zeigt den Verlauf von Ansteuersignalen von einem Schalter der Halbbrücke sowie der Mittenpunktspannung  $U_{L3}$  und des Lampenstroms  $I_{Lamp}$ ,  
Figur 4 zeigt den Aufbau einer Regelung des Lampenstroms,

15

Figur 5 zeigt den zeitlichen Verlauf von Signalen der Regelung von Figur 4,

20

Fig. 6 zeigt eine Schaltung,

Fig. 7a zeigt ein erstes Diagramm, welches zeitabhängige Spannungs- und Stromverläufe in der in Fig. 6 dargestellten Schaltungsanordnung darstellt,

25

Fig. 7b zeigt ein zweites Diagramm, welches den zeitabhängigen Stromverlauf und Schaltzustände in der in Fig. 6 dargestellten Schaltungsanordnung entsprechend einer Weiterbildung darstellt,

30

Fig. 8 zeigt ein erfindungsgemäßes Betriebsgerät für in einer Vollbrücke verschaltete LED-Module, und

35

Figur 9 zeigt im Detail eine Vollbrückenschaltung zum Betrieb einer LED-Moduls sowie daran abgreifbaren Messsignale.

5 Fig. 1 zeigt ein Betriebsgerät zum Betreiben von LED-Modulen.

Die Figuren 1 und 2 beziehen sich auf ein Ausführungsbeispiel mit einer aktiven Halbbrücke, während  
10 die Figuren 6, 8 und 9 ein Ausführungsbeispiel mit zwei als Vollbrücke verschalteten Halbbrücken zeigen. Daher kann der Grossteil der Beschreibung von Figuren 1 und 2 auch auf Figuren 6, 8 und 9 übertragen werden (als auch ein Grossteil der Beschreibung der Figuren 6, 8 und 9 auf  
15 die Figuren 1 und 2 übertragen werden kann). Zusätzlich ist dort im wesentlichen eine Ansteuerung für die zwei weiteren Schalter vorgesehen.

Eingangsseitig weist das Betriebsgerät einen mit  
20 Netzspannung versorgten Gleichrichter GR auf, an den sich eine aktive Leistungsfaktor-Korrekturschaltung PFC (Power Factor Correction) anschliesst, die als Hochsetzsteller fungiert. Die PFC-Schaltung weist eine Induktivität I6 in Serie mit einer Diode D9 auf, wobei die Induktivität I6  
25 bei Einschalten eines Schalter S6 magnetisiert wird, wobei ein Kondensator C6 aufgeladen wird, und bei ausgeschaltetem Schalter S6 sich entmagnetisiert, so dass sich an dem Kondensator C6 eine hochgesetzte Gleichspannung  $U_0$  einstellt, die einen dreieckförmigen  
30 Rippel mit der Frequenz der Taktung des Schalter S6 aufweist. Alternativ kann die Leistungsfaktor-Korrekturschaltung PFC beispielsweise auch durch einen isolierten Sperrwandler (Flyback-Konverter) oder durch einen SEPIC-Konverter gebildet werden.

Ausgangsseitig umfaßt das in Fig. 1 gezeigte Betriebsgerät eine Halbbrückenschaltung mit zwei Schaltern S1 und S2 und zwei Kapazitäten CS3 und CS4 sowie einem LED-Modul EL. Eine Beschreibung der weiteren Elemente wird anhand der  
5 Fig. 2 gegeben.

Der Steuereinheit können Rückführsignale aus dem Bereich der PFC-Zwischenkreisspannung zurückgeführt werden, wie bspw.:

- 10 - die Eingangsspannung über einen Spannungsteiler ST1,
- der Strom durch die Induktivität I6 mittels eines Abgriffs A1 (oder eine Überwachung der Spannung über der Induktivität I6), und
- die Busspannung  $U_0$  über einen Spannungsteiler ST2.

15

Die Steuereinheit kann den Pegel der Ausgangsspannung durch Taktung des Schalters S6 einstellen und mittels der zurückgeführten Busspannung vorzugsweise digital regeln.

20 Der Steuereinheit können Rückführsignale aus dem Bereich des das LED-Modul EL enthaltenden Lastkreises mit der Halbbrückenschaltung zurückgeführt werden:

- die Lampenspannung  $V_{Lamp}$  mittels eines Spannungsteilers ST3,
- 25 - den Lampenstrom  $I_{Lamp}$  mittels des Shunts R1 (nur während des Einschaltens des aktiv getakteten Schalters der jeweils aktivierten Brückendiagonale), und
- der Brückenstrom mittels eines Abgriffs A2  
30 (induktiv oder durch Abgriff an dem Mittenpunkt der Schalter S1 und S2).

Wie in Fig. 1 gezeigt, weist das LED-Modul EL eine antiparallele Anordnung von LED auf. Die gezeigte  
35 Schaltungsanordnung ist insbesondere für den Betrieb von

LED-Modulen mit einer antiparallelen Anordnung von LED geeignet, wobei sich die beiden antiparallelen Stränge insbesondere durch eine unterschiedliche Farbtemperatur oder Wellenlänge der entsprechenden LED in jeweiligen  
5 Strang unterscheiden. Die LED der beiden antiparallelen Stränge können sich auch in ihrer Farbwiedergabe oder ihrer Binning-Klasse unterscheiden. Durch entsprechende Einstellung des zeitlichen Verhältnisses, wann ein Strom durch den ersten Strang des LED-Moduls EL fließt und wann  
10 ein Strom durch den zweiten Strang des LED-Moduls EL fließt, läßt sich die durch das LED-Modul EL emittierte Farbe einstellen.

Figur 2 zeigt im Detail die Halbbrückenschaltung mit den  
15 Rückführsignalen:

- Mittels eines Spannungsteilers , die Mittenpunktspannung  $U_{L3}$ , die für den Brückenstrom repräsentativ ist,
- Mittels eines oder mehrerer Spannungsteiler die Lampenspannung  $V_{lamp}$  anhand der Spannungen  $U_1$  und  $U_2$ , und  
20 - mittels des Shunts  $R_1$ , der Lampenstrom  $I_{lamp}$ .

Die in Figur 2 gezeigte Schaltungsanordnung umfasst eine Brückenschaltung mit einem oberen und einem unteren Diagonalpunkt 1, 2 sowie einem rechten Diagonalpunkt 3.  
25 Der linke Diagonalpunkt kann nicht eindeutig bezeichnet werden.

Die Brückenschaltung weist vier Brückenarme 4, 5, 6, 7 auf. Die Brückenarme 4 und 6 enthalten je ein  
30 Schalterelement in Form eines FET. Die Schalterelemente sind mit S1 und S2 bezeichnet.

An den Diagonalpunkten 1 und 2 der Brückenschaltung liegen die Pole einer Gleichspannungsquelle.

Die Gleichspannungsquelle kann der Schaltungsanordnung über einen Bus zugeführt werden. Es ist aber auch möglich, dass die Gleichspannung in üblicher Weise durch Wechselrichten der Netzspannung erzeugt wird.

5

Von dem Diagonalpunkt 3 geht ein Zweig PZ1 aus. Der Zweig PZ1 enthält in Serienschaltung ein LED-Modul EL mit einer antiparallelen Anordnung von LED, wobei sich die beiden antiparallelen Stränge insbesondere durch eine unterschiedliche Farbtemperatur oder Wellenlänge der  
10 entsprechenden LED in jeweiligen Strang unterscheiden, und eine Induktivität L2.

Weiterhin weist der Zweig PZ1 ein Diodennetzwerk auf, dass  
15 aus vier Dioden D1, D2, D3 und D6 besteht. Die Diode D1 verbindet die Induktivität L2 mit dem einen Anschluss des FET S1, und zwar demjenigen, der nicht mit einem Pol der Gleichspannungsquelle verbunden ist. Der andere Anschluss des FET S1 liegt an dem positiven Pol der  
20 Gleichspannungsquelle. Die Diode D2 verbindet die Induktivität L2 mit einem Anschluss des FET S2, und zwar mit demjenigen, der nicht an einem Pol der Gleichspannungsquelle liegt. Der andere Anschluss des FET S2 liegt an dem Knotenpunkt des Halbbrückenweiges 6 mit  
25 dem Halbbrückenweig 7. Die Diode D3 verbindet den nicht mit dem negativen Pol der Gleichspannungsquelle verbundenen Anschluss des FET S2 mit dem positiven Pol der Gleichspannungsquelle. Die Diode D6 verbindet den nicht an dem positiven Pol der Gleichspannungsquelle liegenden  
30 Anschluss des FET S1 mit dem negativen Pol der Gleichspannungsquelle. Die Dioden D1 und D2 sind auf Durchlass gepolt. Die Dioden D3 und D6 sind in Sperrrichtung gepolt. Vorzugsweise ist parallel zum LED-Modul EL ein Kondensator C2 als Filter- oder  
35 Glättungskondensator parallel geschaltet. Dieser kann im

Betrieb die Lampenspannung glätten und während der Entmagnetisierung der Induktivität L2 die Lampenspannung aufrecht erhalten.

- 5 Zwischen den Knotenpunkt des Halbbrückenweiges 6 mit dem Halbbrückenweig 7 und dem negativen Pol der Gleichspannungsquelle ist ein niederohmiger Shunt R1 zwischengeschaltet, der jedoch nur zur Messung von Strömen dient und auf die Spannungen in der Schaltung keinen  
10 messbaren Einfluß hat.

In Figur 3 werden Signalverläufe bei aktivierter Brückendiagonale A/D (bei der Bezeichnung wie in Figur 2) dargestellt. Dabei ist wie ersichtlich der Schalter S1  
15 aktiv getaktet und zwischen den Zeitpunkten  $T_{31}$  und  $T_{32}$  (Zeitdauer  $t_{ON}$ ) eingeschaltet. Wie ersichtlich kann der linear ansteigende Lampenstrom  $I_{lamp}$  nur während der Zeitdauer  $t_{ON}$  an dem Shunt R1 erfasst werden, während der der Schalter S1 eingeschaltet ist. In der Zeitdauer des  
20 Ausschaltens des Schalters S1, in der die Induktivität L2 den Strom durch die Lampe absinkend bis zum unteren Umkehrpunkt weitertreibt, kann der Lampenstrom mittels des Shunts R1 dagegen nicht erfasst werden.

- 25 Der Einschaltzeitpunkt des hochfrequent getakteten Schalters (hier: Schalter A bzw. S1) kann durch die Überwachung des durch die Induktivität L2 fließende Zweigstroms  $i_{L2}$  festgelegt werden. Beispielsweise kann überwacht werden, ob der durch die Induktivität L2  
30 fließende Zweigstrom  $i_{L2}$  wieder auf Null abgesunken bzw. ob die Induktivität L2 entmagnetisiert ist. Dies kann mittels einer Sekundärwicklung an der Induktivität L2 oder auch mittels einer Überwachung der Mittelpunktspannung zwischen den Schaltern S1 und S2 erfolgen.

Gemäss der Erfindung wird nunmehr der Abschaltzeitpunkt des aktiv getakteten Schalters (im Beispiel der Figur 2 Schalter S1) adaptiv gestaltet, so dass im Ergebnis die Einschaltzeitdauer  $t_{ON}$  variabel ist. Dies kann bspw. 5 dadurch erzielt werden, indem die Abschaltsschwelle für den Lampenstrom adaptiv gestaltet wird und/oder die Einschaltzeitdauer des aktiv getakteten Schalters adaptiv einstellbar ist.

10 Die Adaptierung erfolgt dabei anhand eines Rückführsignals, das für den Mittelwert des Lampenstroms (Mittelung über eine oder mehrere Einschaltzeitdauern des aktiv getakteten Schalters) repräsentativ ist. Durch Regelung auf den Mittelwert des Lampenstroms ist die 15 Lampen-Strom- oder -Leistungsregelung wesentlich genauer.

Der Mittelwert des Lampenstroms kann erfasst werden, indem zu dem Zeitpunkt  $t_{on}/2$ , also zur Hälfte der Einschaltzeitdauer  $t_{ON}$  des aktiv getakteten Schalters ein 20 Abtastwert erfasst und ausgewertet wird. Ist dieser höher als der Soll-Mittelwert, kann die Einschaltzeitdauer oder die Abschaltstromschwelle verringert werde, und zwar im aktuellen order in einem folgenden Einschaltvorgang des aktiv getakteten Schalters.

25

Im Folgenden soll indessen ein Ausführungsbeispiel erläutert werden, bei dem der Lampenstrom kontinuierlich erfasst und zu der Steuereinheit zurückgeführt wird.

30 Wie in Figur 4 gezeigt wird in der Steuereinheit der Lampenstrom  $I_{lamp}$  durch einen Komparator K1 mit einem Referenzwert  $I_{avg\_soll}$  verglichen. Dieser Referenzwert  $I_{avg\_soll}$  gibt also den Soll-Mittelwert für den Lampenstrom vor und kann bspw. von einer externen oder internen 35 Dimmwertvorgabe und/oder der Höhe der Lampenspannung

abhängen. Dieser Referenzwert  $I_{avg\_soll}$  ist ein Mass für die Sollleistung.

Um eine konstante Lampenleistung zu erzielen, muss bei  
5 schwankender Lampenspannung  $U_{lamp}$  die Sollwertvorgabe für  
den Mittelwert des Lampenstroms invers nachgeführt werden,  
so dass sich ergebende Produkt aus Lampenstrom und  
Lampenspannung konstant geregelt bleibt. Bei konstanter  
Lampenspannung entspricht natürlich eine  
10 Mittelstromregelung genau einer Lampenleistungsregelung.

Um einen konstanten Lampenstrom zu erzielen, kann  
beispielsweise direkt der Lampenstrom (der Strom durch das  
LED-Modul EL) gemessen werden, oder alternativ der  
15 Lampenstrom indirekt bestimmt werden. Beispielsweise kann  
der Lampenstrom aus der Lampenleistung oder der dem LED-  
Modul EL zugeführten Leistung und der LED-Modulspannung  
(Lampenspannung) bestimmt werden. Die dem LED-Modul  
zugeführte Leistung kann beispielsweise aus dem Produkt  
20 der Ausgangsspannung der PFC-Schaltung und in die Voll-  
oder Halbbrücke fließenden Strom bestimmt werden. Der  
Lampenstrom kann mittels Division von Lampenleistung oder  
der der dem LED-Modul EL zugeführten Leistung durch die  
Lampenspannung gebildet werden.

25 Bei diesem Ausführungsbeispiel ist es Ziel der Regelung,  
dass das Tastverhältnis des Ausgangs des Komparators K1  
während einer Einschaltzeitdauer  $t_{ON}$  des aktiv getakteten  
Schalters 50% beträgt. In dem Ausführungsbeispiel wird  
30 dazu das Ausgangssignal des Komparators einem digitalen  
Up-/Down-Zähler COUNTER zugeführt, der von einem Zeitgeber  
der Steuereinheit getaktet ist (Taktsignal CNT\_CLK). Wie  
in Figur 5 ersichtlich zählt der Zähler COUNTER in eine  
Richtung, solange der Lampenstrom  $I_{lamp}$  unterhalb des  
35 Referenzwerts  $I_{avg\_soll}$  liegt, und in die umgekehrte

Richtung, sobald der Lampenstrom  $I_{lamp}$  den Referenzwert  $I_{avg\_soll}$  überschreitet. Wenn der Istwert des Mittelwerts des Lampenstroms  $I_{lamp}$  genau der Referenzwertvorgabe  $I_{avg\_soll}$  entspricht, wird das Tastverhältnis des dem Zähler COUNTER  
5 zugeführten Vergleichssignals 50% sein und somit am Ende einer Einschaltzeitdauer der Zählerstand genau seinem Anfangsstand entsprechen.

Jedwede Abweichung wird indessen zu einer Abweichung ERROR  
10 des Zählerstands von dessen Anfangsstand führen. Dieses Abweichungssignal ERROR wird einem vorzugsweise digitalen Regler REGULATOR zugeführt, der ebenfalls von einem Zeitgeber der Steuereinheit getaktet durch ein Signal  $reg\_clk$  wird. Der Regler REGULATOR implementiert eine  
15 Regelstrategie (bspw. PI-Regler) und steuert abhängig vom dem Eingangssignal ERROR und der Regelstrategie eine die Leistung des LED-Moduls EL beeinflussende Stellgröße an. Diese Stellgröße kann bspw. eines oder mehreres sein von:  
- Busspannung,  
20 - adaptive Abschaltschwelle  $I_{peak}$ , und/oder  
- adaptive Einschaltzeitdauer  $T_{on}$ .

Die Stellgröße(n) kann im aktuellen Einschaltvorgang, in einem jeden folgenden Einschaltvorgang oder aber in jedem  
25 n-ten Einschaltvorgang verändert werden, wobei n eine ganze Zahl grösser oder gleich 2 ist.

Im Beispiel von Figur 4 und 5 wird entweder die Einschaltzeitdauer  $T_{on}$  verändert, oder aber der Regler  
30 REGULATOR verändert den Referenzwert eines weiteren Komparators K2 der Steuereinheit, an dessen nicht-invertierten Eingang der Lampenstrom  $I_{lamp}$  anliegt.

Das Ausgangssignal des weiteren Komparators K2 steuert das  
35 Ausschalten  $gate\_off$  des jeweils aktiv getakteten

Schalters der aktivierten Brückendiagonale.

Bei dem Beispiel in Figur 6 sind jeweils bei jedem der beiden antiparallelen LED-Stränge zusätzliche Kondensatoren vorgesehen, die nur zu einem Teil der LED eines Stranges parallel geschaltet sind. Diese zusätzlichen Kondensatoren können als zusätzliche Filterelemente dienen. In diesem Beispiel ist ein zusätzlicher Kondensator C3 zu einer LED des ersten LED-Stranges angeordnet, und ein zusätzlicher C4 zu einer LED des zweiten LED-Stranges angeordnet.

Das in Fig. 6. Gezeigte Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Betriebsschaltung für Leuchtmittel, insbesondere eine LED-Strecke beinhaltet eine Schaltungsanordnung, die vier steuerbare Schalter S1-S4 aufweist, die zu einer Vollbrücke verschaltet sind. An die Vollbrücke ist eine Gleichspannung  $U_0$  angelegt, die von einer geeigneten Gleichspannungsquelle des entsprechenden Betriebsgerätes (auch elektronisches Vorschaltgerät genannt), in dem die Schaltungsanordnung verwendet wird, stammt. Zu den vier Schaltern S1 - S4 sind jeweils Freilaufdioden parallel geschaltet, wobei der Einfachheit halber in Fig. 6 lediglich die dem Schalter S1 parallel geschaltete Freilaufdiode D1 dargestellt ist. Als Schalter S1-S4 werden vorzugsweise Feldeffekttransistoren verwendet, die die Freilaufdioden bereits enthalten. In dem Brückenweig der in Fig. 6 gezeigten Vollbrückenschaltung ist ein anzusteuernendes LED-Modul EL angeordnet. Die in Fig. 6 gezeigte Schaltungsanordnung ist insbesondere für den Betrieb von LED-Modulen mit einer antiparallelen Anordnung von LED geeignet, wobei sich die beiden antiparallelen Stränge insbesondere durch eine unterschiedliche Farbtemperatur oder Wellenlänge der entsprechenden LED in jeweiligen Strang unterscheiden. Die

LED der beiden antiparallelen Stränge des LED-Moduls EL können sich auch in ihrer Farbwiedergabe oder ihrer Binning-Klasse unterscheiden. Durch entsprechende Einstellung des zeitlichen Verhältnisses, wann ein Strom  
5 durch den ersten Strang des LED-Moduls EL fließt und wann ein Strom durch den zweiten Strang des LED-Moduls EL fließt, läßt sich die durch das LED-Modul EL emittierte Farbe einstellen.

10 Mit dem Brückenzweig der in Fig. 6 dargestellten Vollbrücke ist eine Glättungs- oder Filterschaltung vorgesehen, die eine Induktivität L2 und eine Kapazität C2 aufweist, wobei diese Bauelemente wie in Fig. 6 gezeigt verschaltet sind. An die Vollbrücke ist zudem ein  
15 Widerstand R1 angeschlossen, der als Strommeß- oder Shunt-Widerstand dient.

Nachfolgend soll der Normalbetrieb näher erläutert werden, wobei während des Normalbetriebs die erfindungsgemäße  
20 Schaltungsanordnung bzw. Vollbrücke vorzugsweise in einem sog. Borderline-Modus (Grenzbetrieb) oder auch Discontinuous-Modus (lückender Betrieb) betrieben wird. Prinzipiell werden die beiden Brückendiagonalen mit den Schaltern S1 und S4 bzw. S2 und S3 werden abwechselnd  
25 aktiviert und deaktiviert und somit die entsprechenden Schalter der beiden Brückendiagonalen abwechselnd bzw. komplementär zueinander ein- und ausgeschaltet, wobei zudem bei Aktivierung der Brückendiagonale mit den Schaltern S1 und S4 der Schalter S1 hochfrequent  
30 abwechselnd ein- und ausgeschaltet wird, während entsprechend bei Aktivierung der Brückendiagonale mit den Schaltern S2 und S3 der steuerbare Schalter S2 hochfrequent abwechselnd ein- und ausgeschaltet wird. D.h. die Vollbrücke wird mit einer relativ niedrigen Frequenz,  
35 die insbesondere im Bereich 80 - 150 Hz liegen kann,

umgepolt, während der Schalter S1 oder S2 der jeweils aktivierten Brückendiagonale zudem hochfrequent, beispielsweise mit einer Frequenz von ca. 45 kHz, abwechselnd ein- und ausgeschaltet wird. Dieses  
5 hochfrequente Ein- und Ausschalten der Schalter S1 oder S2 erfolgt mit Hilfe eines hochfrequenten pulsweitenmodulierten Steuersignals einer entsprechenden Steuerschaltung, welches mit Hilfe der aus den Bauelementen L2 und C2 bestehenden Filter- oder  
10 Glättungsschaltung gesiebt wird, so daß an dem LED-Modul EL lediglich der lineare Mittelwert des über den Brückenzweig fließenden Zweigstroms  $i_{L2}$  anliegt. Mit Hilfe des pulsmodulierten Steuersignals kann der dem LED-Modul EL zugeführte Strom oder auch die zugeführte Leistung  
15 konstant gehalten werden, was insbesondere für den Betrieb von LED-Modulen EL wichtig ist.

Der niederfrequente Anteil des dem LED-Modul EL zugeführten Stroms wird durch Umschalten bzw. Umpolen der  
20 beiden Brückendiagonalen, d.h. durch Umschalten von S1 und S4 auf S2 und S3, erzeugt. Über den rechten Brückenzweig mit den Schaltern S3 und S4 wird in diesem Fall das LED-Modul EL niederfrequent auf die Versorgungsspannung  $U_0$  oder auf Masse gelegt, so daß an den Anschlußklemmen des  
25 LED-Moduls EL im Wesentlichen lediglich der niederfrequente Anteil anliegt. Abhängig davon, welche Brückendiagonale aktiviert ist, fließt ein Strom durch den ersten Strang des LED-Moduls EL oder alternativ durch den zweiten Strang des LED-Moduls EL.

30

Durch entsprechende Einstellung des zeitlichen Verhältnisses, wann eine Brückendiagonale aktiviert ist und somit ein Strom durch einen Strang durch eines der beiden LED-Stränge fließt, läßt sich die durch das LED-  
35 Modul EL emittierte Farbe einstellen.

Gemäß dem zuvor erwähnten niederfrequenten Borderline-Modus wird der steuerbare Schalter S1 bzw. S2 der jeweils aktivierten Brückendiagonale zu einem Zeitpunkt  
5 geschlossen, wenn der über die Induktivität L2 fließende Zweigstrom  $i_{L2}$  wieder auf Null abgesunken ist, vorzugsweise wenn er sein Minimum erreicht hat. Mit "Minimum" wird dabei der untere Umkehrpunkt des Stroms  $i_{L2}$  verstanden, wobei dieses Minimum durchaus auch im leicht  
10 negativen Stromwertbereich liegen kann. „Geschlossen“ bedeutet dabei, dass eine Steuereinheit in diesem zeitlichen Bereich den Schaltvorgang auslöst - das eigentliche Schliessen des Schalters, d.h. sein Erreichen des leitfähigen Zustands tritt üblicherweise erst ein,  
15 wenn der nach dem Minimum wieder ansteigende Strom etwa erneut eine (diesmal aufsteigenden) Nulldurchgang vollzieht. Die Überwachung, ob der durch die Induktivität L2 fließende Zweigstrom  $i_{L2}$  wieder auf Null abgesunken bzw. ob die Induktivität L2 entmagnetisiert ist, kann  
20 mittels einer Sekundärwicklung an der Induktivität L2 oder auch mittels einer Überwachung der Mittelpunktspannung zwischen den Schaltern S1 und S2 erfolgen.

Zur Betrachtung des Stromverlaufs soll nachfolgend davon  
25 ausgegangen werden, daß zunächst die Brückendiagonale mit den Schaltern S2 und S3 aktiviert ist, während die Brückendiagonale mit den Schaltern S1 und S4 deaktiviert ist. D.h. die Schalter S2 und S3 sind geschlossen, während die Schalter S1 und S4 geöffnet sind. Zum  
30 Zeitpunkt des Schließens der Schalter S2 und S3 beginnt durch die Induktivität L2 ein Strom  $i_{L2}$  zu fließen, der gemäß einer Exponentialfunktion ansteigt, wobei im hier interessierenden Bereich ein quasi-linearer Anstieg des Stroms  $i_{L2}$  zu erkennen ist, so daß nachfolgend der  
35 Einfachheit halber von einem linearen Anstieg bzw. Abfall

des Stroms  $i_{L2}$  gesprochen wird. Durch Öffnen des Schalters S5 wird dieser Strom  $i_{L2}$  unterbrochen, wobei - wie bereits erwähnt worden ist - der Schalter S2 insbesondere hochfrequent und unabhängig vom Schaltzustand des Schalters S3 abwechselnd geöffnet und geschlossen wird. Das Öffnen des Schalters S2 hat zur Folge, daß der Strom  $i_{L2}$  zwar vorerst über die Freilaufdiode D1 des geöffneten Schalters S1 in die gleiche Richtung weiter fließt, aber kontinuierlich abnimmt und sogar schließlich einen negativen Wert erreichen kann.

Dies ist insbesondere solange der Fall bis die Elektronen aus der Sperrschicht der Freilaufdiode D1 ausgeräumt worden sind. Das Erreichen dieses unteren Umkehrpunktes des Strom  $i_{L2}$  wird überwacht und der Schalter S2 nach Erkennen dieses unteren Umkehrpunktes wieder geschlossen, so daß der Strom wieder ansteigt. D.h. daß hochfrequente Einschalten des Schalters S2 erfolgt immer dann, wenn der untere Umkehrpunkt des Stroms  $i_{L2}$  erreicht worden ist. Das Öffnen des Schalters S2 kann im Prinzip beliebig gewählt werden, wobei der Zeitpunkt des Öffnens des Schalters insbesondere entscheidend für die Leistungszufuhr des LED-Moduls EL ist, so daß durch geeignetes Einstellen des Öffnungszeitpunkts die den LED zugeführte Leistung oder Strom geregelt bzw. konstant gehalten werden kann. Als Schaltkriterium kann hierfür beispielsweise die Zeit oder der Maximalwert des Zweigstroms  $i_{L2}$  herangezogen werden. Durch die Maßnahme, daß der jeweils hochfrequent abwechselnd ein- und ausgeschaltete Schalter S1 bzw. S2 jeweils im unteren Umkehrpunkt des Stroms  $i_{L2}$ , d.h. in der Nähe des Stromwerts Null, wieder eingeschaltet wird, wird der jeweilige Feldeffekttransistor S1 bzw. S2 geschont, d.h. vor Zerstörung geschützt, und es können Feldeffekttransistoren als Schalter S1 bzw. S2 verwendet

werden, die verhältnismäßig lange Ausräumzeiten für die entsprechende Freilaufdiode aufweisen.

Dies soll nachfolgend näher erläutert werden. Bevor der Schalter S2 geschlossen wird, liegt über ihm eine Spannung an, die im vorliegenden Fall ca. 400 Volt beträgt. Wird der Schalter S2 geschlossen, bricht diese Spannung zusammen, d.h. sie fällt sehr rasch von 400 Volt auf 0 Volt ab. Die besondere Eigenschaft eines Feldeffekttransistors ist es jedoch, daß der Strom bei Aktivierung des entsprechenden Feldeffekttransistors bereits zu fließen beginnt, ehe die entsprechende Spannung auf 0 Volt abgefallen ist. In diesem kurzen Zeitabschnitt zwischen Anstieg des für den Feldeffekttransistor fließenden Stroms und dem Erreichen der Spannung 0 Volt wird durch das Produkt des Stroms und der Spannung eine dem jeweiligen Feldeffekttransistor zugeführte Leistung gebildet, die den Feldeffekttransistor zerstören kann. Daher ist es vorteilhaft, den Feldeffekttransistor bei einem geringstmöglichen Stromfluß, insbesondere in der Nähe des Stromwerts Null, zu schalten.

Des Weiteren ist zu beachten, daß der über die Induktivität L2 fließende Strom  $i_{L2}$  über die Freilaufdiode von D1 fließt, wenn der Schalter S1 offen ist und auch der Schalter S2 noch offen ist. Wird der Schalter S2 geschlossen und der Schalter S1 geöffnet, dauert es eine bestimmte Zeitspanne, bis die Elektronen aus der Sperrschicht der Freilaufdiode D1 ausgeräumt werden konnten. Während dieser Zeit ist der Feldeffekttransistor S1 praktisch in einem leitenden Zustand. Das bedeutet, daß der Feldeffekttransistor S2 während einer relativ kurzen Zeitspanne bis zum Ausräumen der Sperrschicht der Freilaufdiode D1, die dem Feldeffekttransistor S1 zugeordnet ist, an der vollen Betriebsspannung  $U_0$ , die ca.

400 Volt beträgt, anliegt, wodurch es ebenfalls zu der zuvor beschriebenen Überbelastung und ggf. sogar Zerstörung des Feldeffekttransistors S2 kommen kann. Aufgrund der zuvor vorgeschlagenen Vorgehensweise, nämlich dem Einschalten des Schalters S2 immer dann, wenn der über die Induktivität L2 fließende Strom  $i_{L2}$  sein Minimum erreicht hat, ist der zuvor anhand der Ausräumzeit des Schalters bzw. Feldeffekttransistors S1 beschriebene Effekt nahezu unbeachtlich, so daß für die Schalter S1 - S4 auch Feldeffekttransistoren verwendet werden können, die relativ lange Ausräumzeiten für die damit verbundenen Freilaufdioden aufweisen. Es gibt zwar bereits Schaltelemente mit sehr kurzen Ausräumzeiten, wie z. B. den sog. IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), wobei diese Bauelemente jedoch sehr teuer sind. Mit Hilfe der vorliegenden Erfindung kann somit auf die Verwendung derartig teurer Bauelemente verzichtet werden.

Für die zuvor beschriebene Vorgehensweise ist erforderlich, daß der augenblickliche Wert des Stroms  $i_{L2}$  sowie der Zeitpunkt des Erreichens seines Umkehrpunkts bekannt ist. Der augenblickliche Wert des Stroms  $i_{L2}$  kann beispielsweise durch Messen der an dem Widerstand R1 abfallenden Spannung bestimmt werden. Der untere Umkehrpunkt des Stroms  $i_{L2}$  kann bspw. durch eine transformatorisch an der Spule L2 abgegriffene Spannung bestimmt. Zu diesem Zweck kann eine (in Fig. 6 nicht dargestellte) Wicklung oder Spule transformatorisch mit der Spule L2 gekoppelt werden, die zu einer Differenzierung des über die Spule L2 fließenden Stroms  $i_{L2}$  führt und somit eine Aussage über den Umkehrpunkt des Stroms  $i_{L2}$  zuläßt. Der Normalbetrieb der in Fig. 6 gezeigten Schaltungsanordnung soll nachfolgend anhand des in Fig. 7 dargestellten Diagramms erläutert werden, wobei in Fig. 7 zeitabhängig der Verlauf der am

Knotenpunkt zwischen den Schaltern S1 und S2 anliegenden Spannung, der Lampenspannung  $U_{LED}$  und des über die Spule L2 fließenden Stroms  $i_{L2}$  dargestellt ist. Insbesondere ist in Fig. 7a der Fall dargestellt, daß während einer ersten  
5 Zeitspanne T1 der in Fig. 6 gezeigten Schaltungsanordnung die Brückendiagonale mit den Schaltern S2 und S3 aktiviert ist, wohingegen während einer anschließenden Zeitspanne T2 die Brückendiagonale mit den Schaltern S1 und S4 aktiviert ist. D.h. während der Zeitspanne T1 ist der  
10 Schalter S3 dauerhaft geschlossen, und die Schalter S1 und S4 sind dauerhaft geöffnet. Des Weiteren wird während dieser Zeitspanne T1 der Schalter S2 hochfrequent abwechselnd ein- und ausgeschaltet. Aus Fig. 7a ist insbesondere ersichtlich, daß der Schalter S2 stets  
15 geschlossen wird, wenn der über die Spule L2 fließende Strom  $i_{L2}$  seinen unteren Umkehrpunkt, d.h. seinen minimalen Wert, erreicht hat, so daß sich der impulsartige Verlauf der Spannung  $u$ , ergibt. Die Steilheit der Flanken des Stroms  $i_{L2}$  ist durch die Induktivität der Spule L2  
20 bestimmt. Durch Verändern des Spitzenwert des Stroms  $i_{L2}$ , d.h. des Zeitpunkts des Öffnens des Schalters S2, kann der Strommittelwert des Stroms  $i_{L2}$  verändert und somit die dem LED-Modul EL zugeführte Leistung bzw. zugeführte Strom und deren Farbtemperatur geregelt bzw. konstant gehalten  
25 werden. Der hochfrequente Verlauf des Stroms  $i_{L2}$  wird durch die Bauelemente L2 und C2 geglättet, so daß sich der in Fig. 7 gezeigte geglättete Verlauf der an das LED-Modul EL angelegten Spannung  $U_{LED}$  ergibt.

30 Nach Ablauf der Zeitspanne T2, werden die Schalter S2 und S3 dauerhaft geöffnet, und der Schalter S4 wird dauerhaft eingeschaltet. Analog zum Schalter S2 während der Zeitspanne T1 wird nunmehr der Schalter S1 hochfrequent abwechselnd ein- und ausgeschaltet, so daß sich der in  
35 Fig. 7 gezeigte Verlauf der Spannungen  $U_1$  und  $U_{LED}$  sowie

des Stroms  $i_{L2}$  ergibt. Wie bereits erwähnt worden ist, wird mit Hilfe einer Steuerschaltung wiederholt zwischen den Betriebsphasen während der Zeitspannen T1 und T2 umgeschaltet, wobei diese Umpolfrequenz insbesondere im Bereich 80 - 150 Hz liegen kann, während die hochfrequente Taktfrequenz des Schalters S2 (während der Zeitspanne TA bzw. des Schalters S1 (während der Zeitspanne T2) im Bereich um 45 kHz liegen kann.

Bei der Steuerung läuft nach dem Öffnen des hochfrequent geschalteten Schalters der Strom weiter über die Freilaufdiode und nimmt dabei relativ langsam ab, wenn der zweite Schalter der gerade aktivierten Brückendiagonalen weiterhin geschlossen bleibt. Dies führt zu einem kleineren Stromspitzenwert und dementsprechend auch zu einer kleineren Verlustleistung. Allerdings kann es vorkommen, daß zu einem Zeitpunkt, zu dem die Elektronen aus den Sperrschichten der Freilaufdioden ausgeräumt worden sind und somit der untere Umkehrpunkt des Stromes  $i_{L2}$  erreicht worden ist, dieser noch nicht ausreichend abgefallen ist und somit die Schalter beim Schließen immer noch einer hohen Belastung ausgesetzt sind. Um diese Belastungen, welche beispielsweise bei einer Überbrückung des LED-Moduls EL auftreten können, auszuschließen, können in einer Weiterbildung die Schalter entsprechend dem Diagramm in Fig. 7b gesteuert werden.

Dieses Diagramm der Fig. 7b zeigt den Stromverlauf  $i_{L2}$  und den Zustand des zweiten und des dritten Schalters 2, 3 während der Zeitspanne T. Die beiden anderen Schalter sind in diesem Zeitraum T, geöffnet. Während einer ersten Phase x sind beide Schalter geschlossen und der Strom  $i_{L2}$  steigt kontinuierlich an. Wie bei der eben beschriebenen Steuerung ist während einer zweiten Phase x2, deren Beginn

durch das Erreichen eines Maximalwerts von  $i_{L2}$  oder durch eine vorgegebene Dauer von  $x1$  bestimmt sein kann, der zweite Schalter  $S2$  geöffnet und  $i_{L2}$  nimmt langsam ab. Zusätzlich wird nun allerdings ab einem vorgegebenen

5 Zeitpunkt nach dem Öffnen des zweiten Schalters  $S2$  in einer dritten Phase  $x3$  auch der dritte Schalter  $S3$  geöffnet. Der Strom fließt nun über die beiden Freilaufdioden des ersten und des vierten Schalters und nimmt nun stärker ab als während der zweiten Phase  $x2$ .

10 Damit kann sichergestellt werden, daß  $i_{L2}$  auch tatsächlich einen negativen Wert erreicht, bevor die Sperrschichten der Freilaufdioden ausgeräumt sind. Erreicht  $i_{L2}$  den unteren Umkehrpunkt, werden beide Schalter wieder geschlossen und die Steuerung befindet

15 sich wieder im Zustand der ersten Phase  $x1$ . Das Öffnen des dritten Schalters  $S3$  - also die dritte Phase  $x3$  - entfällt allerdings, wenn der Strom  $i_{L2}$  vorher schon auf Null abgesunken ist, da in diesem Fall keine hohen Belastungen beim Öffnen Schalter auftreten. Stattdessen

20 wird sofort mit der ersten Phase  $x$ , fortgefahren und der zweite Schalter  $S2$  wieder geöffnet. Das niederfrequente Umschalten zwischen den beiden Brückendiagonalen erfolgt analog zu dem vorherigen Ausführungsbeispiel, wobei auch hier vorteilhaft die Stromspitzen des Stroms  $i_{L2}$  vor und

25 nach dem Umschalten zwischen den Betriebsphasen  $T1$  und  $T2$  reduziert werden können.

Alternativ kann der Ausschaltzeitpunkt des hochfrequent getakteten Schalters dadurch bestimmt werden, dass der Lampenstrom einen fest vorgegeben Abschaltwellenwert

30 erreicht. Dabei kann es aber zu Ungenauigkeiten kommen, das der negative Stromflussbereich unmittelbar nach dem Einschalten des Schalters variieren kann, was die Leistungsregelung ungenau macht.

35 Bei dem Ausführungsbeispiel von Figuren 8 und 9

Ausgangsseitig weist das Betriebsgerät eine Vollbrückenschaltung mit vier Schaltern S1 bis S4 (bzw. A bis D) auf.

- 5 Die Induktivitäten L1, L2, das LED-Modul EL und Kondensatoren C1, C2 sind wie bezugnehmend auf Fig. 6 verschaltet.

Es wird gemäß den Ausführungsbeispielen ein Verfahren zur  
10 Regelung eines LED-Moduls EL mittels einer Halbbrückenschaltung mit zwei Schaltern oder einer Vollbrückenschaltung mit vier Schaltern ermöglicht, wobei das LED-Modul EL in dem Brückenweig verschaltet ist. Es wird die erste Brückendiagonale aktiviert, indem in einer ersten  
15 Zeitspanne T1 ein erster Schalter S1 aktiv getaktet wird. In einer zweiten Zeitspanne T2 wird ein zweiter Schalter S2 aktiv getaktet und somit die zweite Brückendiagonale aktiviert. Das LED-Modul EL weist zwei anti-parallele Stränge auf, die wobei sich die beiden anti-parallelen  
20 Stränge insbesondere durch eine unterschiedliche Farbtemperatur oder Wellenlänge der entsprechenden LED in dem jeweiligen Strang unterscheiden. Vorzugsweise wird der jeweils aktiv getaktete Schalter S1 oder S2 zu einem Zeitpunkt eingeschaltet, wenn der indirekt oder direkt  
25 erfasste Brückenweigstrom auf Null abgeklungen ist, vorzugsweise seinen unteren Umkehrpunkt erreicht hat.

Durch Einstellung des zeitlichen Verhältnisses der Aktivierung der beiden Brückendiagonalen und somit der  
30 beiden Zeitspannen T1 und T2 zueinander kann die durch das LED-Modul EL emittierte Farbe eingestellt werden.

Durch Einfügen einer Wartezeit vor dem Wiedereinschalten des jeweils aktiv getakteten Schalters S1 oder S2 kann der  
35 mittlere Strom durch das LED-Modul EL und somit die durch

das LED-Modul EL emittierte Helligkeit eingestellt werden.

Die Erfindung ermöglicht auch eine Leuchte, aufweisend ein LED-Modul EL und ein Betriebsgerät, wobei das  
5 Betriebsgerät eine Schaltung zur Strom- oder Leistungsregelung eines LED-Moduls EL aufweist.

Die Schaltung weist eine Halbbrückenschaltung mit zwei Schaltern S1 und S2 (bspw. Fig. 1 und 2) oder eine  
10 Vollbrückenschaltung mit vier aktiven Schaltern S1, S2, S3 und S4 (bspw. Fig. 6, 8 und 9) auf. Das LED-Modul EL wird in dem Brückenzweig verschaltet. Eine Steuereinheit kann eine erste Brückendiagonale aktivieren, indem sie  
15 zumindest einen ersten Schalter S1 der Brückendiagonale in einer ersten Zeitspanne T1 aktiv taktet. In einer zweiten Zeitspanne T2 kann die zweite Brückendiagonale aktiviert werden, indem zumindest der zweite Schalter S2 aktiv getaktet wird. Das LED-Modul EL weist zwei antiparallelele Stränge auf, wobei sich die beiden antiparallelen Stränge  
20 insbesondere durch eine unterschiedliche Farbtemperatur oder Wellenlänge der entsprechenden LED in dem jeweiligen Strang unterscheiden.

Der jeweils aktiv getaktete Schalter S1 oder S2 kann zu  
25 einem Zeitpunkt eingeschaltet werden, wenn der indirekt oder direkt erfasste Brückenzweigstrom auf Null abgeklungen ist, vorzugsweise seinen unteren Umkehrpunkt erreicht hat.

30 Durch Einfügen einer Wartezeit vor dem Wiedereinschalten des jeweils aktiv getakteten Schalters S1 oder S2 kann die durch das LED-Modul EL emittierte Helligkeit eingestellt werden.

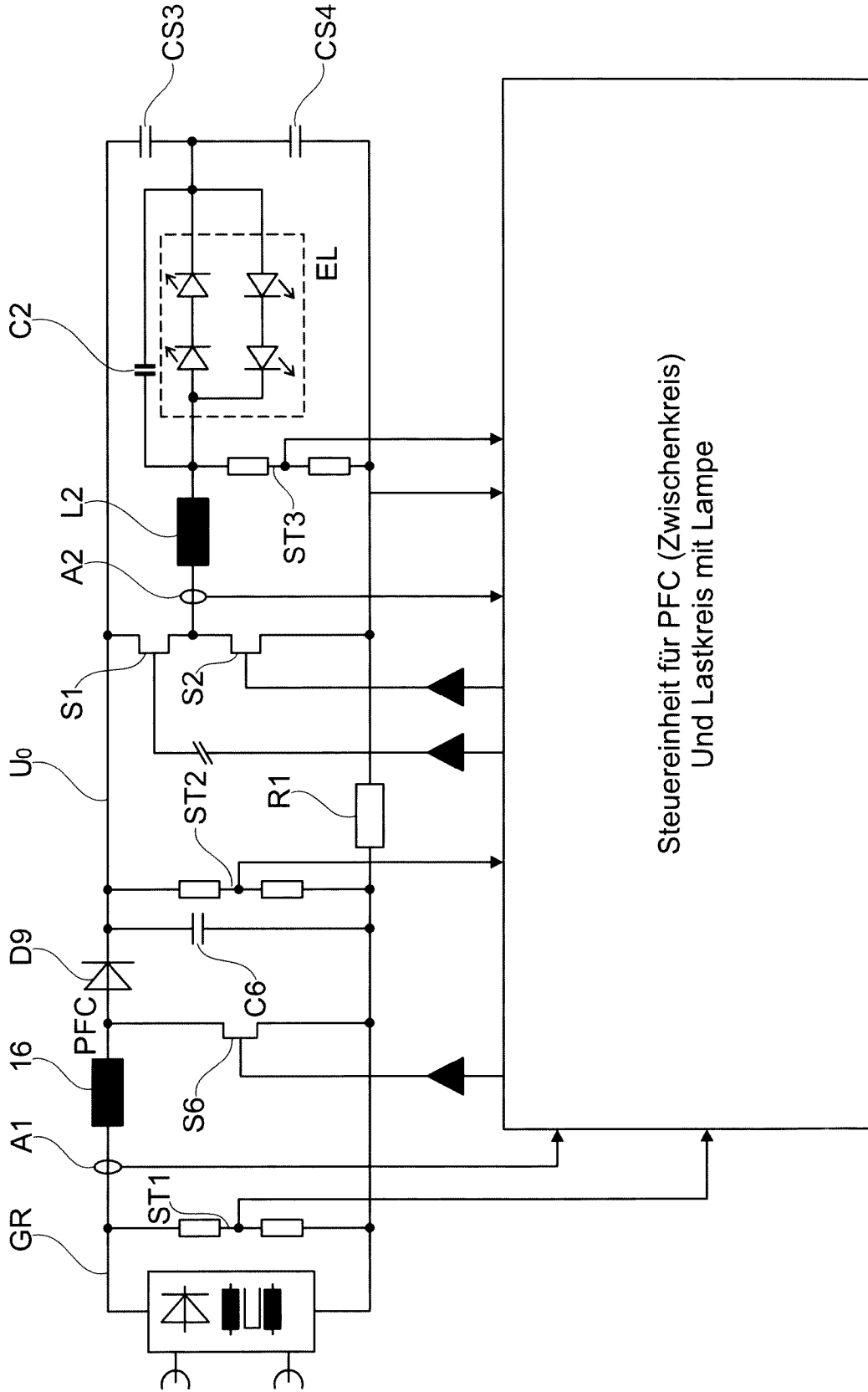
## Ansprüche

1. Verfahren zur Regelung eines LED-Moduls mittels  
5 einer Halbbrückenschaltung mit zwei Schaltern oder  
einer Vollbrückenschaltung mit vier Schaltern,  
wobei das LED-Modul (EL) in dem Brückenweig  
verschaltet wird und eine Brückendiagonale aktiviert  
wird, bei der ein Schalter (S1, S2) aktiv getaktet  
10 wird,  
wobei das LED-Modul zwei antiparallele Stränge  
aufweist, die wobei sich die beiden antiparallelen  
Stränge insbesondere durch eine unterschiedliche  
Farbtemperatur oder Wellenlänge der entsprechenden  
15 LED in dem jeweiligen Strang unterscheiden.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
bei dem der aktiv getaktete Schalter (S1, S2) zu  
einem Zeitpunkt eingeschaltet wird, wenn der  
20 indirekt oder direkt erfasste Brückenweigstrom auf  
Null abgeklungen ist, vorzugsweise seinen unteren  
Umkehrpunkt erreicht hat.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
25 wobei durch Einstellung des zeitlichen Verhältnisses  
der Aktivierung der beiden Brückendiagonalen  
zueinander die durch das LED-Modul emittierte Farbe  
eingestellt werden kann.
- 30 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
wobei durch Einfügen einer Wartezeit vor dem  
Wiedereinschalten des aktiv getakteten Schalters  
(S1, S2) die durch das LED-Modul emittierte  
Helligkeit eingestellt werden kann.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem das Tastverhältnis des aktiv getakteten  
Schalters über den Zeitpunkt des Ausschaltens des  
aktiv getakteten Schalters als Steuergrösse  
5 verändert wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
bei dem das Tastverhältnis durch adaptive Vorgabe  
einer Ausschaltpegels einer gemessenen für den  
10 Lampenstrom repräsentativen Grössen eingestellt  
wird, wobei bei Erreichen des Ausschaltpegels der  
aktiv getaktete Schalter ausgeschaltet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
15 wobei eine Strom- oder Leistungsregelung eines LED-  
Moduls erfolgt,  
bei dem als Steuergrösse der Strom- oder  
Leistungsregelung alternativ oder zusätzlich zu der  
Taktung des aktiv getakteten Schalters der Pegel der  
20 die Halbbrückenschaltung oder Vollbrückenschaltung  
versorgenden DC-Busspannung verwendet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
bei dem die Busspannung mittels einer aktiven PFC-  
25 Schaltung erzeugt wird, wobei der Pegel der  
erzeugten Busspannung durch Veränderung der Taktung  
eines Schalters der PFC-Schaltung ausgeführt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
30 bei dem als ein für den Mittelwert des Lampenstroms  
repräsentativer gemessener Istwert ein Abtastwert  
des Lampenstroms, vorzugsweise gemessen bei der  
Hälfte der Einschaltzeitdauer des aktiv getakteten  
Schalters, verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
bei dem der für den Mittelwert des Lampenstroms  
repräsentative Istwert durch eine kontinuierliche  
Messung des Lampenstroms ermittelt wird.
- 5
11. Verfahren nach Anspruch 10,  
bei dem der kontinuierlich gemessene Lampenstrom mit  
einem Referenzwert verglichen wird und der für den  
Mittelwert repräsentative Istwert das Tastverhältnis  
10 des Vergleichswerts über die Einschaltzeitdauer des  
aktiv geschalteten Schalters ist.
12. Verfahren nach Anspruch 11,  
bei dem der Referenzwert von einem vorgegebenen  
15 Dimmwert und/oder der gemessenen Lampenspannung  
abhängt.
13. Leuchte, aufweisend ein LED-Modul und ein  
Betriebsgerät,  
20 wobei das Betriebsgerät eine Schaltung zur Strom-  
oder Leistungsregelung eines LED-Moduls aufweist,  
wobei die Schaltung eine Halbbrückenschaltung mit  
zwei Schaltern (S1, S2) oder eine  
Vollbrückenschaltung mit vier aktiven Schaltern (S1,  
25 S2, S3, S4) aufweist,  
wobei das LED-Modul in dem Brückenweig verschaltet  
wird,  
wobei eine Steuereinheit eine Brückendiagonale  
aktiviert, indem sie zumindest einen Schalter (S1,  
30 S2) der Brückendiagonale aktiv taktet, wobei das LED-  
Modul zwei antiparallele Stränge aufweist, wobei  
sich die beiden antiparallelen Stränge insbesondere  
durch eine unterschiedliche Farbtemperatur oder  
Wellenlänge der entsprechenden LED in dem jeweiligen  
35 Strang unterscheiden.

14. Leuchte nach Anspruch 13, bei der der aktiv getaktete Schalter (S1, S2) zu einem Zeitpunkt eingeschaltet wird, wenn der indirekt oder direkt erfasste Brückenstrom auf Null abgeklungen ist, vorzugsweise seinen unteren Umkehrpunkt erreicht hat.
15. Leuchte nach Anspruch 14, bei der eine Steuereinheit neben einer Regelung des Betriebs des LED-Moduls auch eine Zwischenkreisschaltung ansteuert und von der Zwischenkreisschaltung Rückführsignale erhält, wobei die Zwischenkreisspannung die die Halbbrückenschaltung oder Vollbrückenschaltung versorgende DC-Busspannung erzeugt.
16. Leuchte nach Anspruch 15, bei der für Erzeugung der DC-Busspannung eine aktive PFC-Schaltung vorgesehen ist, wobei die Steuereinheit den Pegel der erzeugten Busspannung durch Veränderung der Taktung eines Schalters der PFC-Schaltung ausführt.
17. Leuchte nach einem der Ansprüche 13 bis 16, bei dem die Steuerschaltung den Referenzwert abhängig von einem extern oder intern vorgegebenen Dimmwert und/oder der gemessenen und der Steuerschaltung zugeführten Lampenspannung abhängt.
18. Beleuchtungssystem, aufweisend mehrere Leuchten, darunter wenigstens eine Leuchte gemäss einem der Ansprüche 13 bis 17, wobei die Leuchten vorzugsweise durch eine oder mehrere Busleitungen untereinander und/oder mit einer zentralen Steuereinheit verbunden sind.



Steuerinheit für PFC (Zwischenkreis)  
Und Lastkreis mit Lampe

Fig. 1

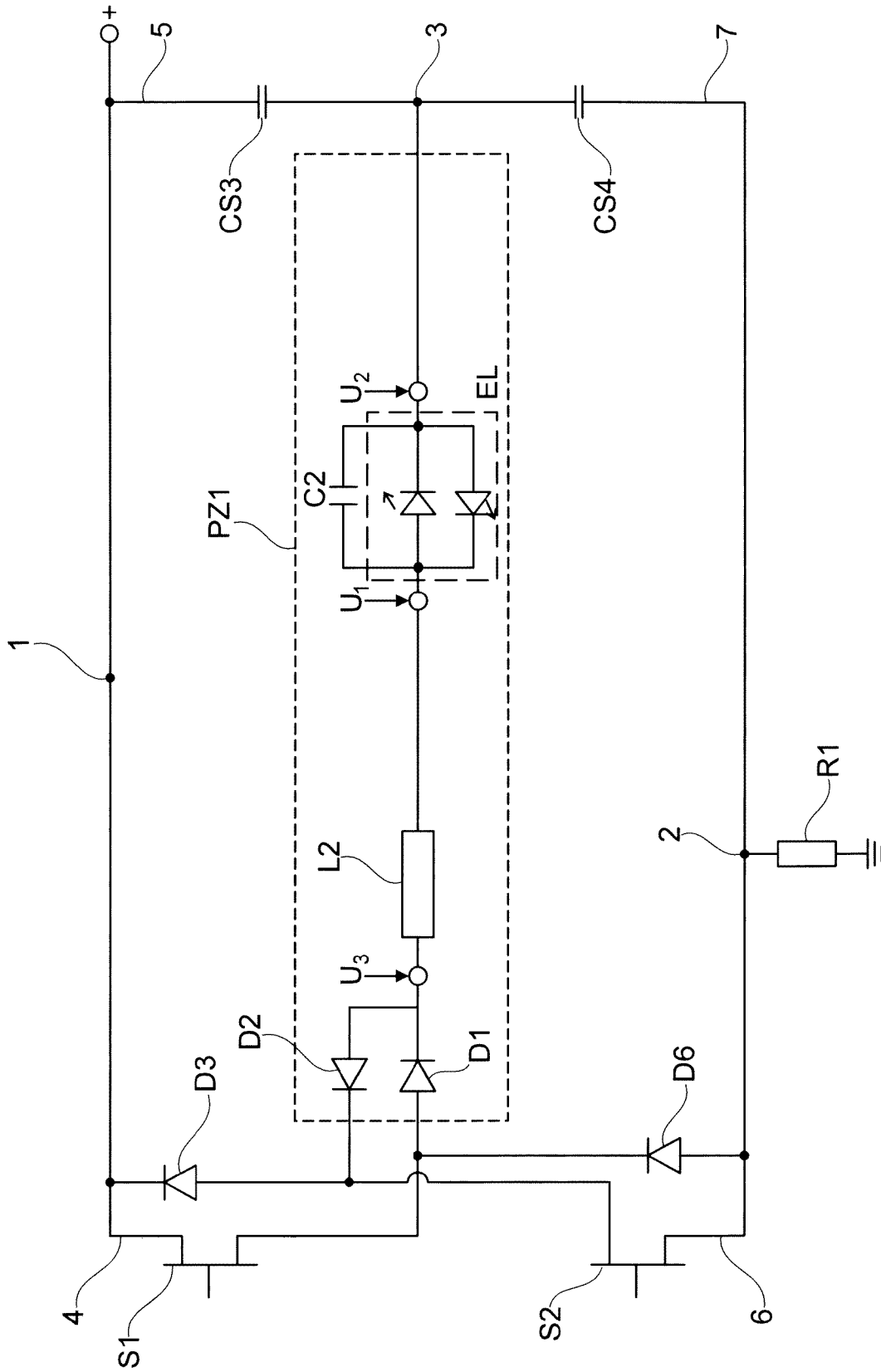


Fig. 2

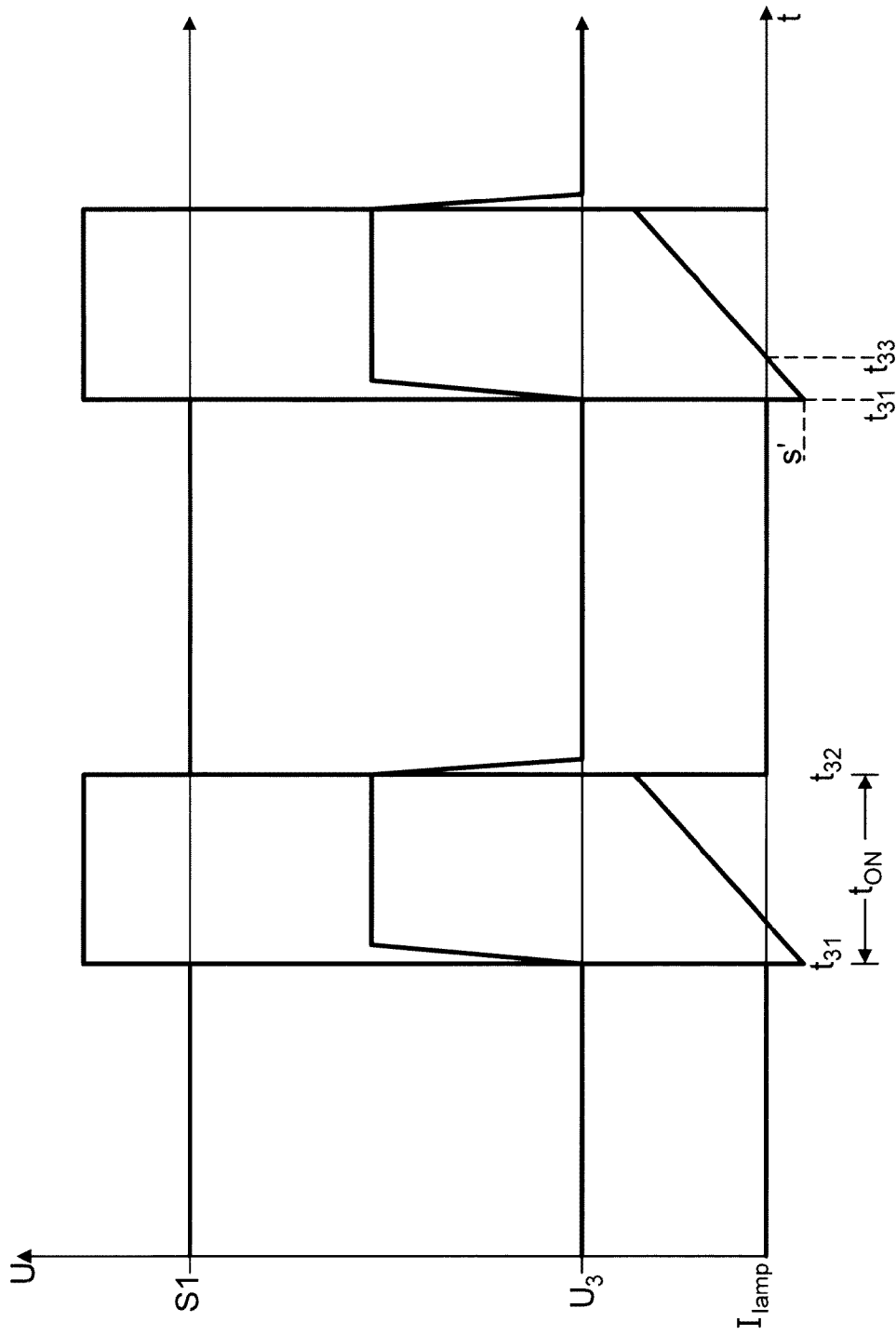


Fig. 3

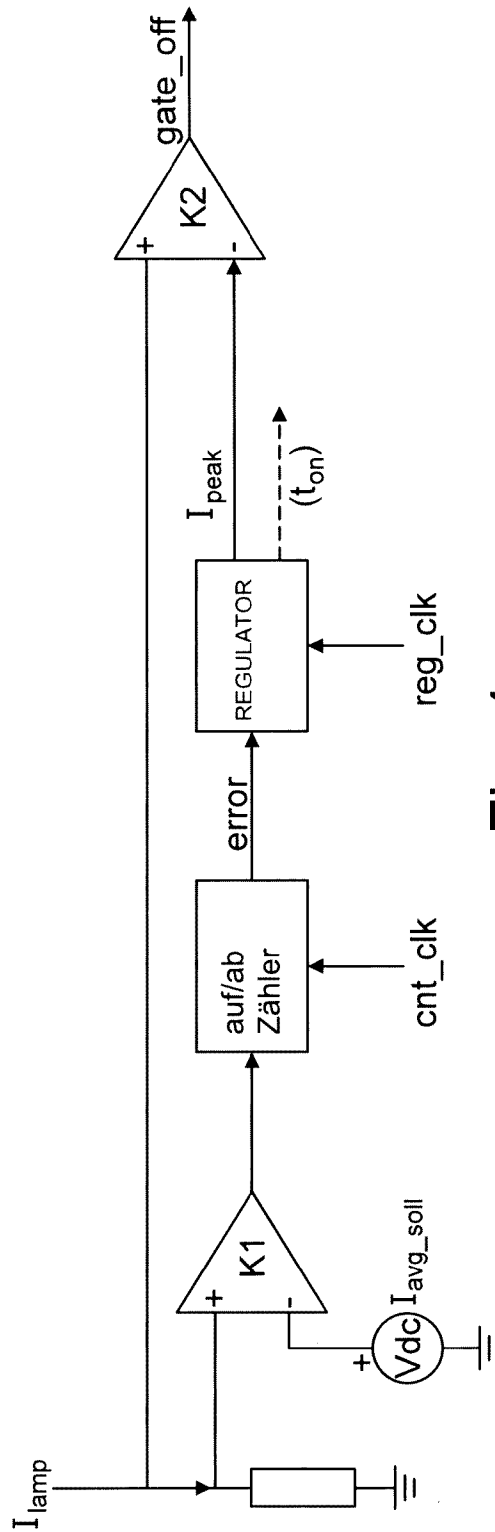


Fig. 4

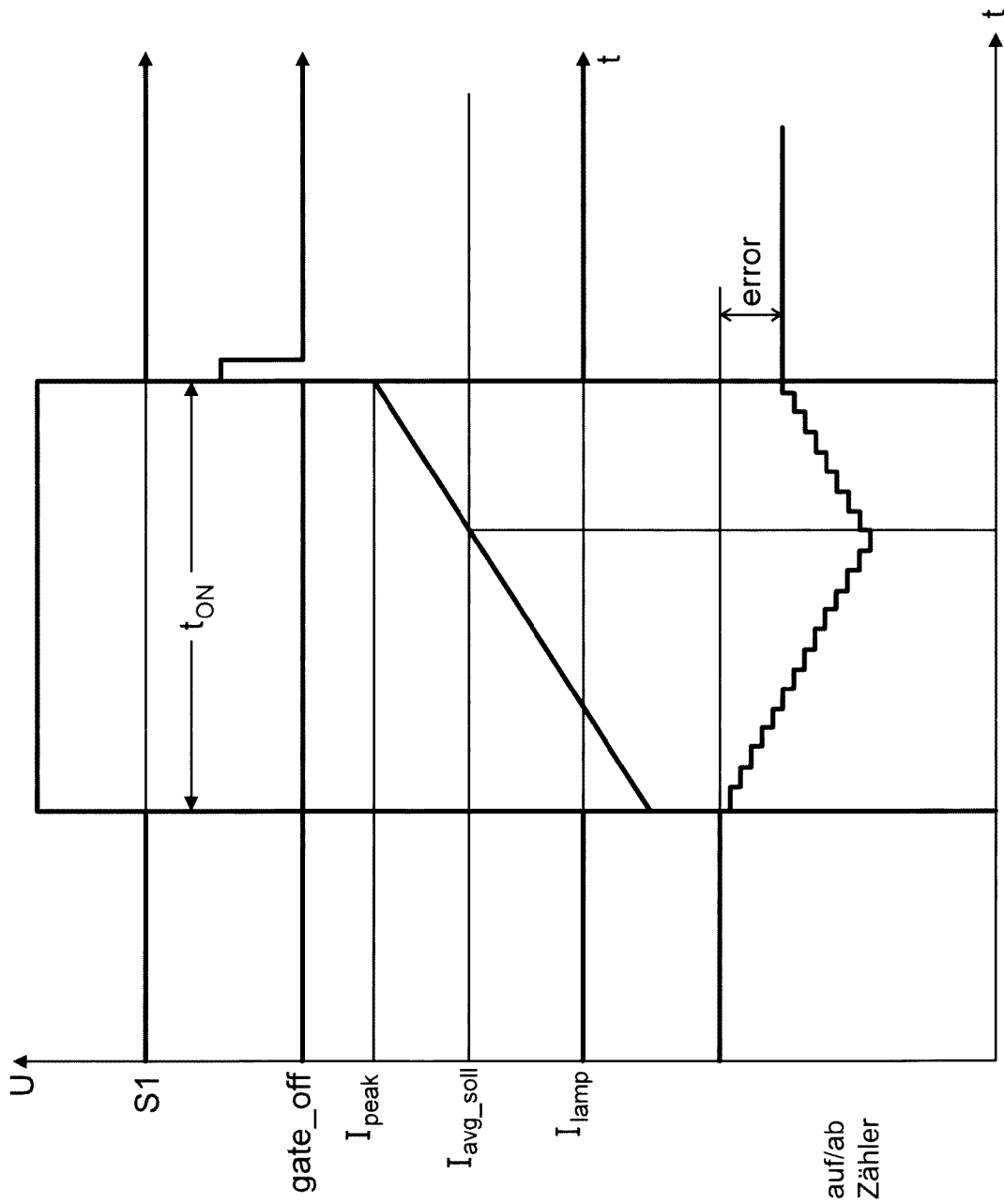


Fig. 5

6/8

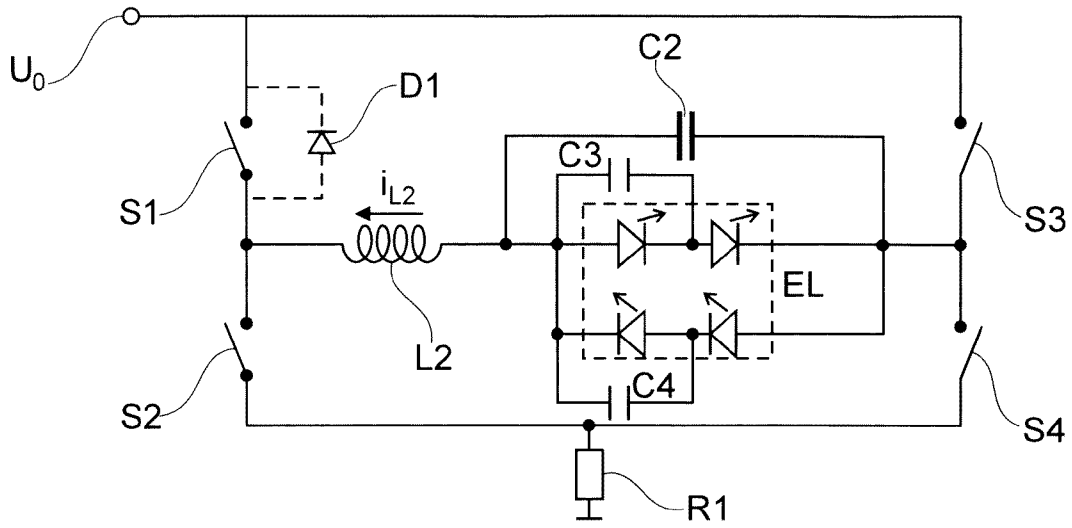


Fig. 6

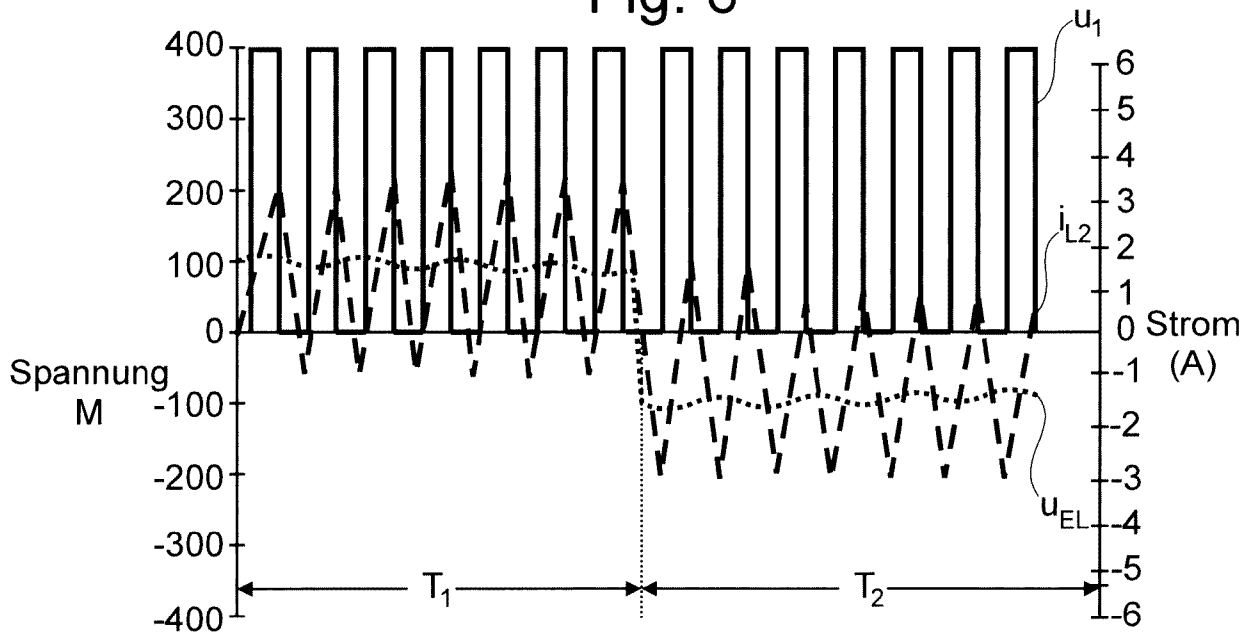


Fig. 7a

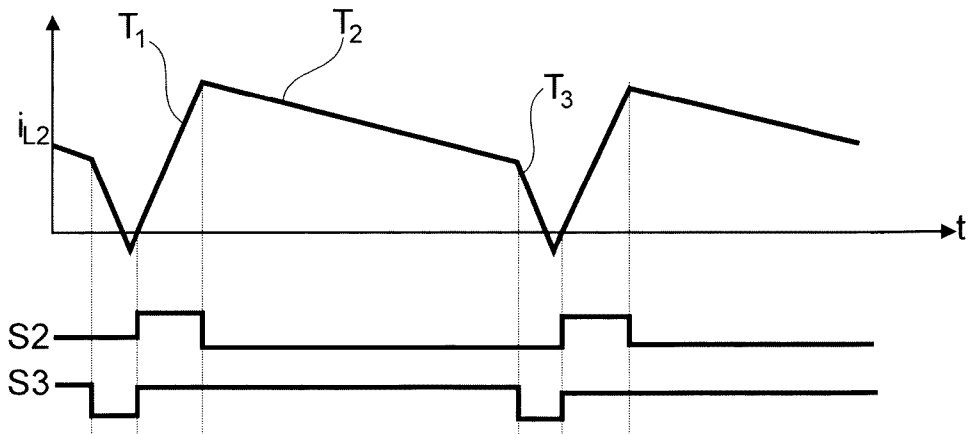


Fig. 7b

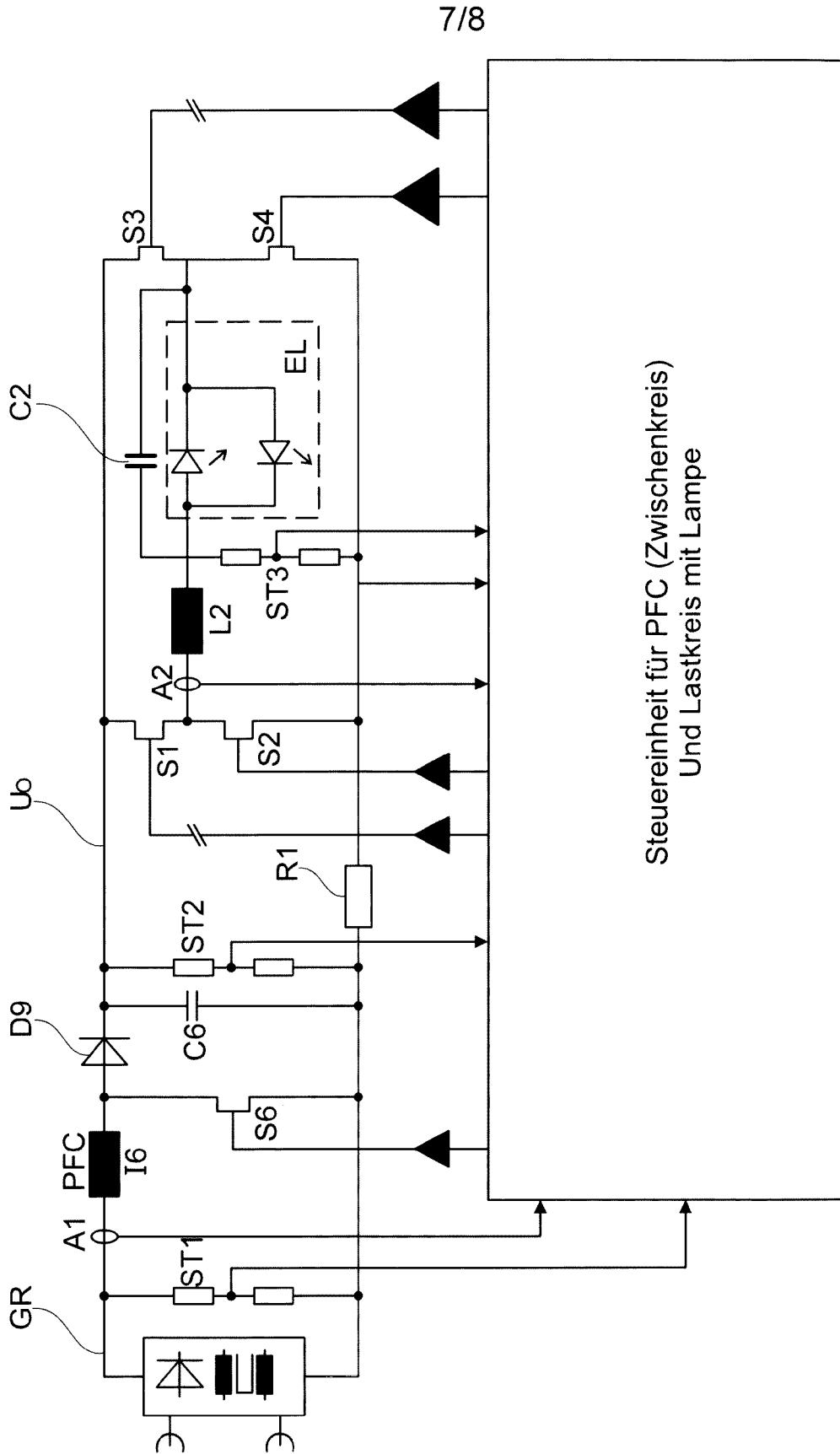


Fig. 8

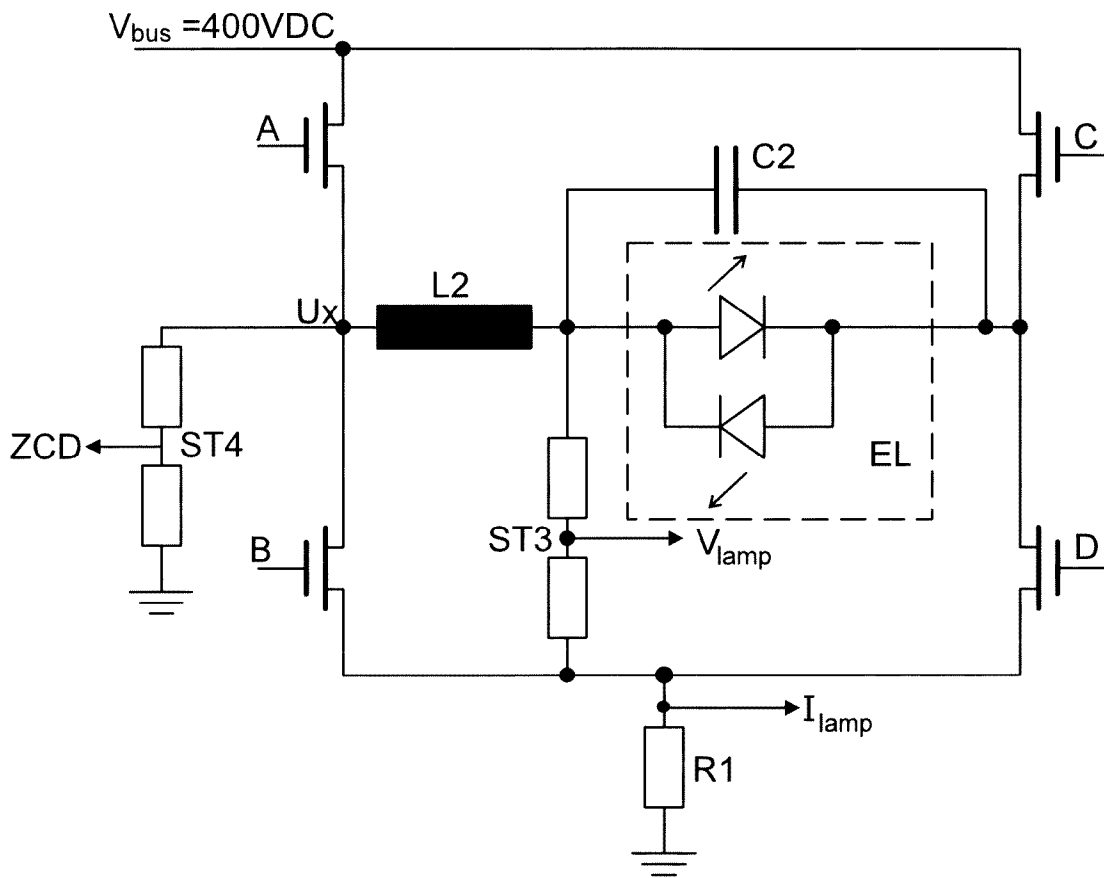


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2017/060375

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. H05B33/08  
ADD.  
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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/105003 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 18 July 2013 (2013-07-18)	1,13
Y	paragraph [0019] - paragraph [0052]; figures 1-3	2-12, 14-18
Y	----- WO 2009/115260 A1 (TRIDONICATCO GMBH & CO KG [AT]; TRIDONICATCO SCHWEIZ AG [CH]; HUBER MA) 24 September 2009 (2009-09-24) page 6, line 10 - page 17, line 19; figure 1	2-12, 14-18
A	----- US 2012/249003 A1 (ESAKI SANA [JP] ET AL) 4 October 2012 (2012-10-04) paragraph [0058] - paragraph [0063]; figure 5	1,13
	-----	

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  10 July 2017	Date of mailing of the international search report  14/07/2017
---	--

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Henderson, Richard
--	--

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/060375

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
WO 2013105003	A1	18-07-2013	CN 104137650 A	05-11-2014
			EP 2761978 A1	06-08-2014
			ES 2579343 T3	10-08-2016
			JP 5857138 B2	10-02-2016
			JP 2015506084 A	26-02-2015
			PL 2761978 T3	31-10-2016
			US 2014333219 A1	13-11-2014
			WO 2013105003 A1	18-07-2013
-----				
WO 2009115260	A1	24-09-2009	CN 101978789 A	16-02-2011
			EP 2266374 A1	29-12-2010
			WO 2009115260 A1	24-09-2009
-----				
US 2012249003	A1	04-10-2012	CN 102740547 A	17-10-2012
			JP 5828067 B2	02-12-2015
			JP 2012221599 A	12-11-2012
			US 2012249003 A1	04-10-2012
-----				

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. H05B33/08  
 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2013/105003 A1 (KONINKL PHILIPS NV [NL]) 18. Juli 2013 (2013-07-18)	1,13
Y	Absatz [0019] - Absatz [0052]; Abbildungen 1-3	2-12, 14-18
Y	----- WO 2009/115260 A1 (TRIDONICATCO GMBH & CO KG [AT]; TRIDONICATCO SCHWEIZ AG [CH]; HUBER MA) 24. September 2009 (2009-09-24) Seite 6, Zeile 10 - Seite 17, Zeile 19; Abbildung 1	2-12, 14-18
A	----- US 2012/249003 A1 (ESAKI SANA [JP] ET AL) 4. Oktober 2012 (2012-10-04) Absatz [0058] - Absatz [0063]; Abbildung 5	1,13



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

10. Juli 2017

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

14/07/2017

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

Henderson, Richard

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/060375

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2013105003 A1	18-07-2013	CN 104137650 A	05-11-2014
		EP 2761978 A1	06-08-2014
		ES 2579343 T3	10-08-2016
		JP 5857138 B2	10-02-2016
		JP 2015506084 A	26-02-2015
		PL 2761978 T3	31-10-2016
		US 2014333219 A1	13-11-2014
		WO 2013105003 A1	18-07-2013
WO 2009115260 A1	24-09-2009	CN 101978789 A	16-02-2011
		EP 2266374 A1	29-12-2010
		WO 2009115260 A1	24-09-2009
US 2012249003 A1	04-10-2012	CN 102740547 A	17-10-2012
		JP 5828067 B2	02-12-2015
		JP 2012221599 A	12-11-2012
		US 2012249003 A1	04-10-2012