

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer: GM 38/2017
(22) Anmeldetag: 24.02.2017
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.05.2023
(45) Veröffentlicht am: 15.05.2023

(51) Int. Cl.: **H05B 45/30** (2020.01)

(30) Priorität:
08.02.2017 DE 102017201954.9 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:
EP 2689302 B1
DE 4036062 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
Tridonic GmbH & Co KG
6850 Dornbirn (AT)

(72) Erfinder:
Lochmann Frank
88147 Essersweiler (DE)
Marte Patrick
6840 Götzis (AT)

(74) Vertreter:
Barth Alexander Dipl.-Ing. (FH)
6850 Dornbirn (AT)

(54) **Schaltbares PFM-Filter**

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Betriebsgerät mit einem Wandlerschaltkreis, insbesondere einem Abwärtswandlerschaltkreis und einem schaltbaren Tiefpassfilter. Das Betriebsgerät ist für den Betrieb von Leuchtmittel umfassend wenigstens eine Leuchtdiode ausgelegt. Eine Treiberschaltung schaltet einen Filterkondensator des Tiefpass zu oder ab um eine gleichmäßige Lichtfarbe der Leuchtdiode im Betrieb für unterschiedliche Dimmlevel zu erreichen. Ebenso ist ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben eines Betriebsgeräts Gegenstand der Erfindung.

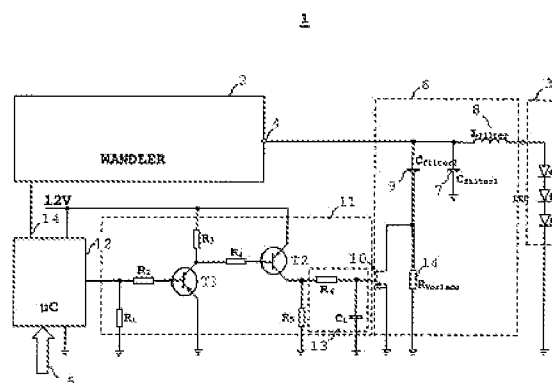


Fig. 1

Beschreibung

SCHALTBARES PFM-FILTER

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Betriebsgerät mit einer Wandlerschaltung und einem schaltbaren Tiefpassfilter. Ebenso ist ein entsprechendes Verfahren zum Betreiben eines solchen Betriebsgeräts Gegenstand der Erfindung.

[0002] Wandlerschaltungen, insbesondere Abwärtswandlerschaltungen (engl. buck converter circuits), werden zur Gleichspannungswandlung für die Erzeugung kleinerer Gleichspannungen bei höherem Ausgangsströmen aus einer Versorgungsgleichspannung eingesetzt. Schaltregler mit Abwärtswandlerschaltungen werden beispielsweise in Betriebsgeräten für Leuchtmittel, insbesondere Leuchtmittel mit einer oder mehreren Leuchtdioden (LED) eingesetzt.

[0003] Leuchtmittel wie Leuchtdioden werden auch in gedimmter Betriebsart betrieben, also mit einer entsprechend einem Dimmsignal gesteuerten Helligkeit des abgegebenen Lichts. Dementsprechend wird die Leuchtdiode für gedimmte Helligkeit, also geringem Lichtstrom, mit geringeren Werten der Stromstärke gespeist.

[0004] Bei der Verwendung einer Abwärtswandlerschaltung und Dimmen der Lichtstärke mittels Pulsfrequenzmodulation des Ausgangsstroms, zeigt der Verlauf des Ausgangsstroms für die LED für geringe Stromstärken konstante dreiecksförmige Pulse mit niedrigem Stromspitzenwert aber zeitlichem Abstand zwischen den einzelnen dreiecksförmigen Pulsen. Solche dreiecksförmigen Strompulse sind in der unteren Teilfigur von Fig. 2 dargestellt. Für hohe Ausgangströme, um hohe Helligkeitswerte der LED zu erzielen, geht der Abstand der dreiecksförmigen Strompulse gegen Null.

[0005] Eine Abwärtswandlerschaltung zeigt an ihrem Ausgang einen dem Ausgangsstrom überlagerten Rippelstrom, also einen überlagerten Wechselstrom höherer Frequenz und beliebiger Kurvenform, gelegentlich auch als pulsierender Gleichstrom bezeichnet. Bei der Anwendung der Abwärtswandlerschaltung für den Betrieb von LEDs kann dies bei hohen Stromstärken (Dimmlevel 100%) für hohe Helligkeitswerte der LED zu kritisch hohen Spitzenstromwerten für die LED führen.

[0006] Für geringe Helligkeitswerte der LED ist hingegen der Spitzenwert der dreiecksförmigen Strompulse niedriger, womit die LED hinsichtlich ihres Stroms in einem unkritischen Bereich betrieben wird.

[0007] Die Lichtfarbe des abgegebenen Lichts von LEDs hängt von dem für die LED verwendeten Halbleitermaterial, insbesondere dessen Dotierung und einem Bandabstand von Leitungsband und Valenzband ab. Dieser Bandabstand des Halbleitermaterials ist temperatur- und spannungsabhängig. Eine veränderte Spannung über die LED, insbesondere aufgrund eines geänderten Leuchtdiodenstroms I_{LED} führt zu einer veränderten Farbtemperatur des von der LED abgegebenen Lichts. Um eine große Farbtreue der LED für unterschiedliche Dimmwerte, also unterschiedliche mittlere Stromstärken des Diodenstroms zu erreichen, sollte die LED für die Dauer eines dreiecksförmigen Strompulses mit einem möglichst hohen mittleren Stromwert betrieben werden, da bei höheren mittleren Strömen die Abhängigkeit der emittierten Farbe vom Strom sinkt.

[0008] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Betriebsgeräte für LEDs mit einer Wandlerschaltung in Bezug auf die Farbtreue des von der LED abgegebenen Lichts zu verbessern.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die Betriebsgerät mit Wandlerschaltung nach Anspruch 1 sowie das Verfahren zum Betrieb einer Wandlerschaltung entsprechend dem nebengeordneten Verfahrensanspruch gelöst.

[0010] Insbesondere löst die gestellte Aufgabe ein Betriebsgerät mit einem Wandlerschaltkreis, insbesondere einem Abwärtswandlerschaltkreis, zum Betreiben eines Leuchtmittels mit vorzugsweise wenigstens einer LED, wobei der Wandlerschaltkreis einen Tiefpassfilter aufweist. Gemäß der Erfindung ist der Tiefpassfilter schaltbar ausgeführt und eine Treiberschaltung ist dafür

ausgelegt, den Tiefpassfilter abhängig vom LED-Strom zu- oder abzuschalten.

[0011] Eine vorteilhafte Ausführung des Betriebsgeräts ist dadurch gekennzeichnet, dass die Treiberschaltung dafür ausgelegt ist, einen Filterkondensator des Tiefpassfilters für hohe Ausgangsströme, also Ströme oberhalb eines Grenzwerts, zuzuschalten.

[0012] Durch Zuschalten des Filterkondensators für hohe Ausgangsströme am Ausgang des Abwärtswandlers wird ein gleichförmigerer, geglätteter Stromverlauf des Ausgangsstroms erreicht. Wird mit diesem Ausgangsstrom eine LED für die Abgabe eines großen Lichtstroms für große Helligkeit gespeist, so wird damit der Rippel auf dem Strom reduziert.

[0013] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführung des Betriebsgeräts ist die Treiberschaltung dafür ausgelegt, einen Filterkondensator des Tiefpassfilters für niedrige Ausgangsströme, also Ströme unterhalb des Grenzwerts, abzuschalten.

[0014] Wird eine LED durch das Betriebsgerät für einen geringen abzugebenden Lichtstrom und daher einem geringen Ausgangsstrom (Diodenstrom) gespeist, so können die Ausschaltzeiten eines Schalters entsprechend lang gewählt werden. Da der schaltbare Filterkondensator des Tiefpassfilters durch die Treiberschaltung ausgeschaltet wurde, ist die LED auch für geringere Stromwerte des Diodenstroms mit einem hohen mittleren Strom des dreiecksförmigen Strompulses zu betreiben und eine entsprechend hohe Farbtreue der ausgestrahlten Lichts der LED lässt sich erreichen.

[0015] Weiter kann das Betriebsgerät ein Mikrokontroller umfassen, der dafür ausgelegt ist, die Treiberschaltung geeignet anzusteuern, um den Filterkondensator zuzuschalten oder abzuschalten.

[0016] Der Mikrokontroller ermöglicht es, den Schaltvorgang des Tiefpassfilters auf Grundlage eines dem Mikrokontroller zugeführten Dimmsignals zu steuern. Der Mikrokontroller kann in dem Betriebsgerät auch weitere Aufgaben, beispielsweise die Ansteuerung eines Schalters S des Abwärtswandlers oder mehrerer Schalter eines Abwärtswandlers, der als Synchronregler aufgebaut ist, wahrnehmen.

[0017] Besonders bevorzugt ist der Tiefpassfilter dafür ausgelegt, einen Rippelstrom auf einem Laststrom an einem Ausgang des Wandlerschaltkreises zu dämpfen.

[0018] Die Auslegung des dem Abwärtswandler nachgeschalteten Tiefpasses zur Dämpfung eines Rippelstroms am Ausgang des Wandlerschaltkreises bewirkt eine verringerte Schwankung des Ausgangsstroms und führt über einen geglätteten Laststrom, (Diodenstrom) zu einer verbesserten Farbtreue einer dem Wandlerschaltkreis nachgeschalteten LED und einem verringerten Risiko eines riskant hohen Stromspitzenwertes, der die LED zerstören könnte.

[0019] Weiter umfasst eine vorteilhafte Ausführung des erfindungsgemäßen Betriebsgeräts einen Vorladewiderstand der zwischen dem schaltbaren Filterkondensator und einem niedrigen Potential, insbesondere einem Massepotential, angeordnet ist, wobei der Vorladewiderstand ausgelegt ist, den zuschaltbaren Kondensator zu laden.

[0020] Mittels des zuschaltbaren Filterkondensators und Laden des zuschaltbaren Filterkondensators über einen Vorladewiderstand werden Sprungverläufe im Ausgangsstrom des Betriebsgeräts unterdrückt, wenn der zuschaltbare Filterkondensator über einen Schalter zugeschaltet wird.

[0021] Eine vorteilhafte Ausführung des Betriebsgeräts zeigt eine Treiberschaltung mit einem weiteren Tiefpass zum gleitenden Zuschalten des zuschaltbaren Filterkondensators.

[0022] Durch die Ansteuerung des Schalters zum Zu- und Abschalten des zuschaltbaren Filterkondensators über den weiteren Tiefpass ist der Schaltvorgang des Filterkondensators für einen glatten Ausgangsstromverlauf hinsichtlich seines zeitlichen Verlaufs anpassbar.

[0023] Die Aufgabenstellung wird durch ein Verfahren zum Betreiben eines Betriebsgeräts mit einem Wandlerschaltkreis, insbesondere einem Abwärtswandlerschaltkreis, für den Betrieb eines Leuchtmittels mit wenigstens einer Leuchtdiode, gelöst, wobei der Wandlerschaltkreis einen schaltbaren Tiefpass aufweist. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass das Verfahren

den Tiefpass in einem Verfahrensschritt schaltet.

[0024] Bevorzugt schaltet das erfindungsgemäße Verfahren mittels der Treiberschaltung einen Filterkondensator des Tiefpassfilters für hohe Ausgangsströme zu.

[0025] Gemäß einer vorteilhaften Ausführung des Verfahrens schaltet die Treiberschaltung einen Filterkondensator des Tiefpassfilters für niedrige Ausgangsströme ab.

[0026] Eine vorteilhafte Ausbildung des Verfahrens lädt in dem Schritt des Schaltens der zuschaltbare Filterkondensator über einen Vorladewiderstand.

[0027] Das Verfahren einer bevorzugten Ausführung der Erfindung schaltet in dem Schritt des Schaltens des zuschaltbaren Filterkondensators die Treiberschaltung mittels eines weiteren Tiefpassfilters gleitend zu.

[0028] Nachstehend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen dabei

[0029] Fig. 1 eine Ausführung einer erfindungsgemäßen Wandlers mit schaltbarem Tiefpassfilter,

[0030] Fig. 2 eine bekannte Abwärtswandlerschaltung sowie kennzeichnende Größen in einem lückenden Betrieb, und

[0031] Fig. 3 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Betrieb einer Wandlerschaltung mit schaltbarem Tiefpassfilter.

[0032] In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder entsprechende Elemente. Dabei wird bei der Erläuterung der Figuren auf wiederholende Diskussion von Elementen mit gleichem Bezugszeichen verzichtet, soweit dies nicht für die Darstellung der Erfindung als erforderlich erachtet wird.

[0033] In Fig. 1 wird eine Schaltungsanordnung zur Ausführung der Erfindung gezeigt. Die Schaltungsanordnung 1 umfasst eine Abwärtswandlerschaltung 2 (engl. buck Converter Circuit) zur Erzeugung einer Gleichspannung als Spannungsversorgung für eine Last aus einer höheren Gleichspannung. Die mit der Gleichspannung und einem entsprechenden Ausgangsstrom (Laststrom) versorgte der Last ist in Fig. 1 als ein Leuchtmittel 3, umfassend mehrere LEDs, angenommen.

[0034] Die Abwärtswandlerschaltung 2 ist an sich bekannt und wird in Fig. 2 kurz erläutert.

[0035] Die Abwärtswandlerschaltung 2 liefert an ihrem Ausgang 4 den Laststrom, dessen Stromstärke einstellbar ist. Die Einstellung der Laststromstärke erfolgt auf Basis eines der Schaltungsanordnung 1 extern zugeführten Dimmsignals 5. Dieser einstellbare Laststrom weist einen zusätzlichen Rippelstrom auf. Um diesen Rippelstrom zu dämpfen, ist zwischen Ausgang des Abwärtswandlerschaltung 2 und dem Leuchtmittel 6 ein Tiefpass 6 angeordnet. Dieser Tiefpass 6 umfasst in Fig. 1 eine Induktivität L_{Filter} 7, eine Kapazität C_{Filter1} und eine mittels eines Schalters 10 schaltbare Kapazität C_{Filter2} 9. Die dargestellte Filterstruktur des schaltbaren Tiefpassfilters 6 ist lediglich eine mögliche Ausführung des Tiefpassfilters 6.

[0036] Der Schalter 10 ist in Fig. 1 als Feldeffekttransistor dargestellt, der über eine Treiberschaltung 11 von einem Mikrokontroller 12 angesteuert wird.

[0037] Weiter umfasst der schaltbare Tiefpassfilter 6 einen Vorladewiderstand R_{Vorlade} 14 der zwischen dem schaltbaren Filterkondensator C_{Filter2} 9 und einem niedrigen Schaltungspotential des Betriebsgeräts 1, insbesondere einem Massepotential, angeordnet ist, wobei der Vorladewiderstand 14, ausgelegt ist, einen Ladevorgang des zuschaltbaren Filterkondensators 9 zu stützen.

[0038] Die dargestellte Treiberschaltung 11 des Ausführungsbeispiels steuert den Schalter 10. Gezeigt ist eine Ansteuerung der Gate-Elektrode des Feldeffekttransistors als Schalter 10, über einen weiteren Tiefpassfilter 13. Der weitere Tiefpassfilter 13 ist als RC-Filter aufgebaut und bewirkt einen geglätteten Schaltungsvorgang des Schalters 10 und vermeidet somit einen abrupten Schaltvorgang der schaltbaren Filterkapazität C_{Filter2} 9.

[0039] Die eigentliche Treiberschaltung 11 ist in Fig. 1 mittels zweier Bipolartransistoren T1, T2 und den Widerständen R_1 , R_2 , R_3 , R_4 und R_5 realisiert. Es sind andere Schaltungsvarianten ebenso im Rahmen der Ausführung der Erfindung möglich, um ein Ansteuersignal für den Schalter 10 zu erzeugen.

[0040] Der Mikrokontroller 12 steuert den Schalter 10 entsprechend dem Dimmsignal 5 über die Treiberschaltung 11 an. Weiter stellt der Mikrokontroller 5 in dem gezeigten Ausführungsbeispiel ein Wandlersteuersignal 14 entsprechend dem extern erhaltenen Dimmsignal 5 an den Abwärtswandlerschaltkreis 2 bereit. Der Mikrokontroller 12 kann entgegen der dargestellten Ausführung Bestandteil des Abwärtswandlerschaltung 2 sein und als integrierter Schaltkreis (engl. IC), als Mikrokontrollerschaltkreis, als anwenderspezifischer Schaltkreis, als im Feld programmierbare Logikgatter-Anordnung (engl. FPGA) oder sonstige programmierbare logische Schaltung ausgebildet sein.

[0041] Der Abwärtswandlerschaltkreis 2, der Mikrokontroller 5, die Treiberschaltung 11 und das Filter 6 können in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sein. Der Mikrokontroller 5, die Treiberschaltung 11 und das Filter 6 können in einem Gehäuse untergebracht sein und als externes Modul zwischen den Abwärtswandlerschaltkreis 2 und der Last 3 angeschlossen werden.

[0042] Anhand von Fig. 2 wird kurz eine Übersicht über die bekannte Abwärtswandlerschaltung 2, auch als Tiefsetzsteller, Abwärtsregler (engl. step-down-converter, buck-converter) gegeben, insoweit dies zum Verständnis der Erfindung erforderlich erscheint. Dabei ist in der oberen Teilfigur 2 eine Schaltungsstruktur dargestellt. Die untere Teilfigur 2 stellt Strom- und Spannungsverläufe der Abwärtswandlerschaltung 2 für einen lückenden Betrieb dar.

[0043] Eine Spannungsquelle 15 speist die Abwärtswandlerschaltung 2 mit einer Spannung U_i . Die am Ausgang der Abwärtswandlerschaltung 2 angeschlossene Last, gezeigt als Leuchtmittel 3 mit mehreren Leuchtdioden, wird mit einer Spannung U_0 durch die Abwärtswandlerschaltung 2 versorgt.

[0044] Ein Schalter S, beispielsweise mit einem Transistor ausgeführt, wird von dem Mikrokontroller 12 getaktet mittels eines Schaltersteuersignals 16 ein- und ausgeschaltet.

[0045] Die Abwärtswandlerschaltung 2 überträgt elektrische Energie von der in Fig. 2 links angeschlossenen Spannungsquelle 14 zu dem Leuchtmittel 3. Eine Spule L und ein Kondensator C als Energiespeicher für magnetische und elektrische Energie ermöglichen die Versorgung des Leuchtmittels 3 in den Zeiträumen, in denen der Schalter S geöffnet ist. Die Spannung U_0 kann durch Steuerung eines Tastverhältnisses D des Schalters S, also der Ein- und Ausschaltzeiten des Schalters S eingestellt werden. Die Ansteuerung des Schalters S erfolgt üblicherweise durch einen Regler, um die ausgangsseitige Spannung U_0 , oder insbesondere einen Laststrom I_{LED} auf einen bestimmten Wert, insbesondere vorgegeben durch das Dimmsignal 5, zu regeln.

[0046] Ist der Schalter S während der Einschaltzeit T_{EIN} geschlossen, fließt der Strom I_{LED} durch die Spule L und durch das Leuchtmittel 3 und die Diode D sperrt. Ist der Schalter S während einer Ausschaltphase T_{AUS} offen, wird von der in der Spule L gespeicherten magnetischen Energie der Strom I_{LED} weitergetrieben, jedoch durch die nun leitende Diode D und auch aus dem Kondensator C, insbesondere aus dessen gespeicherter elektrischer Feldenergie getrieben.

[0047] In einem nichtlückenden Betrieb, auch kontinuierlicher Betrieb (engl. Continuous Current Mode), wird der Schalter S erneut geschlossen, ehe die gespeicherte magnetische Energie in der Spule L vollständig abgebaut ist. Dies ist insbesondere für eine gewünschte hohe Lichtabgabe eines angeschlossenen Leuchtmittels 3 der Fall. In einem lückenden Betrieb (engl. Discontinuous Current Mode) hingegen fällt ein Strom I_L durch die Spule L regelmäßig während jeder Schaltperiode auf Null. Die Verläufe der einzelnen Spannungen und Ströme sind für den lückenden Betrieb in der unteren Teilfigur der Fig. 2 gezeigt. Dieser Betrieb ist beispielsweise für eine geringe gewünschte Lichtabgabe des Leuchtmittels 3, also in einem stark gediminten Betrieb, die Regel.

[0048] Ob ein kontinuierlicher oder ein lückender Betrieb vorliegt, hängt von der Induktivität L, einer Schaltfrequenz des Schalters S, einer Eingangsspannung U_i der Abwärtswandlerschaltung

2, einer Ausgangsspannung U_0 der Abwärtswandlerschaltung 2 und dem Ausgangsstrom I_{LED} ab.

[0049] Die Ausgangsspannung U_0 kann je nach Laststrom I_{LED} durch die Schaltzyklen eine Wellenform mit einem Ripple-Strom aufweisen, der beispielsweise durch ein LC-Glied vermindert werden kann.

[0050] In Fig. 3 werden anhand eines Flussdiagramms einzelne Schritte des erfindungsgemäßen Verfahrens näher erläutert. Dabei werden die Verfahrensschritte als Steuerprogramm in einem programmierbaren integrierten Schaltkreis, beispielsweise dem Mikrokontroller 12, ausgeführt. Ebenso können die Verfahrensschritte in Form geeigneter Schaltungsstrukturen in Hardware verwirklicht werden.

[0051] Zunächst wird in einem Schritt S1 der Betriebsmodus der Abwärtswandlerschaltung 2 bestimmt. In einem folgenden Schritt S2 wird ermittelt, ob die Abwärtswandlerschaltung 2 in einem lückenden Betriebsmodus oder in einem nichtlückenden Betriebsmodus betrieben wird.

[0052] Wird in Schritt S2 bestimmt, dass sich die Abwärtswandlerschaltung 2 in einem lückenden Betriebsmodus befindet, so wird in einem anschließenden Schritt S3 der zeitliche Abstand zwischen den dreieckförmigen Strompulsen bestimmt.

[0053] In einem Schritt S4 wird der in Schritt S3 bestimmte zeitliche Abstand zwischen den dreieckförmigen Strompulsen mit einem Grenzwert T_g verglichen. Ist der zeitliche Abstand der dreieckförmigen Strompulse größer als der Grenzwert T_g , was einem Schwellenwert für den mittleren Strom entspricht, so wird in einem anschließenden Schritt S5 die schaltbare Filterkapazität $C_{Filter2}$ 9 ausgeschaltet. Bei einem starken Dimmen der Leuchtmittel 3, also einem geringen mittleren Strom I_{LED} , wird das Leuchtmittel 3 lediglich während der dreieckförmigen Strompulse einen Strom sehen, da lediglich hier der Strom ungleich Null ist. Da zudem ein Spitzenwert I_{peak} der dreieckförmigen Strompulse geringer ist, wird das Leuchtmittel 3 in Bezug auf den Strom in einem unkritischen Bereich betrieben. Damit kann das Tiefpassfilter 6 bzw. die schaltbare Kapazität $C_{Filter2}$ 9 mittels des Schalters 10 abgeschaltet werden.

[0054] Wird hingegen in Schritt S4 festgestellt, dass der zeitliche Abstand zwischen den dreieckförmigen Strompulsen kleiner als T_g ist, der LED-Strom also den Schwellenwert überschreitet, so erfolgt ein Zuschalten der schaltbaren Filterkapazität $C_{Filter2}$ 9 durch Schließen des Schalters 10. Damit wird dem Leuchtmittel 3 ein geglätteter Strom I_{LED} zugeführt und die Farbtreue der LEDs des Leuchtmittels 3 ist höher als dies ohne zugeschaltete Filterkapazität $C_{Filter2}$ 9 der Fall wäre.

[0055] Damit wird bei einem niedrigen Dimmen, bei dem der Ausgangsstrom über den Schwellenwert liegt, das Filter 6 mittels des Schalters 10 zugeschaltet und bei einem starken Dimmen, bei dem der Ausgangsstrom unterhalb des Schwellenwerts liegt, das Filter 6 mittels des Schalters 10 abgeschaltet.

[0056] Der Schwellenwert kann mittels des Mikrokontrollers 5 verändert werden bzw. eingestellt werden. Alternativ kann sich der Schwellenwert aus den Bauteilwerten ergeben. Der Schwellenwert kann auch in Abhängigkeit der gewählten Dimmart verändert werden können. Als Dimmart kann beispielsweise eine Pulsfrequenzmodulation oder eine Pulsweitenmodulation oder eine Kombination der beiden Arten ausgewählt werden.

[0057] In einer Ausführung der Erfindung kann der Wert des Grenzwerts T_g zu 0 gesetzt werden, so dass die Schritte S3 und S4 entfallen können.

[0058] Erfindungsgemäß wird daher dem Leuchtmittel 3 für die Zeitdauer, während der das Leuchtmittel 3 leuchtet, ein möglichst hoher mittlerer Stromwert des Laststroms I_{LED} zugeführt und damit eine große Farbtreue erreicht. Damit ist ein hoher Spitzenwert I_{peak} des dreieckförmigen Strompulses einstellbar, ohne das Leuchtmittel 3 zugleich kritischen Stromspitzen auszusetzen. Niedrige Dimmwerte, also ein starkes Dimmen der Lichtabgabe des Leuchtmittels 3, würde allerdings erfordern, einen entsprechend großen zeitlichen Abstand zwischen den dreieckförmigen Strompulsen in diesem lückenden Betriebsmodus einzustellen. In diesem Fall kann ein Flackern des Leuchtmittels 3 wahrnehmbar werden. Daher wird der Stromspitzenwert I_{peak} für niedrige Dimmwerte in einem lückenden Betrieb entsprechend reduziert. Die Erfindung schaltet den

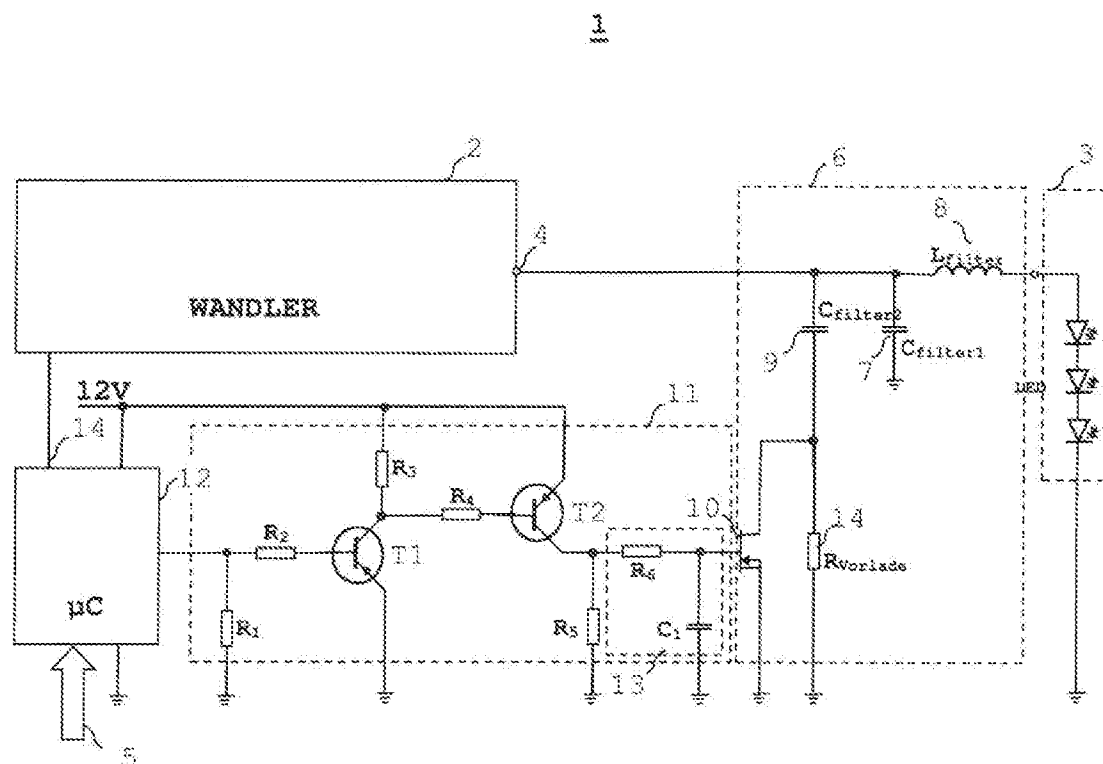
schaltbaren Tiefpassfilter 6 bzw. die schaltbare Kapazität C_{Filter2} 9 in diesem Fall ab. Ein hoher Spitzenwert I_{peak} des dreieckförmigen Strompulses, der in Verbindung mit einem Rippelstrom das Leuchtmittel 3 kritischen Stromspitzen aussetzt, liegt in diesem Betriebsmodus nicht vor und durch das Abschalten der Kapazität wird ein Verformen des Dreiecks des Stromverlaufs und damit ein unerwünschtes weiteres Reduzieren des mittleren Stroms vermieden.

Ansprüche

1. Betriebsgerät mit einem Wandlerschaltkreis (2) zum Betreiben eines Leuchtmittels (3) mit wenigstens einer LED,
wobei der Wandlerschaltkreis einen Tiefpassfilter (6) aufweist und das Betriebsgerät dadurch gekennzeichnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Tiefpassfilter (6) schaltbar ausgelegt ist und eine Treiberschaltung (11) ausgelegt ist, den Tiefpassfilter (6) zu schalten,
wobei die Treiberschaltung (11) ausgelegt ist, einen Filterkondensator (9) des Tiefpassfilters (6) bei Ausgangsströmen, die einen Schwellenwert überschreiten, zuzuschalten.
2. Betriebsgerät nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Treiberschaltung (11) ausgelegt ist, einen Filterkondensator (9) des Tiefpassfilters (6) bei Ausgangsströmen, die den Schwellenwert unterschreiten, abzuschalten.
3. Betriebsgerät nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Mikrokontroller (12) ausgelegt ist, die Treiberschaltung (11) anzusteuern, um den Filterkondensator (9) zuzuschalten oder abzuschalten.
4. Betriebsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Tiefpassfilter (6) ausgelegt ist einen Rippelstrom auf einem Laststrom an einem Ausgang des Wandlerschaltkreis (2) zu dämpfen.
5. Betriebsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Vorladewiderstand (14) zwischen dem Filterkondensator (9) und einem niedrigen Potential, insbesondere einem Massepotential, angeordnet ist, wobei der Vorladewiderstand (14) ausgelegt ist, den zuschaltbaren Kondensator (9) zu laden.
6. Betriebsgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Treiberschaltung einen weiteren Tiefpassfilter (13) zum gleitenden Zuschalten des zuschaltbaren Filterkondensators (9) aufweist.
7. Verfahren zum Betreiben eines Betriebsgeräts mit einem Wandlerschaltkreis, insbesondere einem Abwärtswandlerschaltkreis (2), für den Betrieb eines Leuchtmittels (3) mit wenigstens einer Leuchtdiode,
wobei der Wandlerschaltkreis einen Tiefpassfilter (6) aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Verfahren den Tiefpassfilter (6) abhängig von einem LED-Strom schaltet (S5, S6).
8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Treiberschaltung (11) einen Filterkondensator (9) des Tiefpassfilters (6) bei Ausgangsströmen, die einen Schwellenwert überschreiten, zuschaltet.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Treiberschaltung (11) einen Filterkondensator (9) des Tiefpassfilters (6) bei Ausgangsströme, die den Schwellenwert unterschreiten, abschaltet.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem Schritt des Schaltens der zuschaltbare Filterkondensator (9) über einen Vorla-
dewiderstand (14) geladen wird.

Hierzu 3 Blatt Zeichnungen



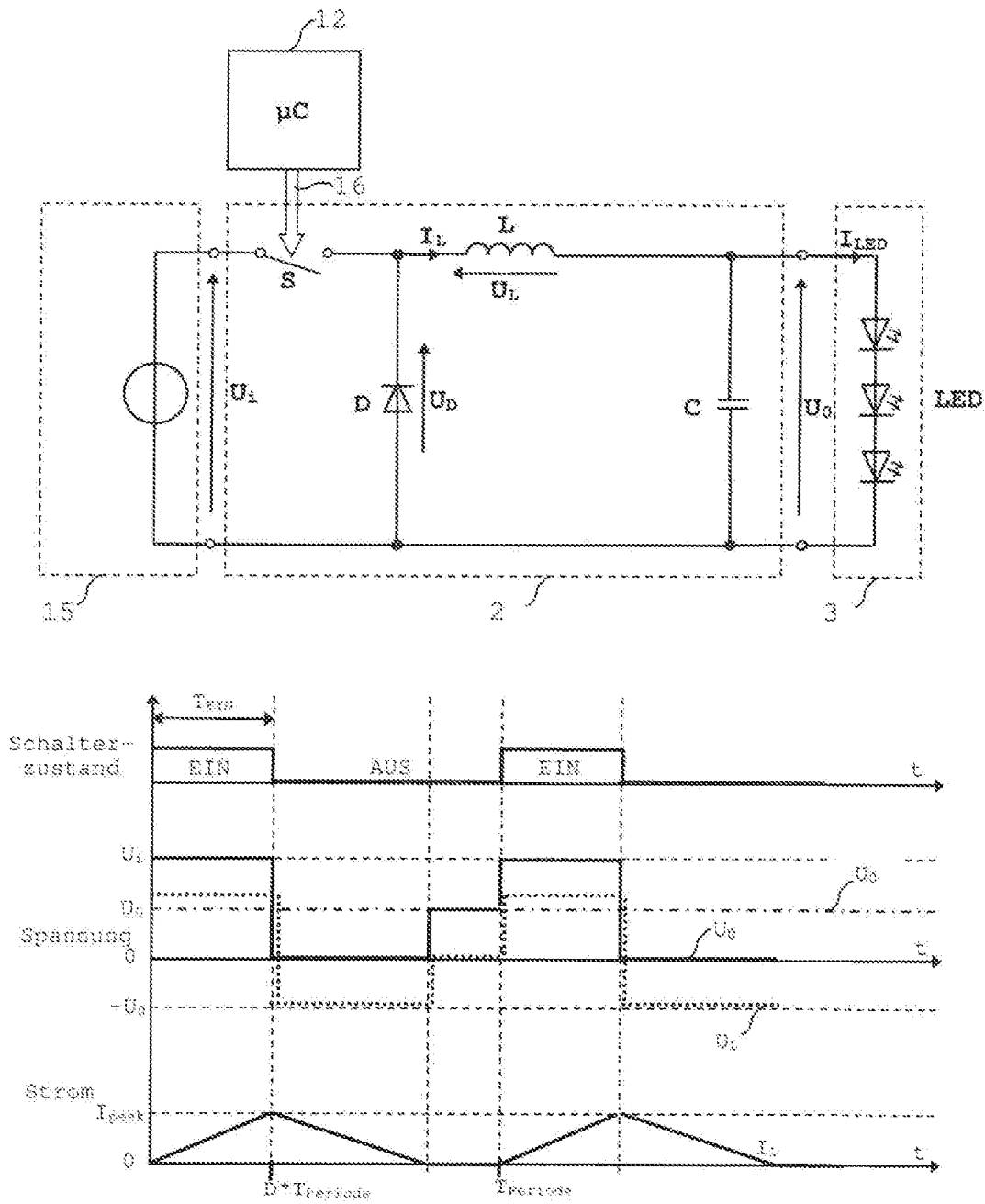


Fig. 2

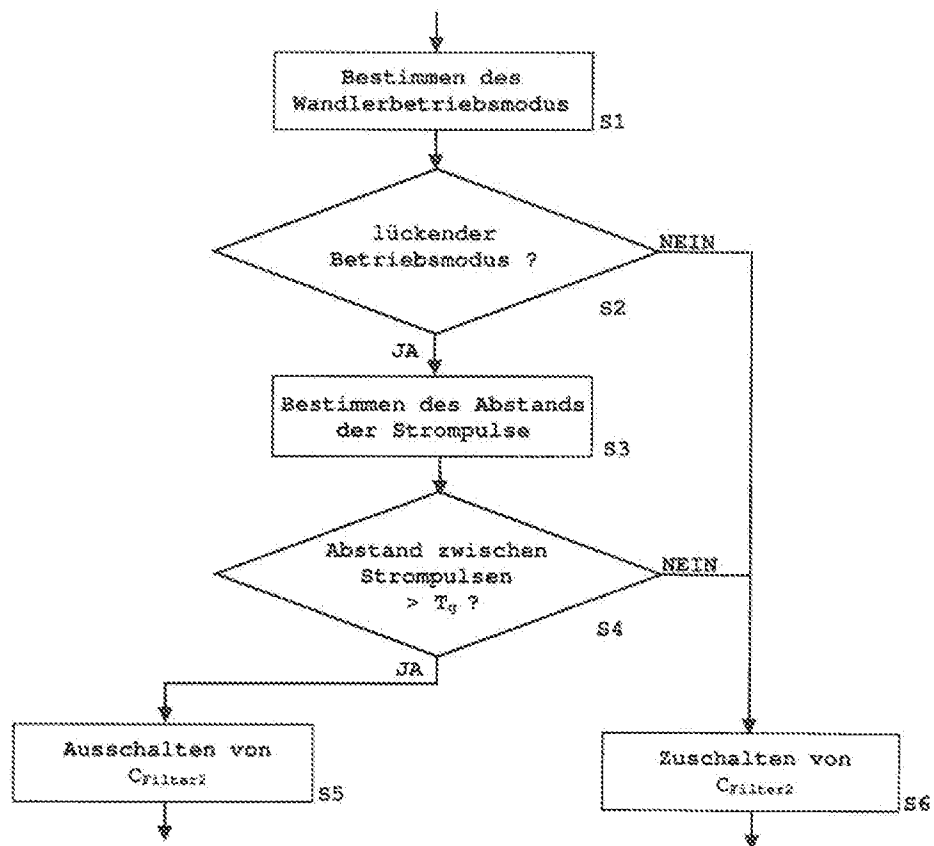


Fig. 3

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
H05B 45/30 (2020.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
H05B 45/30 (2022.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
H05B

Konsultierte Online-Datenbank:
EPODOC, WPIAP, TXTDE, TXTEN, INTERNET: Google Patents, ESPACENET

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **24.02.2017** eingereichten Ansprüchen **1 - 10** erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungs- datum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend An- spruch
X	EP 2689302 B1 (R2 SEMICONDUCTOR INC [US]) 10. Oktober 2018 (10.10.2018) Zusammenfassung; Absätze [0022], [0026] - [0032], [0040]; Fi- guren 2, 5; Anspruch 6.	1, 3 - 5, 7
Y		2, 8 - 10
Y	DE 4036062 A1 (TELEFUNKEN SENDESTECHNIK [DE]) 14. Mai 1992 (14.05.1992) Spalte 3, Zeilen 36 - 65; Figuren 1, 2.	2, 8 - 10

Datum der Beendigung der Recherche:
23.05.2022

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

WALTER Peter

^{*)} **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.