

(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
26. September 2013 (26.09.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/138829 A1

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

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2013/000048

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. März 2013 (21.03.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
GM 108/2012 21. März 2012 (21.03.2012) AT

(71) Anmelder: **TRIDONIC GMBH & CO KG** [AT/AT];
Färbergasse 15, A-6850 Dornbirn (AT).

(72) Erfinder: **MITTERBACHER, Andre**; Amselried 10, A-
6850 Dornbirn (AT). **KELLER, Ueli**; Obere Allmeind 2,
CH-8755 Ennenda (CH). **PEREIRA, Eduardo**;
Glärnerstrasse 21C, CH-8854 Siebnen (CH).

(74) Anwalt: **BARTH, Alexander**; TRIDONIC GmbH & Co.
KG, Färbergasse 15, A-6851 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, DK,

DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen
eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: OPERATING CIRCUIT FOR LEDS, HAVING DIMMING SIGNAL COMPRISING HIGH-FREQUENCY
MODULATED PULSE PACKET SIGNAL WITH HARMONISED FREQUENCIES

(54) Bezeichnung : BETRIEBSSCHALTUNG FÜR LEUCHTDIODEN, MIT DIMMSIGNAL AUS HOCHFREQUENT
MODULIERTEM IMPULSPAKETE- SIGNAL, MIT ABGESTIMMTEN FREQUENZEN

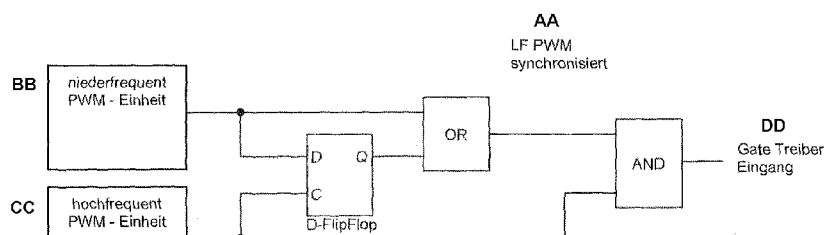


Fig. 7

AA LF PWM synchronisiert
BB Low-frequency PWM unit
CC High-frequency PWM unit
DD Gate driver input

(57) Abstract: The invention relates to a method for activating at least one LED, which is supplied with a direct current voltage or a rectified alternating current voltage and which by means of a coil (L1) and a first switch (S1) clocked by a control/regulating unit (SR) provides a supply voltage for at least one LED, wherein when the first switch (S1) is switched on the coil (L1) temporarily stores energy that discharges via a diode (D1) and at least one LED when the first switch (S1) is switched off and wherein the control unit (SR) activates the first switch (S1) by means of a dimming signal. Said method is characterised in that the dimming signal is generated by externally combining a low-frequency signal and a high-frequency signal, wherein the pulse width (TON*LF) of the low-frequency signal is selected as an integral multiple of the cycle duration of the high-frequency signal.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Verfahren zur Ansteuerung wenigstens einer LED, der eine Gleichspannung oder gleichgerichtete Wechselspannung zugeführt wird und der mittels einer Spule (L1) und einem durch eine Steuer/Regeleinheit (SR) getakteten ersten Schalter (S1) eine Versorgungsspannung für wenigstens eine LED bereitstellt, wobei bei eingeschaltetem erstem Schalter S1 in der Spule (L1) eine Energie zwischengespeichert wird, die sich bei ausgeschaltetem erstem Schalter (S1) über eine Diode (D1) und über wenigstens eine LED entlädt, wobei die Steuereinheit (SR) den ersten Schalter (S1) mit einem Dimm-Signal ansteuert, dadurch gekennzeichnet, dass das Dimm-Signal durch eine externe Verknüpfung eines niederfrequenten Signals und eines hochfrequenten Signals erzeugt wird wobei die Pulsbreite ($\text{TON} \cdot \text{LF}$) des niederfrequenten Signals als ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer des hochfrequenten Signals gewählt wird.

**BETRIEBSSCHALTUNG FÜR LEUCHTDIODEN, MIT DIMMSIGNAL AUS HOCHFREQUENT
MODULIERTEM IMPULSPAKETE- SIGNAL, MIT ABGESTIMMTEN FREQUENZEN**

Die Erfindung betrifft eine Betriebsschaltung mit
5 Leuchtdioden gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1
sowie ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des
Patentanspruchs 10.

Technisches Gebiet

10

Halbleiterlichtquellen wie beispielsweise Leuchtdioden
sind während der letzten Jahre für Beleuchtungsanwendungen
zunehmend interessant geworden. Der Grund dafür liegt
unter anderem darin, dass entscheidende technische
15 Innovationen und große Fortschritte sowohl bei der
Helligkeit als auch bei der Lichteffizienz (Lichtleistung
pro Watt) dieser Lichtquellen erzielt werden konnten.
Nicht zuletzt durch die vergleichsweise lange Lebensdauer
konnten sich Leuchtdioden zu einer attraktiven Alternative
20 zu herkömmlichen Lichtquellen wie Glüh- oder
Gasentladungslampen entwickeln.

Stand der Technik

25 Halbleiterlichtquellen sind aus dem Stand der Technik
hinreichend bekannt und werden im Folgenden als LED
(light-emitting-diode) abgekürzt. Dieser Begriff soll im
Folgenden sowohl Leuchtdioden aus anorganischen
Materialien als auch Leuchtdioden aus organischen
30 Materialien umfassen. Es ist bekannt, dass die
Lichtabstrahlung von LEDs mit dem Stromfluss durch die
LEDs korreliert.

Zur Helligkeitsregelung werden LEDs daher grundsätzlich in einem Modus betrieben, in dem der Stromfluss durch die LED geregelt wird.

- 5 In der Praxis werden zur Ansteuerung einer Anordnung von einer oder mehrerer LEDs vorzugsweise Schaltregler, beispielsweise Tiefsetzsteller (Step-Down oder Buck Converter) verwendet. Ein solcher Schaltregler ist beispielsweise aus der DE 10 2006 034 371 A1 bekannt.
- 10 Dabei steuert eine Steuereinheit einen hochfrequent getakteten Schalter (beispielsweise einen Leistungstransistor) an. Im eingeschalteten Zustand des Schalters fließt Strom über die LED Anordnung und eine Spule, die dadurch aufgeladen wird. Die
- 15 zwischengespeicherte Energie der Spule entlädt sich im ausgeschalteten Zustand des Schalters über die LEDs (Freilaufphase). Der Strom durch die LED Anordnung zeigt einen zickzackförmigen zeitlichen Verlauf: bei eingeschaltetem Schalter zeigt der LED-Strom eine
- 20 ansteigende Flanke, bei ausgeschaltetem Schalter ergibt sich eine abfallende Flanke. Der zeitliche Mittelwert des LED-stroms stellt den Effektivstrom durch die LED-anordnung dar und ist ein Maß für die Helligkeit der LEDs. Durch entsprechende Taktung des Leistungsschalters kann
- 25 der mittlere, effektive Strom geregelt werden.

- Die Funktion des Betriebsgeräts ist nun, einen gewünschten mittleren Stromfluss durch die LEDs einzustellen und die zeitliche Schwankungsbreite des Stroms, bedingt durch das
- 30 hochfrequente Ein- und Abschalten des Schalters (typischerweise im Bereich oberhalb von 10 kHz), möglichst gering zu halten.

Eine große Schwankungsbreite des Stroms (Welligkeit oder Rippel) wirkt sich besonders bei LEDs nachteilig aus, da mit Veränderung der Stromamplitude sich das Spektrum des emittierten Lichts verändern kann.

Um das emittierte Lichtspektrum während des Betriebs möglichst konstant zu halten, ist es bekannt, bei LEDs für Helligkeitsregelungen nicht die Stromamplitude zu variieren, sondern ein sogenanntes PWM (pulse-width-modulation) - Verfahren anzuwenden. Dabei werden den LEDs durch das Betriebsgerät niederfrequente (typischerweise mit einer Frequenz im Bereich von 100-1000 Hz) Pulspakete mit (im zeitlichen Mittel) konstanter Stromamplitude zugeführt. Dem Strom innerhalb eines Pulspakets ist der oben angeführter hochfrequente Rippel überlagert. Die Helligkeit der LEDs kann nun durch die Frequenz der Pulspakete gesteuert werden; die LEDs können beispielsweise gedimmt werden, indem der zeitliche Abstand zwischen den Pulspaketen vergrößert wird.

Eine praktische Anforderung an das Betriebsgerät ist, dass es möglichst flexibel und vielseitig eingesetzt werden kann, beispielsweise unabhängig davon, wie viele LEDs als Last tatsächlich angeschlossen sind und betrieben werden sollen. Die Last kann sich zudem während des Betriebs ändern, wenn beispielsweise eine LED ausfällt.

Bei herkömmlichen Technologien werden die LEDs in einem sogenannten 'continuous conduction mode' bzw. nichtlückendem Betrieb betrieben. Dieses Verfahren sei anhand von Figur 1a und Figur 1b näher erläutert (Stand der Technik).

Im in Figur 1a gezeigten Beispiel ist als Grundsaltung ein Tiefsetzsteller (Buck-Converter) für den Betrieb zumindest einer LED (oder mehrerer in Serie geschalteten LEDs) dargestellt, die einen ersten Schalter S1 aufweist. Die Betriebsschaltung wird mit einer Gleichspannung bzw. einer gleichgerichteten Wechselspannung U_0 versorgt.

Im eingeschalteten Zustand des ersten Schalters S1 (während der Zeitdauer t_{on}) wird in der Spule L1 Energie aufgebaut, die sich im ausgeschalteten Zustand des ersten Schalters S1 (Zeitdauer t_{off}) über zumindest eine LED entlädt. Der sich ergebende zeitliche Stromverlauf ist in Figur 1b abgebildet (Stand der Technik). Dabei sind zwei Pulspakete des PWM dargestellt. Der Stromverlauf innerhalb eines Pulspakets ist zudem vergrößert dargestellt. Aus Gründen der Farbkonstanz soll innerhalb eines Pulspakets die Amplitude des Ripples möglichst gering sein. Dies kann durch geeignete Wahl des Einschaltzeitpunkts t_0 und Ausschaltzeitpunkts t_1 erfolgen. So können diese Zeitpunkte beispielsweise so gewählt werden, dass der erste Schalter S1 eingeschaltet wird, wenn der Strom einen bestimmten minimalen Referenzwert unterschreitet und der Schalter ausgeschaltet wird, wenn der Strom einen maximalen Referenzwert überschreitet. Dieses Verfahren hat aber mehrere Nachteile: Zum einen, um einen möglichst geringen Ripple zu erzielen, ist eine rasche Abfolge von Ein- und Auschaltvorgängen notwendig. Die Steigung (positive bzw. negative Flanke) des Stroms ist nämlich nicht vom Betriebsgerät steuerbar und als gegeben zu betrachten, da sie u.a. durch die Induktivität der Spule L1 und durch die Leistungsaufnahme der LEDs bestimmt ist.

Aufgrund von Toleranzen bei den Bauteilen der Betriebsschaltung und auch aufgrund der begrenzten Auflösung der Takteinheiten kann es zu
5 Flickererscheinungen oder anderen Störungen kommen.

Darstellung der Erfindung

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine
10 gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Betriebsschaltung für wenigstens eine LED und ein Verfahren zum Betrieb wenigstens einer LED bereitzustellen, welche auf einfache Art und Weise die Konstanthaltung des Stroms und somit der LED-leistung
15 ermöglicht.

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

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird der Betriebsschaltung für wenigstens eine LED eine Gleichspannung oder gleichgerichtete Wechselspannung
25 zugeführt. Eine Versorgungsspannung für wenigstens eine LED wird mittels einer Spule und einem durch eine Steuereinheit getakteten ersten Schalter bereitstellt, wobei bei eingeschaltetem erstem Schalter in der Spule eine Energie zwischengespeichert wird, die sich bei
30 ausgeschaltetem ersten Schalter über eine Diode und über der wenigstens einen LED entlädt.

Die Steuereinheit steuert den ersten Schalter mit einem Dimm-Signal an, wobei das Dimm-Signal durch eine Verknüpfung eines niederfrequenten Signals und eines hochfrequenten Signals erzeugt wird und diese Verknüpfung vorzugsweise innerhalb der Steuereinheit angeordnet ist. Die Pulsbreite ($\text{TON} \cdot \text{LF}$) und / oder die Periodendauer des niederfrequenten Signals werden als ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer des hochfrequenten Signals gewählt bzw. festgelegt.

10

Eine Änderung der Helligkeit der LED kann durch eine Änderung der Frequenz des niederfrequenten Signals erfolgen. Die Änderung der Frequenz erfolgt durch Änderung der Ausschaltzeitdauer des niederfrequenten Signals.

15

Vorzugsweise wird dabei die Ausschaltzeitdauer des niederfrequenten Signals erhöht, wenn die Helligkeit verringert werden soll, und es wird die Ausschaltzeitdauer des niederfrequenten Signals verringert, wenn die Helligkeit erhöht werden soll.

20

Die Steuereinheit kann den Ausschaltzeitpunkt des ersten Schalters so wählen, dass möglichst geringe Schaltverluste auftreten und trotzdem der Stromfluss durch die wenigstens eine LED einen möglichst geringen Rippel aufweist.

25

Beispielsweise weist die Betriebsschaltung eine erste Sensoreinheit, die ein vom Stromfluss durch den ersten Schalter abhängendes erstes Sensorsignal erzeugt, und/oder eine zweite Sensoreinheit auf, die das Erreichen der Entmagnetisierung der Spule detektiert und ein zweites Sensorsignal erzeugt. Die zweite Sensoreinheit kann beispielsweise auch die Spannung oder den Strom durch die

30

LED erfassen und abhängig davon ein zweites Sensorsignal erzeugen. Die Sensorsignale werden an die Steuereinheit zugeführt und bearbeitet.

- 5 Beispielsweise verwendet die Steuereinheit ein Signal der ersten Sensoreinheit oder ein Signal der zweiten Sensoreinheit oder eine Kombination von beiden Signalen zur Festlegung des Ein- und / oder Ausschaltzeitpunkts und / oder des Tastverhältnisses des ersten Schalters.
- 10 Beispielsweise schaltet das Steuereinheit den ersten Schalter aus, wenn der Strom durch den ersten Schalter einen maximalen Referenzwert überschreitet und schaltet optional zu dem Zeitpunkt wieder ein, wenn der Strom durch
- 15 die LED einen minimalen Referenzwert unterschreitet, beispielsweise wenn die Spule entmagnetisiert ist und/oder die Diode sperrt. Der Zeitpunkt des Wiedereinschaltens kann auch durch eine vorgegebene Frequenz festgelegt sein.
- 20 In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die erste Sensoreinheit ein Messwiderstand (Shunt). In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die zweite Sensoreinheit eine induktiv an die Spule gekoppelten Sekundärwicklung oder ein Hallsensor oder die
- 25 zweite Sensoreinheit erkennt das Erreichen der Entmagnetisierung der Spule, indem sie die Spannung oberhalb des ersten Schalters mittels eines (ohmschen) Spannungsteilers überwacht.
- 30 In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird die Betriebsschaltung für wenigstens eine LED durch eine resonante oder quasi-resonante Schaltung gebildet. Eine

- Versorgungsspannung für wenigstens eine LED wird mittels zumindest einem durch eine Steuereinheit getakteten ersten Schalter bereitstellt, wobei der erste Schalter im eingeschalteten Zustand einen Resonanzkreis speist, der
- 5 vorzugsweise zumindest eine Spule als Induktivität aufweist. In dem Resonanzkreis, vorzugsweise in der Spule wird eine Energie zwischengespeichert, die sich bei ausgeschaltetem erstem Schalter über eine Diode und über der wenigstens einen LED entlädt. Zwischen die Diode und
- 10 die LED kann auch ein Kondensator als Glättungskondensator geschaltet sein, der direkt oder indirekt parallel zu der LED angeordnet ist. Der Resonanzkreis kann auch einen Resonanzkondensator aufweisen. Die Spule kann auch Teil eines Transformators sein oder es kann zusätzlich zu der
- 15 Spule auch ein Transformator in dem Resonanzkreis angeordnet sein. Der erste Schalter kann auch Teil eines Wechselrichters sein, beispielsweise einer alternierend getakteten Halbbrücke.
- 20 Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Ansteuerung wenigstens einer LED.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand weiterer Unteransprüche.

25

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen näher beschrieben.

- 30 Figur 1a zeigt eine Schaltungsanordnung gemäß dem bekannten Stand der Technik

Figur 1b zeigt ein Diagramm mit dem zeitlichen Verlauf des LEDstroms in der Schaltungsanordnung von Figur 1a (Stand der Technik)

Figur 2a zeigt ein erstes Beispiel einer Betriebsschaltung
5 (Buck) für LEDs

Figur 2b zeigt ein Diagramm, das zeitabhängige Stromverläufe und Steuersignale in der in Fig 2a dargestellten Schaltungsanordnung darstellt

Figur 3 und Figur 4 zeigen spezielle Ausführungsformen
10 einer Betriebsschaltung

Figur 5 zeigt eine Abwandlung der Schaltung von Figur 2a (Buck-Boost)

Figur 6 zeigt eine weitere spezielle Ausführungsform einer Betriebsschaltung

15 Figur 7 zeigt ein erstes Beispiel einer erfindungsgemäßen Ausführung einer Steuereinheit SR

Figur 8 a zeigt ein Beispiel einer erfindungsgemäßen Ansteuerung einer Betriebsschaltung für LEDs

Figur 8 b zeigt ein Beispiel einer Ansteuerung einer
20 Betriebsschaltung für LEDs gemäß dem Stand der Technik

Figur 9 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Betriebsschaltung

25 Figur 1a und Figur 1b zeigen den Stand der Technik.

Die in Figur 2a dargestellte Schaltungsanordnung dient zum Betrieb von wenigstens einer (oder mehrerer in Serie und / oder parallel geschalteten) LED. Im dargestellten Beispiel
30 sind beispielsweise zwei LEDs in Serie geschaltet, es können natürlich auch nur eine oder mehrere LEDs sein.

Die LED bzw. die seriell und / oder parallel geschalteten LEDs werden im Folgenden auch LED-strecke genannt. Ein Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass sich die Betriebsschaltung sehr flexibel an die Art und Anzahl der seriell verbundenen LEDs anpasst. Der Schaltung wird eine Gleichspannung U_0 zugeführt, die natürlich auch eine gleichgerichtete Wechselspannung sein kann. Vorzugsweise ist die Gleichspannung U_0 aber eine möglichst konstante Gleichspannung, sie kann jedoch einen geringen Wechselstromanteil als Rippel aufweisen. Die LEDs sind in Serie mit einer Spule L_1 und einem ersten Schalter S_1 verbunden.

Zudem weist die Schaltungsanordnung eine Diode D_1 (die Diode D_1 ist parallel zu den LEDs und der Spule L_1 geschaltet) und optional einen zu den LEDs parallel geschalteten Kondensator C_1 auf. Im eingeschalteten Zustand des ersten Schalters S_1 fließt Strom durch die LEDs und durch die Spule L_1 , die dadurch magnetisiert wird. Im ausgeschalteten Zustand des ersten Schalters S_1 entlädt sich die im Magnetfeld der Spule gespeicherte Energie in Form eines Stroms über die Diode D_1 und die LEDs. Parallel dazu wird am Beginn des Einschaltens des ersten Schalters S_1 der Kondensator C_1 geladen. Während der Ausschaltphase des ersten Schalters S_1 (Freilaufphase) entlädt sich der Kondensator C_1 und trägt zum Stromfluss durch die LED-strecke bei. Bei geeigneter Dimensionierung des Kondensators C_1 führt dies zu einer Glättung des Stroms durch die LEDs.

30

Als erster Schalter S_1 wird vorzugsweise ein Feldeffekttransistor oder auch Bipolartransistor

verwendet. Der erste Schalter S1 wird hochfrequent geschaltet, typischerweise in einem Frequenzbereich von über 10 kHz, vorzugsweise über 50kHz.

Ein Vorteil dieser Betriebsart ist, dass der erste

- 5 Schalter S1 im Betrieb geschont wird, wenn er, wie später ausgeführt, vorzugsweise dann eingeschaltet wird, wenn die an ihm anliegende Leistung nahezu null ist. Beim Stand der Technik dagegen, wo die Schaltvorgänge unter hoher Leistung ablaufen, muss für den ersten Schalter S1 ein
- 10 hochwertiges Bauelement mit sehr kurzer Schaltdauer eingesetzt werden, um die Schaltverluste in einem tolerierbaren Rahmen zu halten.

Ein Vorteil dieser Betriebsart ist, dass für den ersten Schalter S1 und die Diode D1 durchaus auch ein

- 15 vergleichsweise billigeres Bauelement mit vergleichsweise etwas längerer Schaltdauer oder längerer Ausräumzeit eingesetzt werden kann.

In der Schaltung von Figur 2a ist weiters eine

- 20 Steuereinheit SR vorgesehen, die zur Regelung der LED-leistung die Taktung des ersten Schalters S1 vorgibt.

Die Steuereinheit SR verwendet zur Festlegung des genauen Einschalt- und Ausgangszeitpunkts des ersten Schalters S1 als Eingangsgrößen Signale von einer ersten Sensoreinheit

25 SE1 und/oder Signale von einer zweiten Sensoreinheit SE2.

- Die erste Sensoreinheit SE1 ist in Serie zum ersten Schalter S1 angeordnet und erfasst den Stromfluss durch
- 30 den ersten Schalter S1. Dies dient zur Überwachung des Stromflusses durch den ersten Schalter S1. Übersteigt der Stromfluss durch den ersten Schalter S1 einen bestimmten

maximalen Referenzwert, so wird der erste Schalter S1 ausgeschaltet.

In einer vorteilhaften Ausführungsform kann es sich bei der ersten Sensoreinheit SE1 beispielsweise um einen
5 Messwiderstand (Shunt oder Strommesswiderstand) handeln.

Zur Überwachung des Stromflusses kann nun der Spannungsabfall am Messwiderstand (Shunt) abgegriffen werden und beispielsweise mittels eines Komparators mit
10 einem Referenzwert verglichen werden.

Überschreitet der Spannungsabfall am Messwiderstand (Shunt) einen bestimmten Wert, so wird der erste Schalter S1 abgeschaltet.

15

Die zweite Sensoreinheit SE2 ist innerhalb des Stromzweiges, der während der Freilaufphase vom Strom durchflossen wird, angeordnet, vorzugsweise in der Nähe oder an der Spule L1 oder auch in Serie oder parallel zu
20 der LED (beispielsweise als Stromspiegel). Mit Hilfe der zweiten Sensoreinheit SE2 kann die Steuereinheit SR einen geeigneten Zeitpunkt für den Einschaltzeitpunkt des ersten Schalters S1 festlegen.

25 In einer möglichen Betriebsweise wird der ersten Schalter S1 vorzugsweise dann eingeschaltet, wenn der Strom durch die Spule L1 zum ersten Mal null ist oder zumindest sehr gering ist, dass heißt vorzugsweise in dem Zeitbereich, wenn die Diode D1 am Ende der Freilaufphase sperrt. In
30 diesem Fall liegt zum Einschaltzeitpunkt des ersten Schalters S1 ein möglichst geringer Strom am Schalter S1 an.

Durch Erkennen des Stromnulldurchgangs durch die Spule L1 wird ein nahezu verlustfreies Schalten ermöglicht.

Vorzugsweise zeigt der Strom durch die LEDs nur geringe Welligkeit und schwankt nicht stark. Dies ist auf die

- 5 glättende Wirkung des zu den LEDs parallel geschalteten Kondensators C1 zurückzuführen. Während der Phase eines geringen Spulenstroms übernimmt der Kondensator C1 die Speisung der LED.

- 10 Die Ausschaltdauer des Schalters S1 kann aber auch durch eine fix vorgegebene Frequenz vorgegeben sein. In diesem Fall ergibt sich die Ausschaltdauer des Schalters S1 aus der verbleibenden Restzeit der Periodendauer der Taktfrequenz des Schalters S1 (im weiteren auch als
- 15 hochfrequentes Signal bezeichnet), also dem Differenz von Periodendauer und Einschaltzeitdauer des Schalters S1.

- Die einzelnen Stromverläufe und der optimale Einschaltzeitpunkt des ersten Schalters S1 sollen anhand
- 20 des Diagrams in Figur 2b näher erläutert werden.

Analog zu Diagramm in Figur 1b ist der zeitliche Verlauf des Stroms i_L über zwei Pulspakete dargestellt.

- 25 Die vergrößerte Darstellung zeigt den Stromverlauf innerhalb eines PWM Pulspaketes: Es ist der zeitliche Verlaufs des Stroms i_L durch die Spule L1, der zeitliche Verlauf des Stroms i_{LED} durch die LEDs und der zeitliche Verlauf des Zustand des ersten Schalters S1 aufgetragen
- 30 (Im Zustand 0 ist der erste Schalter S1 ausgeschaltet, im Zustand 1 ist der Schalter geschlossen; die Signale für den Zustand des Schalters S1 entsprechen dem

Ansteuersignal (also am Gate) des Schalters S1). Zum Zeitpunkt t_0 wird der erste Schalter S1 geschlossen und es beginnt ein Strom durch die LED und die Spule L1 zu fließen. Der Strom i_L zeigt einen Anstieg gemäß einer

5 Exponentialfunktion, wobei im hier interessierenden Bereich ein quasi-linearer Anstieg des Stroms i_L zu erkennen ist.

i_{LED} unterscheidet sich von i_L dadurch, dass ein Teil des Stroms i_L zur Ladung des Kondensators C1 beiträgt.

10 Das Öffnen des ersten Schalters S1 zum Zeitpunkt t_1 (beispielsweise wenn ein gewünschter maximaler Referenzwert erreicht ist) hat zur Folge, dass sich die im Magnetfeld der Spule gespeicherten Energie über die Diode D1 und die LEDs bzw. den Kondensator C1 entlädt. Der Strom

15 i_L fließt in die gleiche Richtung weiter, nimmt aber kontinuierlich ab und kann sogar einen negativen Wert erreichen. Ein negativer Strom (d.h. ein Stromfluss mit umgekehrter Richtung) ist solange vorhanden, solange die Ladungsträger, die zuvor in der leitend gepolten Diode D1

20 angereichert wurden, aus der Sperrschicht der Diode D1 ausgeräumt sind.

Der Strom i_{LED} hingegen nimmt nur schwach ab und wird aufrechterhalten, da der Kondensator C1 glättend wirkt.

25 Zum Zeitpunkt t_2 sperrt die Diode. Der Strom i_L nimmt ab (ist aber weiter negativ) und geht gegen null. In dieser Phase werden parasitäre Kapazitäten an der Diode D1 und weitere parasitäre Kapazitäten in der restlichen Schaltung umgeladen.

30

Die Spannungen am Knotenpunkt U_x oberhalb des ersten Schalters S1 und an der Spule L1 ändern sich in diesem

Zeitraum sehr rasch. Die Spannung am Knotenpunkt U_x fällt auf einen niedrigen Wert ab (aufgrund des Sperrens der Diode D_1). Ein vorteilhafter Wiedereinschaltzeitpunkt t_3 für den ersten Schalter S_1 ist nun gegeben, wenn der Strom i_L den Nulldurchgang, oder zumindest die Nähe des Nulldurchgangs, erreicht. Zu diesem Zeitpunkt ist die Spule L_1 nicht bzw. kaum magnetisiert.

Der ersten Schalter S_1 kann zu diesem Zeitpunkt mit sehr geringen Verlusten eingeschaltet werden, da kaum Strom durch die Spule L_1 fließt. Ein Wiedereinschalten ist aber auch bereits zum Zeitpunkt t_2 oder kurz vorher möglich, da der Strom durch die Spule L_1 in diesem Zeitbereich sehr niedrig ist.

Zur Detektion des vorteilhaften Einschaltzeitpunkts für den ersten Schalter S_1 dient nun eine zweite Sensoreinheit SE_2 . In einer ersten Ausführungsform kann beispielsweise der Strom i_L durch die Spule L_1 erfasst werden. Dies erfordert aber relativ aufwendige Schaltungen. Der Strom i_L durch die Spule L_1 kann beispielsweise mittels eines Hallensors erfasst werden. Zusätzlich oder alternativ können daher weitere/andere Größen herangezogen werden, die zur Detektion eines vorteilhaften Einschaltzeitpunkts geeignet sind.

In einer weiteren Ausführungsform kann beispielsweise der Magnetisierungszustand der Spule L_1 erfasst werden. Es kann sich bei der zweiten Sensoreinheit SE_2 beispielsweise um eine Sekundärwicklung L_2 an der Spule L_1 handeln, die die Spannung an der Spule L_1 abgreift. Die Überwachung des zeitlichen Spannungsverlaufs an der Spule L_1 (insbesondere des 'Einbruchs' kurz nach Sperren der Diode D_1 nach dem

Zeitpunkt t_2) ermöglicht eine Aussage über den vorteilhaften Wiedereinschaltzeitpunkts des ersten Schalters S1. In einer einfachen Ausführungsvariante würde ein Komparator reichen, der das Erreichen der

5 Entmagnetisierung (und somit den Nulldurchgang) anhand des Über- bzw. Unterschreitens eines Schwellwerts erkennen kann.

Anstatt oder ergänzend zur Spannungsüberwachung an der

10 Spule L1 kann beispielsweise die Spannung am Knotenpunkt Ux oberhalb des ersten Schalters S1 überwacht werden. Die Spannung am Knotenpunkt Ux fällt beim Sperren der Diode von einem hohen Wert signifikant ab auf einen niedrigen Wert. Das Signal zum Wiedereinschalten des ersten

15 Schalters S1 kann daher bei Unterschreiten der Spannung Ux unter einem gewissen Schwellwert ausgelöst werden. Die Steuereinheit SR schaltet den ersten Schalter S1 zu dem Zeitpunkt wieder ein, wenn die Spule L1 entmagnetisiert ist und/oder die Diode D1 sperrt. Die zweite Sensoreinheit

20 SE2 kann dabei aus einer induktiv an die Spule L1 gekoppelten Sekundärwicklung L2 oder aus einem Spannungsteiler (R1, R2) am Knotenpunkt Ux bestehen.

Für den Betrieb der Betriebsschaltung und die Einstellung

25 des Stromes durch die LED sind aber auch andere Regelmechanismen denkbar, so kann beispielsweise das Unterschreiten eines vorgegebenen Schwellwertes für den LED Strom eine Bedingung für das Wiedereinschalten sein. Es wäre auch eine Regelung nur aufgrund des während der

30 Einschaltphase des Schalters S1 erfassten Stromes durch den Messwiderstand (Shunt) RS möglich, wobei in diesem Fall beispielsweise die Einschaltzeit des Schalters S1 bei

fixer Taktfrequenz verändert werden kann oder es kann der LED Strom anhand des über die Zeit gemittelten Stromes geregelt werden.

- 5 Die Steuereinheit SR verwendet die Information von der ersten Sensoreinheit SE1 und/oder der zweiten Sensoreinheit SE2 zur Festlegung des Aus- und Einschaltzeitpunkts des ersten Schalter S1 und generiert somit ein hochfrequentes Signal zur direkten oder
10 indirekten Regelung des LED Stromes. Es ist auch eine Leistungsregelung mittels der Auswertung der der Betriebsschaltung zugeführten Leistung denkbar.

Die Einstellung der Helligkeit kann durch Einstellung der
15 zeitlich gemittelten LEDleistung durch die Steuereinheit SR erfolgen, vorzugsweise in Form von niederfrequenten PWM-Signalen. Die Frequenz des niederfrequenten PWM Signals zur Einstellung der Helligkeit liegt typischerweise in der Größenordnung von 100 - 1000 Hz.

- 20 Die Fig. 8 b zeigt ein Beispiel nach dem Stand der Technik, wo ein Pulspaket (wie in Fig. 1b schon erläutert) von hochfrequenten Pulsen durch das Ende der Pulsbreite des niederfrequenten Pulses abgeschnitten wird, und zwar
25 zu einem Zeitpunkt, wo eine Periodendauer eines hochfrequenten Pulsen nicht vollendet wird. Die Pulsbreite des niederfrequenten Pulses bestimmt dabei die Breite des Pulspaketes. Es kann ein derartiges Abschneiden sowohl während einer fallenden als auch einer steigenden Flanke
30 eines hochfrequenten Pulses auftreten.

Das Beispiel der Fig. 7 zeigt die erfindungsgemäße Ansteuerung des Schalter S1 durch die Steuereinheit SR, wie es beispielsweise auf die Schaltung nach dem Beispiel der Fig. 2 anwendbar ist. In der Fig. 8 a sind das

5 niederfrequente Signal (LF) und das hochfrequente Signal (HF) sowie das sich ergebende Dimm-signal (FET) in ihrem beispielhaften zeitlichen Verlauf dargestellt, die genaue Funktionsweise wird im Folgenden anhand des Beispiels der Fig. 7 erläutert.

10 Eine mögliche Implementierung der Erfindung innerhalb einer Steuereinheit SR ist in Fig. 7 dargestellt. Die Steuereinheit SR steuert den ersten Schalter S1 mit einem Dimm-Signal an, wobei das Dimm-Signal durch eine

15 Verknüpfung eines niederfrequenten Signals und eines hochfrequenten Signals erzeugt wird.

Das niederfrequente Signal und das hochfrequente Signal können intern in der Steuereinheit SR verknüpft sein und an einem Ausgang der Steuereinheit SR ausgegeben werden.

20 Das niederfrequente Signal, welches von einer niederfrequenten PWM-Einheit (Low frequency PWM-Unit) erzeugt werden kann, und das hochfrequente Signal, welches von einer hochfrequenten PWM-Einheit (High frequency PWM-

25 Unit) erzeugt werden kann, können über ein Koppelglied verknüpft sein. Das Koppelglied kann durch eine logische Verknüpfung gebildet sein. Im Beispiel der Fig. 7 wird das

aas niederfrequente Signal, welches von einer niederfrequenten PWM-Einheit (Low frequency PWM-Unit)

30 erzeugt wird, dem D Eingang eines D-FlipFlops zugeführt. Das hochfrequente Signal, welches von einer hochfrequenten PWM-Einheit (High frequency PWM-Unit) erzeugt wird, wird

einem C Eingang des D-FlipFlops zugeführt. Das am Ausgang Q anliegende resultierende Signal des D-FlipFlops wird einer ODER Verknüpfung zugeführt. Auch das niederfrequente Signal, welches von einer niederfrequenten PWM-Einheit (Low frequency PWM-Unit) erzeugt wird, wird der ODER Verknüpfung zugeführt. Das Ausgangssignal der ODER Verknüpfung wird einer UND Verknüpfung zugeführt. Der UND Verknüpfung wird auch hochfrequente Signal, welches von einer hochfrequenten PWM-Einheit (High frequency PWM-Unit) erzeugt wird, zugeführt. Das sich am Ausgang der UND Verknüpfung ergebende Signal bildet das Dimm-Signal, welches dem Gate Treiber Eingang (Gate Driver Input) der Steuereinheit SR und somit dem Gate des Schalters S1 zugeführt wird.

Die Verknüpfung von niederfrequentem Signal und hochfrequentem Signal kann aber auch über eine Berechnung der Parameter für das niederfrequente Signal anhand der Parameter wie der Periodendauer (T_{HF}) des hochfrequenten Signals erfolgen, beispielsweise bei einem digitalen System.

Das niederfrequente Signal und das hochfrequente Signal werden vorzugsweise intern zu dem Dimm-Signal verknüpft und das Dimm-Signal an einem Ausgang der Steuereinheit (SR) ausgegeben. Die Steuereinheit (SR) weist vorzugsweise Mittel zur Verknüpfung des niederfrequenten Signal und des hochfrequenten Signals auf, um die Pulsbreite ($TON \cdot LF$) des niederfrequenten Signals als ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer (T_{HF}) des hochfrequenten Signals zu wählen bzw. festzulegen.

Es wäre auch möglich, dass ein zu der Steuereinheit (SR) externer Microcontroller das niederfrequente Signal erzeugt, indem der Microcontroller eine niederfrequenten PWM-Einheit (Low frequency PWM-Unit) aufweist. Dieses
5 niederfrequente Signal kann der Steuereinheit SR zugeführt werden, wobei die Steuereinheit SR nur die hochfrequente PWM-Einheit (High frequency PWM-Unit) zur Erzeugung des hochfrequenten Signales und das Koppelglied zur Verknüpfung von niederfrequentem Signal und hochfrequentem
10 Signal aufweisen kann. Ein derartiges System ist als Beispiel bei der Fig. 6 erläutert.

Beim Dimmen der LED kann die Frequenz des niederfrequenten Signals geändert werden. Die Änderung der Frequenz des
15 niederfrequenten Signals kann abhängig von der Änderung der Pulsbreite ($\text{TON} \cdot \text{LF}$) des niederfrequenten Signals gewählt werden. Die Änderung der Frequenz ergibt sich dabei aus einer Anpassung der Ausschaltzeitdauer des niederfrequenten Signals. Vorzugsweise wird die Länge der
20 Ausschaltzeitdauer des niederfrequenten Signals erhöht, um die Helligkeit bzw. das Dimmlevel zu verkleinern.

Die Änderung der Frequenz und der Pulsbreite ($\text{TON} \cdot \text{LF}$) des niederfrequenten Signals kann derart erfolgen, dass das
25 Einschaltverhältnis des niederfrequenten Signals bei konstantem Dimmlevel bzw. Helligkeitspegel konstant bleibt.

Vorzugsweise ist das niederfrequente Signal ein
30 niederfrequent gepulstes, insbesondere PWM-Signal, insbesondere im Bereich von etwa 100 Hz bis 1000 Hz, vorzugsweise im Bereich von 500 Hz bis 1000 Hz. Eine zum

Dimmen bzw. Ändern der Helligkeit erforderliche Änderung der Frequenz des niederfrequenten Signals kann dabei im Bereich von beispielsweise 100 Hz bis 200 Hz liegen. Vorzugsweise ist das hochfrequente Signal ein hochfrequent
5 gepulstes, insbesondere PWM-Signal, beispielsweise im Bereich von etwa 50 kHz oder darüber.

Aufgrund der Verknüpfung des niederfrequenten Signals mit dem hochfrequenten Signal kann es erforderlich sein, dass
10 bei einer dauernden Änderung der Frequenz des hochfrequenten Signals eine dauernde Erfassung und Anpassung des niederfrequenten Signals hinsichtlich seiner Pulsbreite erfolgen muß.

15 Aufgrund der Verknüpfung des niederfrequenten Signals mit dem hochfrequenten Signal kann es erforderlich sein, dass beim Dimmen bzw. Ändern der Helligkeit die Pulsbreite des niederfrequenten Signals nur inkrementell geändert wird, wobei die Inkrementlänge eine vollständige Periodendauer
20 oder ein Vielfaches der vollständigen Periodendauer des hochfrequenten Signals beträgt. Eine genaue Abstufung der Anpassung der Helligkeit bzw. des Dimmlevels kann dann über die Länge der Ausschaltzeitdauer des niederfrequenten Signals erfolgen.

25

Das Dimm-Signal, über welches die Helligkeit der LED eingestellt wird, wird also aus Pulspaketen gebildet, vorzugsweise als ein resultierendes gepulstes, insbesondere PWM-Signal, wobei die Pulspakete durch
30 längere Pausen unterbrochen sind.

Das Dimm-signal kann von einer von außen, beispielsweise durch einen Nutzer, vorgegebenen Helligkeitsvorgabe abhängig sein. Diese Helligkeitsvorgabe kann durch das zugeführte niederfrequente Signal

5

Das niederfrequente Signal kann vom angestrebten Dimmlevel der LED abhängig sein. Das niederfrequente Signal kann auch von einem weiteren integrierten Steuerschaltkreis wie beispielsweise einem Microcontroller, der als zentraler
10 Controller angeordnet ist, vorgegeben werden und nur von der Steuereinheit SR durchgeschleift werden. Das niederfrequente Signal kann auch von einem weiteren Microcontroller, der als zentraler Controller angeordnet ist, vorgegeben werden und muß nicht zwangsläufig von der
15 Steuereinheit SR ausgegeben oder durchgeschleift werden.

Das hochfrequente Signal kann vom Strom und / oder der Spannung durch die LED abhängig sein. Das hochfrequente Signal ist von einer Regelschleife abhängig, wobei
20 abhängig von zumindest einem vorgegebenen Sollwert für einen Strom und / oder eine Spannung innerhalb der Betriebsschaltung und dem Vergleich mit einem Istwert zumindest der erste Schalter S1 durch eine hochfrequente Ansteuerung getaktet wird. Beispielsweise kann die
25 Betriebsschaltung im Hysteritischen Modus betrieben werden, wobei der Schalter S1 abhängig vom Erreichen von Schwellwerten ein- und ausgeschaltet wird (z.B. bei einem Einschalter des Schalters S1 bei Erreichen des Nullpunkts des Stromes durch die Spule L1 oder Unterschreiten eines
30 unteren Grenzwertes für den LED Strom und Ausschalten des Schalters S1 bei Überschreiten eines Stroms durch den Schalter S1). Gemäß der Erfindung muß bei dieser

Regelschleife keine Rücksicht auf die aktuelle Helligkeit der LED genommen werden.

Somit ergibt sich durch die Erfindung der Vorteil, dass
5 die Regelschleife für die Regelung des Stromes durch die LED von der Vorgabe der Helligkeit entkoppelt werden kann und trotzdem eine Ansteuerung des Schalters über ein einzelnes Ansteuersignal möglich ist (wobei die Verknüpfung vom hochfrequenten Signal der Regelschleife
10 mit dem niederfrequenten Signal für die Helligkeit vorzugsweise intern der Steuereinheit SR verknüpft wird).

Die Regelschleife für die Regelung des Stromes durch die LED und somit das hochfrequente Signal kann auch dazu
15 genutzt werden, um auftretende Schwankungen in der Gleichspannung U_0 zu kompensieren. Beispielsweise kann die Gleichspannung U_0 einen Rippel mit doppelter Netzspannung aufweisen, wenn die Gleichspannung U_0 beispielsweise von einem 230V Netz mit 50 Hz Netzfrequenz über einen
20 Gleichrichter und eine optional zwischengeschaltete Leistungsfaktorkorrekturschaltung gespeist wird. Die Gleichspannung U_0 kann in diesem Fall beispielsweise einen 100 Hz Rippel mit ungefähr 10% Amplitude im Vergleich zur Amplitude des Gleichspannungsanteils aufweisen. Die
25 Betriebsschaltung mit ihrer Regelschleife kann nunmehr dazu ausgelegt sein, dass das hochfrequente Signal so angepasst wird, dass dieser 100 Hz Rippel nicht an die LED weitergegeben wird sondern abgemildert wird. Dies kann beispielsweise direkt durch eine schnelle Regelschleife
30 oder auch durch eine Weitergabe der Information über die aktuelle Amplitude der Gleichspannung U_0 erfolgen, wobei abhängig von der aktuellen Amplitude der Gleichspannung U_0

die Frequenz des hochfrequenten Signals angepasst werden kann. Eine derartige Steuerung wird auch als ,Feed Forward' Steuerung bezeichnet.

- 5 Da sich die Periodendauer des hochfrequenten Signals somit synchron zu der Amplitude des Ripples der Gleichspannung U_0 (also der Schwankung der Gleichspannung U_0) ändert und dies andauernd erfolgt, kann bei der Festlegung der Pulsbreite ($\text{TON} \cdot \text{LF}$) des niederfrequenten Signals auch die
- 10 aktuelle Amplitude der Gleichspannung U_0 berücksichtigt werden. Es kann auch in Kenntnis des Verlaufs der Schwankung der Gleichspannung U_0 eine Anpassung der Pulsbreite ($\text{TON} \cdot \text{LF}$) des niederfrequenten Signals abhängig vom aktuellen Verlauf der Gleichspannung U_0 erfolgen. Es
- 15 kann also bei der Festlegung der Pulsbreite ($\text{TON} \cdot \text{LF}$) des niederfrequenten Signals auch die aktuelle Amplitude der Gleichspannung U_0 und / oder der aktuelle Verlauf der Gleichspannung U_0 berücksichtigt werden.
- 20 Durch die Erfindung wird somit sichergestellt, dass ein Pulspaket von hochfrequenten Pulsen nicht durch das Ende der Pulsbreite des niederfrequenten Pulses abgeschnitten wird, sondern es wird die Pulsbreite des niederfrequenten Pulses an die Dauer des Pulspaketes aus hochfrequenten
- 25 Pulsen angepasst.

Die Steuereinheit SR kann durch einen Microcontroller, FPGA, PAL oder auch einen anwendungsspezifischen integrierten Schaltkreis (ASIC) gebildet werden.

30

Die erfindungsgemäße Ansteuerung ist nicht auf die Topologie oder Schaltungsanordnung der Fig. 3 begrenzt, es

sind genauso Implementierungen nach den Schaltungen der Fig. 1 bis 6 möglich. Beispielsweise kann diese Erfindung bei einem Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Inverter (Buck-Boost-Konverter), isolierten Sperrwandler (Flyback-Konverter), Sepic-Wandler, Halbbrückenwandler oder auch
5 anderen Topologien und Schaltungsanordnungen angewendet werden.

Die Erfindung betrifft grundsätzlich Betriebsschaltungen für wenigstens eine LED, die mittels eines Schaltreglers über zumindest einen getakteten ersten Schalter S1 versorgt werden, wobei über die Frequenz und / oder das Einschaltverhältnis des getakteten Schalters S1 der Strom durch die LED beeinflusst wird, und die Frequenz und /
10 oder das Einschaltverhältnis des getakteten Schalters S1 durch eine Steuereinheit SR mittels eines Dimm-Signal als Ansteuersignal vorgegeben wird, wobei das Dimm-Signal durch eine Verknüpfung eines niederfrequenten Signals und eines hochfrequenten Signals erzeugt wird. Das
15 niederfrequente Signal (LF) und das hochfrequente Signal (HF) werden vorzugsweise über ein Koppelglied verknüpft. Die Steuereinheit SR kann die Pulsbreite ($\text{TON} \cdot \text{LF}$) und / oder die Periodendauer des niederfrequenten Signals als ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer des
20 hochfrequenten Signals wählen. Das Koppelglied stellt somit ein Beispiel für Mittel zur Verknüpfung des niederfrequenten Signals (LF) und des hochfrequenten Signals (HF) dar.

30 Die Beispiele der Fig. 7 oder 8 (und die anderen natürlich auch) kann dahingehend erweitert werden, dass mehrere Betriebsschaltungen gemäß der Figuren 7 oder 8 vorhanden

sind. Die Steuereinheiten SR der einzelnen Betriebsschaltungen können von einem gemeinsamen Microcontroller aus angesteuert werden. Es wäre aber auch möglich, die Funktion der zentralen Ansteuerung der einzelnen Betriebsschaltungen durch einen zentralen Controller und die Regelung des Betriebs der Betriebsschaltungen durch die Steuereinheiten SR in einem gemeinsamen Microcontroller anzuordnen. Die einzelnen Betriebsschaltungen können beispielsweise LED-stränge unterschiedlicher Wellenlänge oder Farbe ansteuern. Die Ansteuerung des Microcontrollers kann über eine Schnittstelle (drahtlos oder leitungsgebunden) erfolgen. Dabei können Steuersignale zum Einstellen der Helligkeit oder Farbe oder auch Statusinformationen über die Schnittstelle übertragen werden.

Die Erfindung ermöglicht somit auch ein Verfahren zur Ansteuerung wenigstens einer LED, wobei die Steuereinheit SR den Schalter S1 mit einem Dimm-Signal ansteuert, und wobei das Dimm-Signal durch eine Verknüpfung eines niederfrequenten Signals und eines hochfrequenten Signals erzeugt wird. Die Pulsbreite ($\text{TON} \cdot \text{LF}$) und / oder die Periodendauer des niederfrequenten Signals wird dabei als ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer des hochfrequenten Signals gewählt.

In einer weiteren Ausführungsbeispiel kann die Betriebsschaltung für wenigstens eine LED durch eine resonante oder quasi-resonante Schaltung gebildet werden (Fig. 9). Eine Versorgungsspannung für wenigstens eine LED wird mittels zumindest einem durch eine Steuereinheit getakteten ersten Schalter S1 bereitstellt, wobei der

erste Schalter S1 im eingeschalteten Zustand einen Resonanzkreis speist, der vorzugsweise zumindest eine Spule L1 als Induktivität aufweist. In dem Resonanzkreis, vorzugsweise in der Spule L1 wird eine Energie

5 zwischengespeichert, die sich bei ausgeschaltetem erstem Schalter S1 über eine Diode D1 und über der wenigstens einen LED entlädt. Zwischen die Diode D1 und die LED kann auch ein Kondensator C1 als Glättungskondensator geschaltet sein, der direkt oder indirekt parallel zu der

10 LED angeordnet ist. Der Resonanzkreis kann auch einen Resonanzkondensator Cr aufweisen. Die Spule L1 kann auch Teil eines Transformators sein oder es kann zusätzlich zu der Spule auch ein Transformator (28, 29) in dem Resonanzkreis angeordnet sein. Der erste Schalter S1 kann

15 auch Teil eines Wechselrichters sein, beispielsweise einer alternierend getakteten Halbbrücke mit den beiden Schaltern S1 und S3. In dem Beispiel der Fig. 9 ist beispielhaft ein sogenannter LLC-Konverter (serienresonanter isolierter LLC -Halbbrückenwandler)

20 dargestellt. Die Halbbrücke mit den alternierend getakteten Schaltern S1 und S3 kann gemäß der Erfindung mit dem Dimm-Signal angesteuert werden, wobei die beiden Schalter S1 und S3 jeweils mit 50% Tastverhältnis mit hoher Frequenz während der Pulsbreite ($TON \cdot LF$) des

25 niederfrequenten Signals aktiviert werden. Die Frequenz des hochfrequenten Signals kann sich aus der Regelschleife oder dem Stellwert für die Betriebsschaltung ergeben, beispielsweise abhängig von dem Strom durch die erste Sensoreinheit, die vorzugsweise den Strom durch die LED,

30 durch einen der beiden Schalter S1 oder S3 oder in dem Resonanzkreis, vorzugsweise durch die Spule L1, erfasst. Die Pulsbreite ($TON \cdot LF$) und / oder die Periodendauer des

niederfrequenten Signals wird als ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer (T_{HF}) des hochfrequenten Signals gewählt. Die Betriebsschaltung kann auch weitere Filter- oder Glättungsglieder am Ausgang aufweisen, beispielsweise eine Induktivität 33. Der Transformator kann sekundärseitig an seiner Sekundärwicklung 29 auch mehrere Anzapfungen aufweisen, und es können so auch weitere Dioden wie die Diode D1b angeordnet sein, um eine höhere Ausnutzung der übertragenen Energie zu ermöglichen.

10

Figur 3 und Figur 4 zeigen spezielle weitere Ausführungsformen der Erfindung.

15

In Figur 3 ist eine spezielle Ausführungsform der oben beschriebenen Schaltanordnung (eines Tiefsetzstellers bzw. Buck-Converter) dargestellt.

20

Der vorteilhafte Ausschaltzeitpunkt wird hierbei mittels Erfassung der Spannung am Knotenpunkt U_x oberhalb des ersten Schalters S1 detektiert. Diese erfolgt durch den ohmschen Spannungsteiler R1 und R2. Der Knotenpunkt U_x liegt zwischen der Spule L1, der Diode D1 und dem Schalter S1.

25

Als Spannungsteiler ist beispielsweise auch ein kapazitiver Spannungsteiler oder kombinierter Spannungsteiler, der aus Widerstand und Kapazität aufgebaut ist, möglich. Der Messwiderstand (Shunt) R_S dient zur Stromerfassung durch den ersten Schalter S1. Die Überwachung des zeitlichen Spannungsverlaufs am Knotenpunkt U_x (insbesondere des 'Einbruchs' kurz nach Sperren der Diode D1 in der Nähe des Zeitpunkts t_2) ermöglicht eine Aussage über den vorteilhaften

30

Wiedereinschaltzeitpunkt des ersten Schalters S1. Anstatt oder ergänzend zu einer Spannungsüberwachung an der Spule L1 kann beispielsweise die Spannung am Knotenpunktes Ux oberhalb des ersten Schalters S1 überwacht werden. Die
5 Spannung am Knotenpunkt Ux fällt beim Sperren der Diode von einem hohen Wert signifikant ab auf einen niedrigen Wert. Das Signal zum Wiedereinschalten des ersten Schalters S1 kann daher bei Unterschreiten der Spannung Ux unter einem gewissen Schwellwert ausgelöst werden.

10

In Schaltungsanordnung von Figur 3 ist zusätzlich ein zweiter Schalter S2 parallel zu den LEDs und dem Kondensator C1 angeordnet. Der zweite Schalter S2 ist selektiv/unabhängig ansteuerbar und kann beispielsweise
15 ein Transistor (MOSFET oder Bipolartransistor) sein. Wird der zweite Schalter S2 geschlossen, so wird der Entladevorgang des Kondensators C1 beschleunigt. Durch die beschleunigte Entladung des Kondensators C1 wird erreicht, dass der Stromfluss durch die LED möglichst schnell gegen
20 null geht. Dies ist beispielsweise am Ende eines PWM-Pakets erwünscht, wo der Stromfluss durch die LED möglichst schnell abfallen soll d.h. die abfallende Flanke des Stromsverlaufs möglichst steil sein soll (aus Gründen der Farbkonstanz). Vorzugsweise kann der zweite Schalter
25 S2 bei niedrigem Dimmlevel aktiviert und angesteuert werden, wo die PWM-Pakete sehr kurz sind und es wichtig ist, dass der Strom durch die LED am Ende eines Pulspakets rasch gegen null geht. Beispielsweise kann durch geeignete Ansteuerung des zweiten Schalters S2 ein noch niedrigeres
30 Dimmlevel erreicht werden. Eine weitere Funktion dieses zweiten Schalters S2 ist, dass er im eingeschalteten Zustand die LEDs überbrückt. Dies ist beispielsweise

erforderlich, wenn die LEDs ausgeschaltet werden sollen, d.h. kein Licht emittieren sollen, aber die Versorgungsspannung U_0 noch anliegt. Ohne die Überbrückung durch den zweiten Schalter S2 würde ein (zwar kleiner)
5 Strom über die LEDs und die Widerstände R1 und R2 fließen und die LEDs (geringfügig) leuchten.

Es sei angemerkt, dass die Anordnung eines zweiten Schalters S2 parallel zu den LEDs und dem Kondensator C1
10 zur beschleunigten Entladung des Kondensators C1 bzw. zur Überbrückung der LED nicht nur auf die spezielle Ausführungsform der Schaltungsanordnung von Figur 3 beschränkt ist, sondern bei verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung als zusätzliche
15 Verbesserung angewandt werden kann.

Figur 4 zeigt eine Modifikation von der Schaltung in Figur 3 dahingehend, dass die Spannungsüberwachung an der Spule L1 erfolgt. Die Spannung an der Spule S1 kann
20 beispielsweise mittels einer Sekundärwicklung L2, die an die Spule S1 gekoppelt ist, (bzw. eine zusätzliche Spule L2, die induktiv an die Spule L1 koppelt) erfasst werden. Zur Detektion des vorteilhaften Einschaltzeitpunkts für den ersten Schalter S1 dient nun eine Sekundärwicklung L2.
25 Die Überwachung des zeitlichen Spannungsverlaufs an der Spule L1 (insbesondere des 'Einbruchs' in der Nähe des Sperrens der Diode D1 nach dem Zeitpunkt t_2) ermöglicht eine Aussage über den vorteilhaften Wiedereinschaltzeitpunkt des ersten Schalters S1. Diese
30 Überwachung kann wie bereits erwähnt auch anhand einer Sekundärwicklung L2 erfolgen.

Die Bestimmung des Zeitpunkts des Nulldurchgangs bzw. der Entmagnetisierung kann wie bereits erwähnt auch mittels einer Schwellwertüberwachung erfolgen (auf das Unter- oder Überschreiten eines Schwellwerts, bei einer Überwachung
5 mittels einer Sekundärwicklung L2 hängt die Polarität der Spannung von dem Wicklungssinn der Sekundärwicklung L2 zu der Spule L1 ab).

Es sei bemerkt, dass das Verfahren zur Detektion eines
10 vorteilhaften Einschaltzeitpunkts für den ersten Schalter S1 natürlich auf andere Schaltungstopologien angewandt werden kann, so beispielsweise für einen sogenannten Sperrwandler bzw. Buck-Boost Converter oder einen sogenannten Durchflusswandler bzw. Forward Converter.

15 Figur 5 zeigt eine Modifikation der Schaltung von Figur 2a dahingehend, dass die Anordnung der Drossel L1, der Diode D1 sowie der Orientierung der LED-strecke modifiziert ist (bildet Sperrwandler bzw. Buck-Boost Converter).

20 Eine mögliche Weiterbildung einer Betriebsschaltung für LED ist in Fig. 6 dargestellt. Die Erkennung des Erreichens der Entmagnetisierung der Spule L1 anhand Überwachung der Spannung an der Wicklung L2 kann durch
25 einen standardmäßig verfügbaren Steuerschaltkreis IC durchgeführt werden. Dieser Steuerschaltkreis IC (integrierter Schaltkreis), entspricht der bzw. enthält die Steuereinheit SR gemäß Fig. 2 bis 5, verfügt über einen Eingang zur Erkennung des Erreichens der
30 Entmagnetisierung einer Spule anhand Überwachung der Spannung an einer auf der Spule aufgebrauchten Sekundärwicklung. Weiterhin verfügt der Steuerschaltkreis

IC über einen Ausgang zur Ansteuerung eines Schalters und über weitere Überwachungseingänge.

Ein erster dieser Überwachungseingänge kann für die Vorgabe eines Referenzwertes wie bspw. einer

5 Referenzspannung genutzt werden.

Ein zweiter Überwachungseingang kann für die Überwachung des Erreichens einer maximalen Spannung oder auch anhand einer Spannungsmessung an einem Widerstand zur Überwachung

10 des Erreichens eines maximalen Stromes genutzt werden. Ein dritter Überwachungseingang kann für die Überwachung einer weiteren Spannung oder auch zur Aktivierung und Deaktivierung des Steuerschaltkreises IC oder der Ansteuerung des Steuerschaltkreises IC angesteuerten

15 Schalters genutzt werden.

Gemäß der Fig. 6 überwacht der Steuerschaltkreis IC den Strom durch den ersten Schalter S1 während der Einschaltphase des ersten Schalters S1 über den

20 Meßwiderstand (Shunt) R_s und den Eingang 4 am Steuerschaltkreis IC. Sobald die Spannung, die über dem Meßwiderstand (Shunt) R_s abgegriffen wird, einen bestimmten Maximalwert erreicht, wird der erste Schalter S1 geöffnet. Die Vorgabe der zum Öffnen des ersten

25 Schalters S1 erforderlichen Höhe der Spannung kann durch die Vorgabe eines Referenzwertes (d.h. einer Referenzspannung) am Eingang 3 des Steuerschaltkreises IC angepasst werden. Beispielsweise kann von einem

Microcontroller eine Referenzspannung vorgegeben werden, die die Höhe der maximal über dem Meßwiderstand (Shunt) R_s zulässigen Spannung und damit den maximal durch den ersten Schalter S1 zulässigen Strom vorgibt.

30

Beispielweise kann der Microcontroller ein PWM-
Steuersignal ausgeben, dass dann durch ein Filter 10
geglättet wird (beispielsweise ein RC-Glied) und somit als
5 Gleichspannungssignal mit einer bestimmten Amplitude an
dem Eingang 3 des Steuerschaltkreises IC anliegt. Durch
Änderung des Tastverhältnisses des PWM-Steuersignales des
Microcontrollers kann die Amplitude des Signales am
Eingang 3 des Steuerschaltkreises IC angepasst werden.

10

Der Steuerschaltkreis IC kann über den Eingang 5 anhand
der Überwachung der Spannung an einer auf der Spule L1
aufgebrachten Sekundärwicklung L2 das Erreichen der
Entmagnetisierung der Spule L1 erkennen. Diese Erkennung
15 kann als Wiedereinschaltssignal genutzt werden.

Sobald die Entmagnetisierung der Spule L1 durch den
Steuerschaltkreis IC erkannt wurde, kann der
Steuerschaltkreis IC den ersten Schalter S1 durch eine
20 Ansteuerung über den Ausgang 7 einschalten.

Der Steuerschaltkreis IC kann durch Anlegen einer Spannung
am Eingang 1 aktiviert und / oder auch deaktiviert werden.
Diese Spannung zum Aktivieren am Eingang 1 kann auch
25 zwischen einem Hoch- und einem Tiefpegel wechseln, wobei
bei Hochpegel der Steuerschaltkreis IC aktiviert wird und
bei Tiefpegel zumindest die Ansteuerung des ersten
Schalters S1 unterbricht. Diese Ansteuerung des Eingangs 1
kann durch einen Microcontroller erfolgen. Beispielsweise
30 kann auf diese Weise eine niederfrequente Aktivierung und
Deaktivierung des Steuerschaltkreises IC und somit der
Ansteuerung des ersten Schalters S1 erreicht werden und

somit die niederfrequente Ansteuerung des Betriebsschaltung zum Dimmen der LED.

- Über den Eingang 1 kann über die Amplitude des an diesem
5 Eingang anliegenden Signales weiterhin auch eine weitere Referenzspannung für den Steuerschaltkreis IC vorgegeben werden. Diese Spannung kann beispielsweise auch die Höhe des maximal zulässigen Stromes durch den Schalter beeinflussen oder aber auch die zulässige Einschaltdauer
10 des ersten Schalters S1. Der Steuerschaltkreis IC und/oder der Steuerschaltkreis IC kombiniert mit dem Microcontroller können gemeinsam die Steuereinheit SR bilden.
- 15 Gemäß der Erfindung kann das Signal PWM, welches dem Eingang 1 des Steuerschaltkreises IC zugeführt wird, gemäß der Erfindung über ein Koppelglied, beispielsweise durch einen ohmschen Widerstand, mit dem Ansteuersignal, welches an dem Ausgang 7 ausgegeben wird, verknüpft werden.
- 20 Optional kann das Signal PWM auch nur mit dem Signal des Ausgangs 7 verknüpft werden und nicht dem Eingang 1 zugeführt werden.

- Die Einschaltdauer des ersten Schalters S1 kann auch von
25 einer weiteren Spannungsmessung innerhalb der Betriebsschaltung abhängig sein.

Beispielsweise kann dem Steuerschaltkreis IC auch eine Spannungsmessung Vsense zugeführt werden.

- Über diese Spannungsmessung kann über einen
30 Spannungsteiler R40/ R47 beispielsweise eine Überwachung oder auch Messung der Spannung am Knotenpunkt zwischen Spule L1 und LED erfolgen. Diese Spannungsmessung Vsense

kann entweder einem weiteren Eingang des
Steuerschaltkreises IC, als zusätzliche Größe additiv
einem bereits belegten Eingang des Steuerschaltkreises IC
oder auch einen Eingang des Microcontrollers zugeführt
5 werden.

Somit kann ein System aufgebaut werden, bei dem zum einen
eine einfache Ansteuerung zum Dimmen von LED durch
niederfrequente PWM ermöglicht wird, zum anderen ein
10 möglichst verlustarmer hochfrequenter Betrieb des
Betriebsgerätes kombiniert mit einem möglichst konstanten
Strom durch die LED.

Es kann durch einen Microcontroller sowohl die Frequenz
15 als auch das Tastverhältnis eines PWM-Signales zum Dimmen
von LED vorgegeben werden, daneben kann auch die Höhe des
maximal zulässigen Stromes durch den ersten Schalter S1
vorgegeben werden. Der Microcontroller kann über ein
Signal, welches an den Eingang 1 des Steuerschaltkreises IC
20 geführt wird, das Dimmen der LED durch niederfrequente PWM
steuern. Weiterhin kann der Microcontroller über ein
Signal, welches an den Eingang 3 des Steuerschaltkreises IC
geführt wird, die Höhe des maximal zulässigen Stromes
durch den ersten Schalter S1 oder auch die notwendige
25 Einschaltdauer des ersten Schalters S1 vorgegeben.

Die Betriebsschaltung kann weiterhin einen weiteren
Schalter S2 enthalten, der so angeordnet ist, dass dieser
zweiten Schalter S2 die LED überbrücken kann.

30 Der zweite Schalter S2 kann weiterhin so angeordnet sein,
dass er den Strom durch einen vorhandenen hochohmigen

Spannungsmesspfad oder eine ähnliche vorhandene hochohmige Schaltungsanordnung von der LED übernehmen oder diesen unterbrechen kann.

- 5 Durch Parallelschaltung des zweiten Schalters S2 zu den LED kann dieser die LED überbrücken und somit deaktivieren. Dieses Verfahren kann zum Einstellen der Helligkeit (Dimmen) der LED genutzt werden. Eine mögliche alternative Variante wäre, dass das Dimmen über den
- 10 zweiten Schalter S2 erfolgt, während über die Ansteuerung des ersten Schalters S1 nur der Strom durch die LED eingestellt und geregelt wird.

- Es kann aber die Ansteuerung der beiden Schalter S1 und S2
- 15 für eine optimierte Dimmansteuerung kombiniert genutzt werden. So kann beispielsweise der zweite Schalter S2 nur für das Dimmen auf niedrige Dimmlevel zusätzlich genutzt werden. Die Betriebsschaltung ist aufgrund der vorhandenen Topologie und der Regelschaltung so ausgelegt, dass die
- 20 Ausgangsspannung der Betriebsschaltung (d.h. die Spannung über der LED) auf einen maximal zulässigen Wert begrenzt wird. Wird durch Schließen des zweiten Schalters S2 die LED überbrückt, dann begrenzt die Betriebsschaltung die Ausgangsspannung derart, dass kein überhöhter Strom
- 25 fließen kann, der zu einer möglichen Zerstörung führen kann.

- Diese Ansteuerung des zweiten Schalters S2 kann beispielsweise nur für das Dimmen auf niedrige Dimmlevel genutzt werden.

30

Wenn der Tiefsetzsteller (Buck-Converter) fix auf Stromquellenbetrieb (im sogenannten Hysteritischen Modus

wie in den Ausführungsbeispielen beschrieben) arbeitet und effizient läuft, können die LED bei bestimmten Helligkeitsbereichen oder Betriebsmodi auch einzig mit zweiten Schalter S2, der sehr niederohmig sein sollte, gedimmt werden, und die Verluste sind trotzdem gering.

Zusätzlich kann der zweite Schalter S2 so angesteuert werden, dass er den Strom durch einen vorhandenen hochohmigen Spannungsmesspfad oder eine ähnliche vorhandene hochohmige Schaltungsanordnung von der LED übernehmen kann.

Wenn beispielsweise gemäß Fig. 6 der erste Schalter S1 nicht getaktet wird, sollte kein Strom durch die LED fließen. Aufgrund des vorhandenen Spannungsteilers R40/R47 kann jedoch ein geringer Strom durch die LED fließen. In diesem Fall kann bei einer gewünschten Deaktivierung der LED (beispielsweise wenn kein Licht abgegeben werden soll) der zweite Schalter S2 geschlossen werden, damit der Stromfluß durch die LED unterbrochen oder vermieden wird.

Der zweite Schalter S2 kann zumindest immer im Anschluss an ein niederfrequentes PWM-Paket angesteuert werden, um die LED zu überbrücken bzw. zu deaktivieren (während der letzten Entladeflanke, das heißt am Ende eines PWM Pulspaketes).

Eine Unterbrechung des Stromes durch die LED kann auch durch Anordnung des zweiten Schalters S2 in Serie mit den LED erfolgen.

Das Beispiel der Fig. 6 (und die anderen natürlich auch) kann dahingehend erweitert werden, dass mehrere Betriebsschaltungen gemäß Figur 6 vorhanden sind. Die Steuerschaltkreise IC bzw. die Steuereinheiten SR der
5 einzelnen Betriebsschaltungen werden von einem gemeinsamen Microcontroller aus angesteuert. Die einzelnen Betriebsschaltungen können beispielsweise LED-stränge unterschiedlicher Wellenlänge oder Farbe ansteuern. Die Ansteuerung des Microcontrollers kann über eine
10 Schnittstelle (drahtlos oder leitungsgebunden) erfolgen. Dabei können Steuersignale zum Einstellen der Helligkeit oder Farbe oder auch Statusinformationen über die Schnittstelle übertragen werden.

Ansprüche

- 5 1. Betriebsschaltung für wenigstens eine LED, der eine Gleichspannung oder gleichgerichtete Wechselspannung zugeführt wird und die mittels einer Spule (L1) und einem durch eine Steuereinheit (SR) getakteten ersten Schalter (S1) eine Versorgungsspannung für
- 10 wenigstens eine LED bereitstellt, wobei bei eingeschaltetem erstem Schalter S1 in der Spule (L1) eine Energie zwischengespeichert wird, die sich bei ausgeschaltetem erstem Schalter (S1) über eine Diode (D1) und über wenigstens eine LED entlädt,
- 15 die Steuereinheit (SR) den ersten Schalter (S1) mit einem Dimm-Signal ansteuert, wobei das Dimm-Signal durch eine Verknüpfung eines niederfrequenten Signals und eines hochfrequenten Signals erzeugt wird
- 20 **dadurch gekennzeichnet dadurch, dass** die Pulsbreite ($\text{TON} \cdot \text{LF}$) des niederfrequenten Signals als ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer (T_{HF}) des hochfrequenten Signals gewählt wird.
- 25 2. Betriebsschaltung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass Steuereinheit (SR) das niederfrequente Signal und das hochfrequente Signal intern zu dem Dimm-Signal verknüpft und das Dimm-Signal an einem Ausgang der Steuereinheit (SR) ausgibt.
- 30 3. Betriebsschaltung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, dass beim Dimmen der LED die Frequenz des

niederfrequenten Signals geändert wird.

4. Betriebsschaltung nach Anspruch 3, gekennzeichnet
dadurch, dass die Änderung der Frequenz des
5 niederfrequenten Signals abhängig von der Änderung
der Pulsbreite (TON*LF) des niederfrequenten Signals
gewählt wird.
5. Betriebsschaltung nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
10 gekennzeichnet dadurch, dass die Änderung der
Frequenz und der Pulsbreite (TON*LF) des
niederfrequenten Signals derart erfolgt, dass das
Einschaltverhältnis des niederfrequenten Signals bei
konstantem Dimmlevel konstant bleibt.
- 15 6. Betriebsschaltung nach einem der vorangehenden
Ansprüche, gekennzeichnet dadurch, dass das
niederfrequente Signal ein niederfrequent gepulstes
Signal ist, vorzugsweise im Bereich von 100 Hz bis
20 1000 Hz.
7. Betriebsschaltung nach einem der vorangehenden
Ansprüche, gekennzeichnet dadurch, dass das
hochfrequente Signal ein hochfrequent gepulstes
25 Signal, insbesondere ein PWM-Signal ist,
vorzugsweise im Bereich von 50 kHz.
8. Betriebsschaltung nach einem der vorangehenden
Ansprüche, gekennzeichnet dadurch, dass eine
30 Änderung der Helligkeit der LED durch eine Änderung
der Frequenz des niederfrequenten Signals erfolgt.

9. Betriebsschaltung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dass das niederfrequente Signal vom Dimmlevel der LED abhängig ist und / oder das hochfrequente Signal vom Strom und / oder der Spannung durch die LED abhängig ist.
10. Verfahren zur Ansteuerung wenigstens einer LED, der eine Gleichspannung oder gleichgerichtete Wechselspannung zugeführt wird und der mittels einer Spule (L1) und einem durch eine Steuereinheit (SR) getakteten ersten Schalter (S1) eine Versorgungsspannung für wenigstens eine LED bereitstellt, wobei bei eingeschaltetem erstem Schalter S1 in der Spule (L1) eine Energie zwischengespeichert wird, die sich bei ausgeschaltetem erstem Schalter (S1) über eine Diode (D1) und über wenigstens eine LED entlädt, wobei die Steuereinheit (SR) den ersten Schalter (S1) mit einem Dimm-Signal ansteuert, dadurch gekennzeichnet, dass das Dimm-Signal durch eine externe Verknüpfung eines niederfrequenten Signals und eines hochfrequenten Signals erzeugt wird, wobei die Pulsbreite ($TON \cdot LF$) des niederfrequenten Signals als ganzzahliges Vielfaches der Periodendauer (T_{HF}) des hochfrequenten Signals gewählt wird.

Fig. 1a

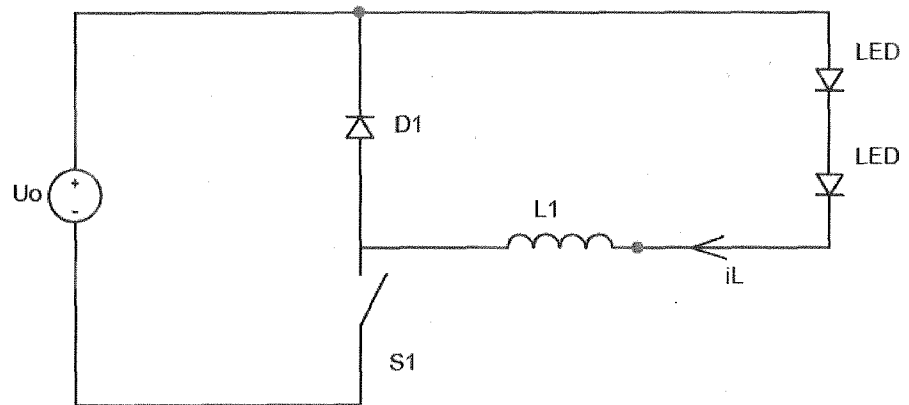


Fig. 1b

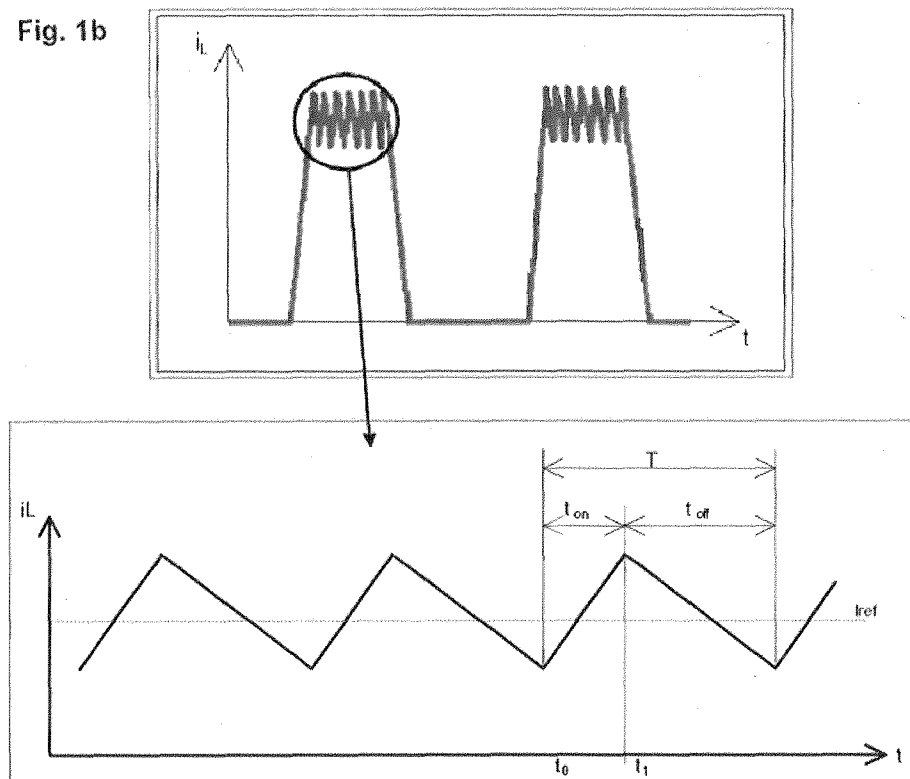


Fig. 2a

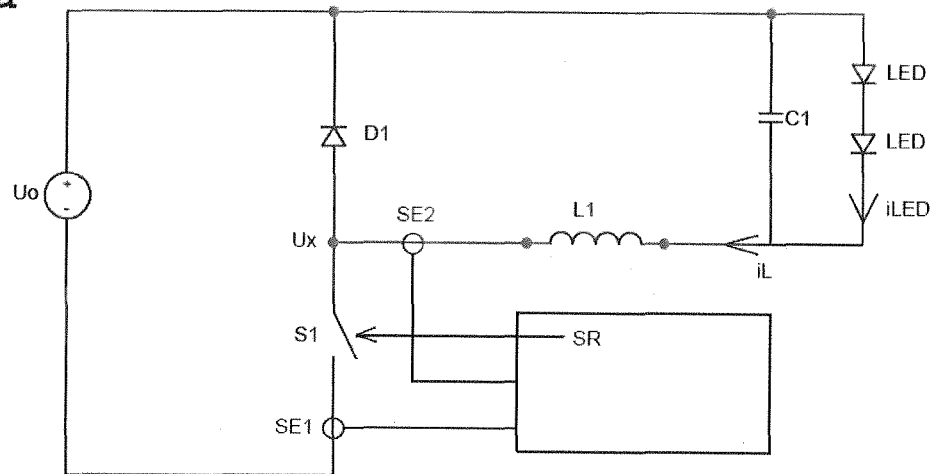


Fig. 2b

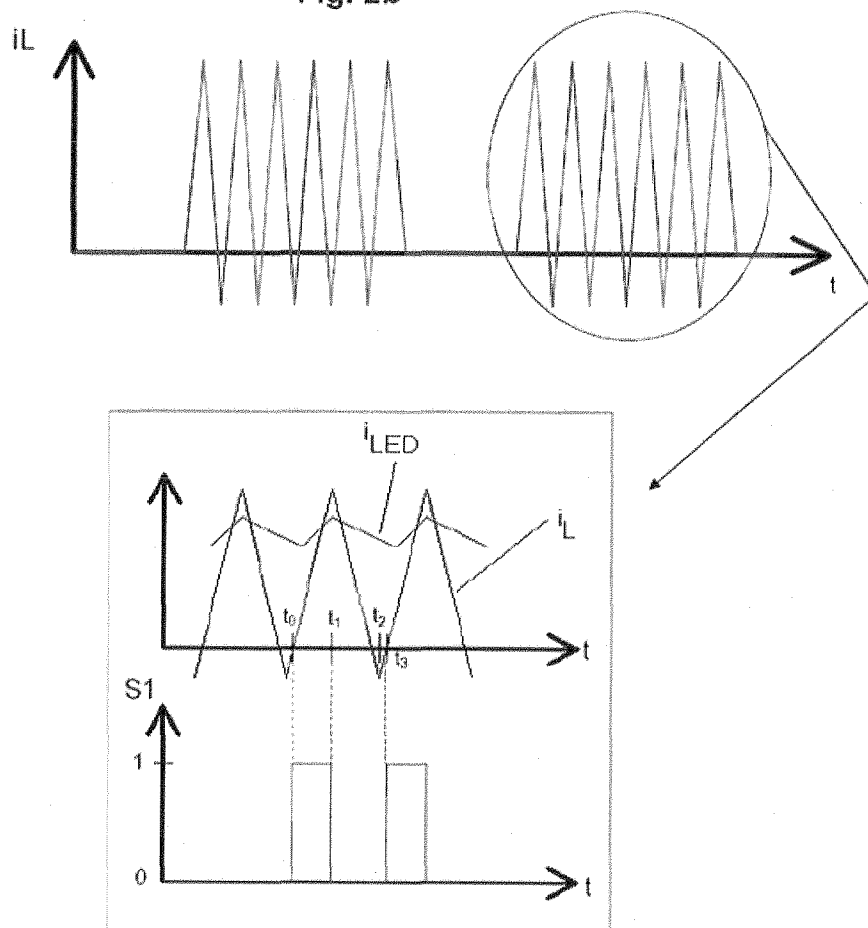


Fig. 3

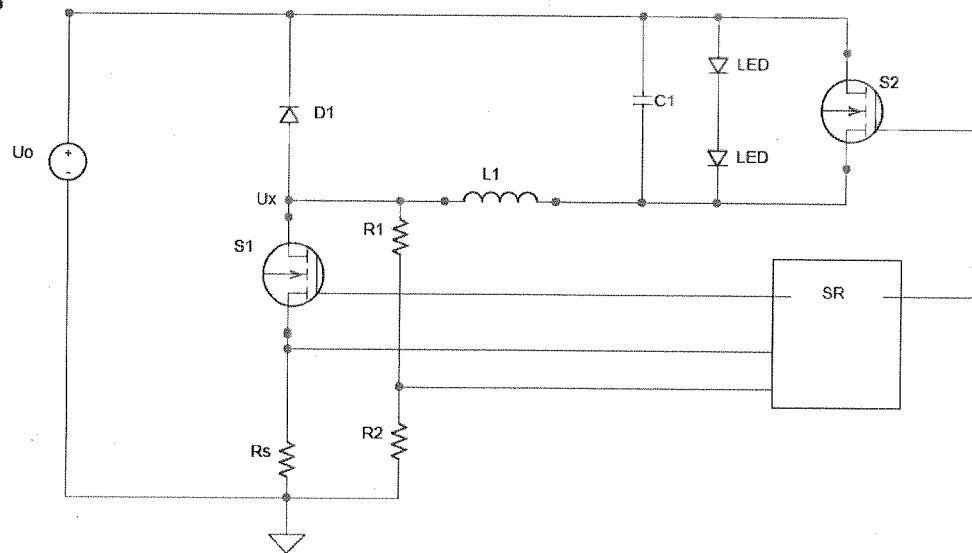


Fig. 4

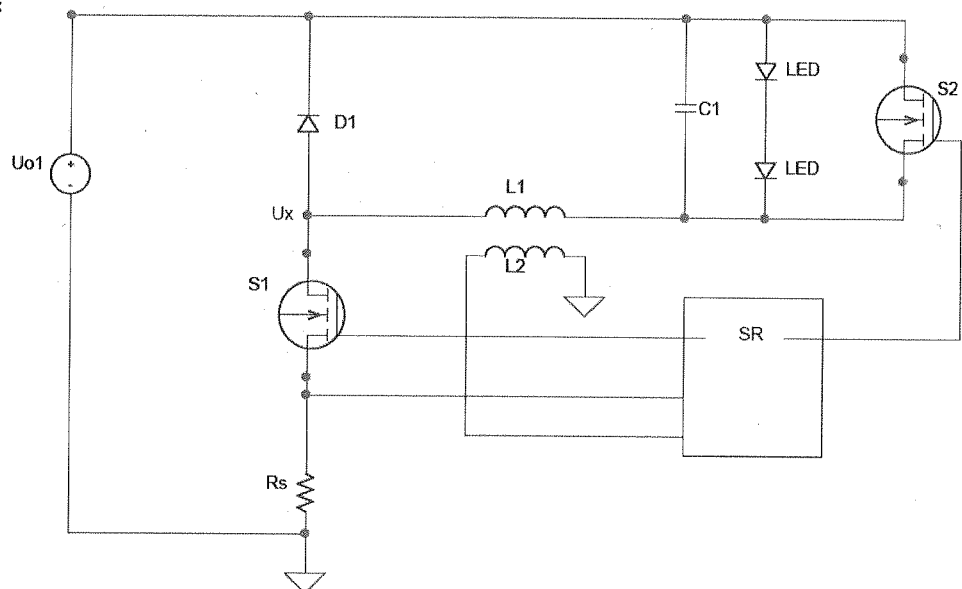


Fig. 5

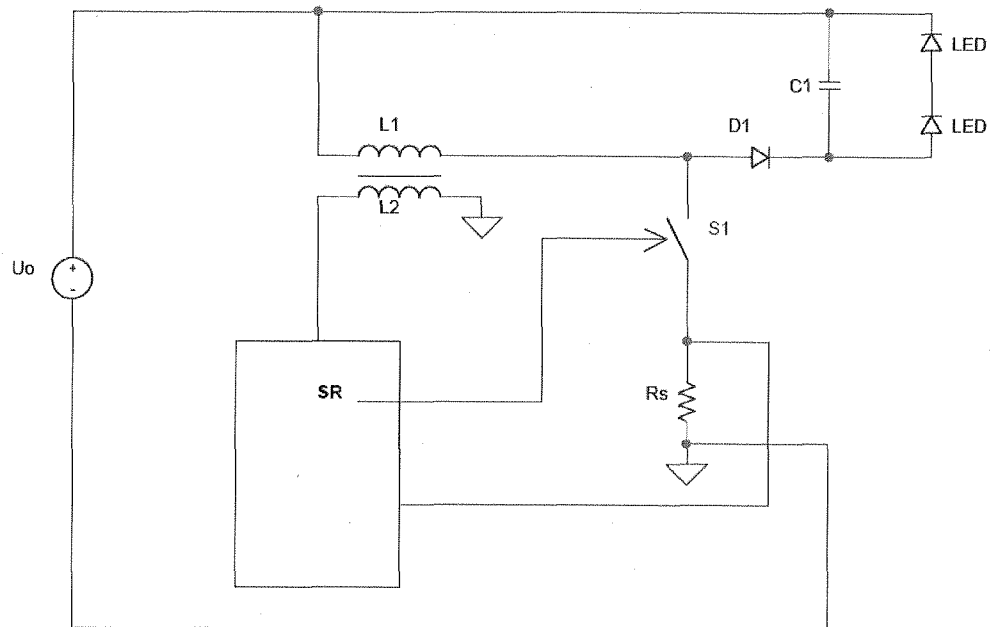
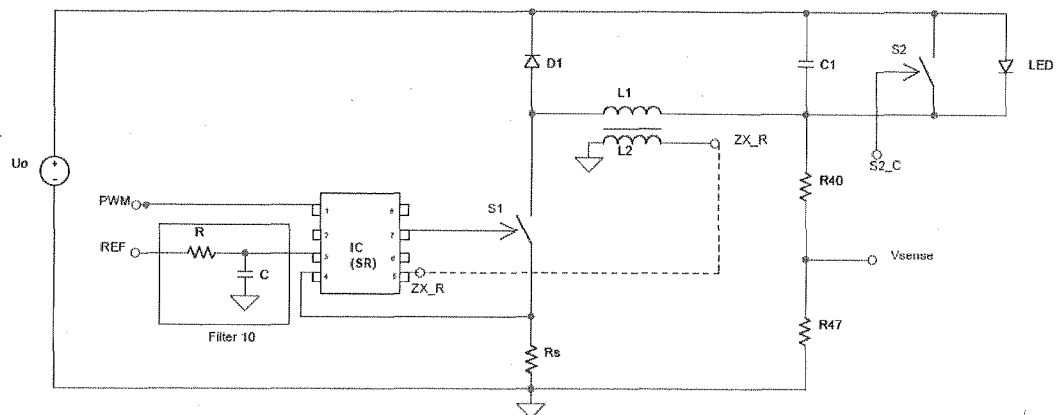


Fig. 6



5/6

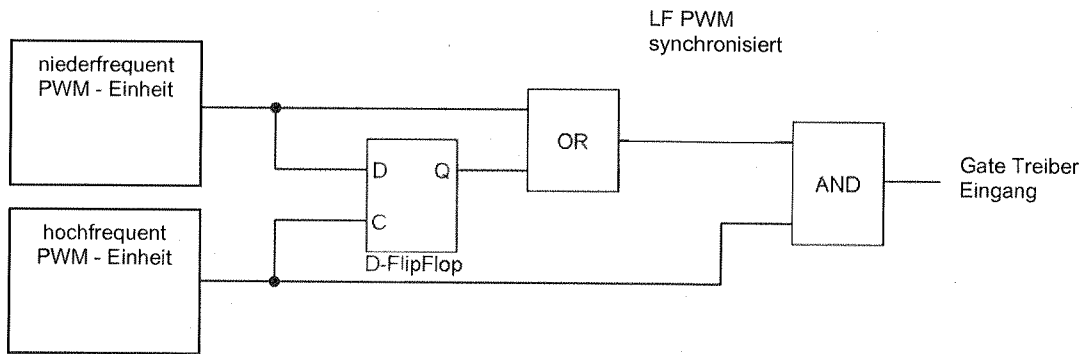


Fig. 7

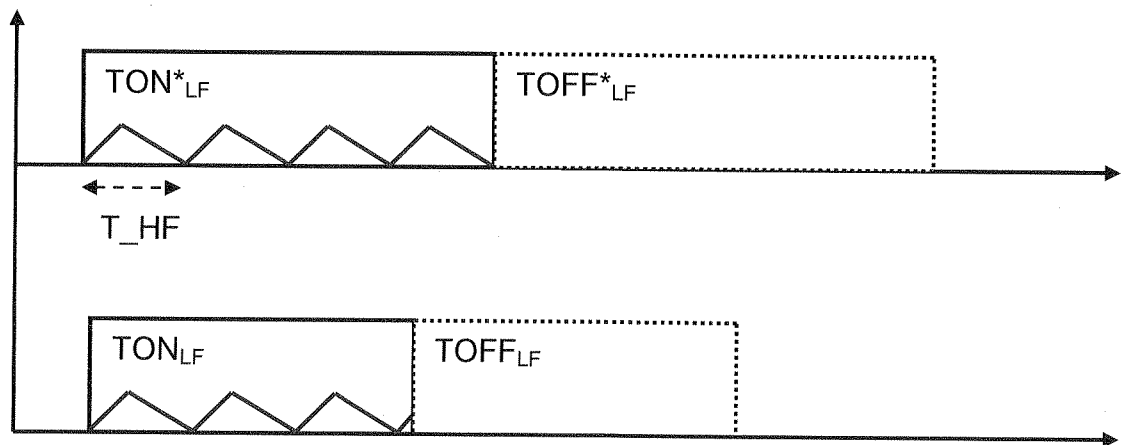


Fig. 8 a und 8 b

6/6

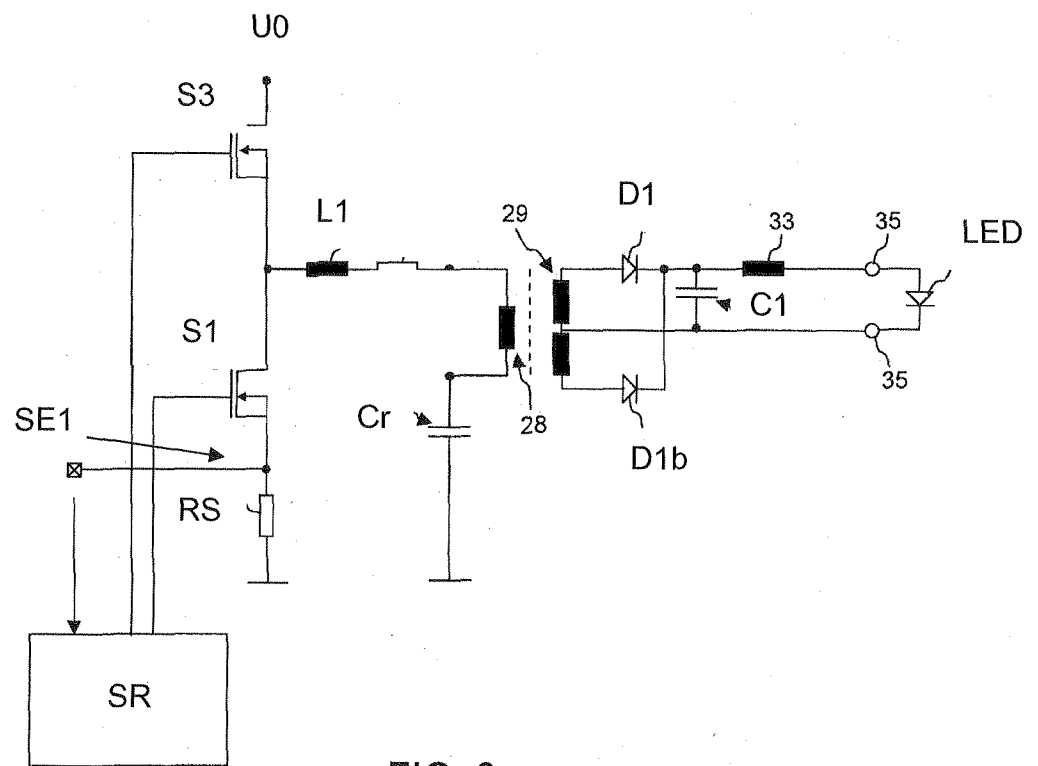


Fig. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2013/000048

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	US 2010/156319 A1 (MELANSON JOHN LAURENCE [US]) 24 June 2010 (2010-06-24)	1-8,10
Y	paragraph [0053] - paragraph [0069] paragraph [0078] - paragraph [0079] figures 7-11	9
Y	----- US 2003/085749 A1 (XU PENG [US] ET AL) 8 May 2003 (2003-05-08)	9
A	paragraph [0014] - paragraph [0014] paragraph [0034] - paragraph [0035] figure 11 -----	3,8



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

22 July 2013

Date of mailing of the international search report

30/07/2013

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

Bagge af Berga, Hans

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2013/000048

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 2010156319	A1	24-06-2010	CN 102282912 A	14-12-2011
			GB 2474994 A	04-05-2011
			US 2010156319 A1	24-06-2010
			WO 2010025450 A2	04-03-2010

US 2003085749	A1	08-05-2003	AT 416596 T	15-12-2008
			AU 2003286338 A1	14-07-2004
			CN 1729722 A	01-02-2006
			EP 1576858 A1	21-09-2005
			ES 2318177 T3	01-05-2009
			JP 4901104 B2	21-03-2012
			JP 2006511078 A	30-03-2006
			KR 20050085774 A	29-08-2005
			US 2003085749 A1	08-05-2003
			WO 2004057921 A1	08-07-2004

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	US 2010/156319 A1 (MELANSON JOHN LAURENCE [US]) 24. Juni 2010 (2010-06-24)	1-8,10
Y	Absatz [0053] - Absatz [0069] Absatz [0078] - Absatz [0079] Abbildungen 7-11	9
Y	----- US 2003/085749 A1 (XU PENG [US] ET AL) 8. Mai 2003 (2003-05-08)	9
A	Absatz [0014] - Absatz [0014] Absatz [0034] - Absatz [0035] Abbildung 11 -----	3,8



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

22. Juli 2013

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

30/07/2013

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

Bagge af Berga, Hans

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2013/000048

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2010156319	A1	24-06-2010	CN 102282912 A 14-12-2011
			GB 2474994 A 04-05-2011
			US 2010156319 A1 24-06-2010
			WO 2010025450 A2 04-03-2010

US 2003085749	A1	08-05-2003	AT 416596 T 15-12-2008
			AU 2003286338 A1 14-07-2004
			CN 1729722 A 01-02-2006
			EP 1576858 A1 21-09-2005
			ES 2318177 T3 01-05-2009
			JP 4901104 B2 21-03-2012
			JP 2006511078 A 30-03-2006
			KR 20050085774 A 29-08-2005
			US 2003085749 A1 08-05-2003
			WO 2004057921 A1 08-07-2004
