

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer: GM 385/2012
(22) Anmeldetag: 28.09.2012
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.04.2014
(45) Veröffentlicht am: 15.06.2014

(51) Int. Cl.: **H05B 33/08** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2010046055 A1
US 2007267978 A1
WO 2010023280 A1
WO 2011156691 A1
WO 2010021677 A1

(73) Gebrauchsmusterinhaber:
TRIDONIC GMBH & CO KG
6851 DORNBIRN (AT)

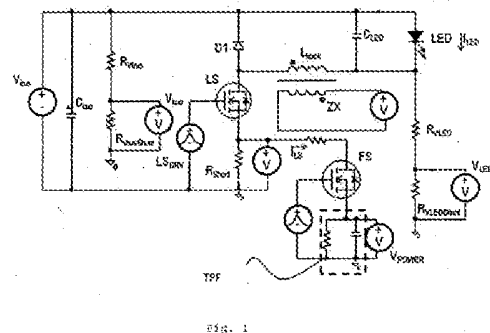
(74) Vertreter:
BARTH ALEXANDER DIPL.ING. (FH)
6851 DORNBIRN (AT)

(54) **Betriebsschaltung mit getaktetem Konverter zur Ansteuerung einer LED-Strecke**

(57) Die Erfindung stellt eine Betriebsschaltung für eine LED-Strecke mit wenigstens einer LED, wobei

- der Betriebsschaltung an wenigstens einem eingangsseitigen Anschluss eine Versorgungsspannung (V_{bus}) zuführbar ist, und die Betriebsschaltung eine Spule (L_{Buck}) und einen durch eine Steuereinheit (SE) getakteten ersten Schalter (LS) aufweist, wobei
- bei leitfähig-geschalteten ersten Schalter (LS) in der Spule (L_{Buck}) eine Energie zwischengespeichert wird, die sich bei nichtleitfähig-geschalteten ersten Schalter (LS) über eine Diode (D1) und über die LED-Strecke entlädt, wobei
- die Steuereinheit (SE) dazu eingerichtet ist, den Schalter-Strom (I_{LS}) durch den ersten Schalter (LS) an einem ersten Mess-Widerstand (R_{shunt}) zu ermitteln, die Versorgungsspannung (V_{bus}) an einem zweiten Mess-Widerstand ($R_{VbusShunt}$) und eine Mess-Spannung (V_{led}) an der LED-Strecke an einem dritten Mess-Widerstand ($R_{VledShunt}$) zu ermitteln und daraus den LED-Strom (I_{LED}) durch die LED-Strecke zu berechnen, wobei der Schalter-Strom (I_{LS}) mit einem PWM-Signal kombiniert wird, wobei das PWM-Signal im Verhältnis zur Frequenz des Schalter-Stroms (I_{LS}) niederfrequent ist, wobei ein zweiter Schalter (FS) vorgesehen ist, der dazu eingerichtet ist, einen Strompfad zwischen dem ersten Mess-Widerstand (R_{shunt}) und einem

Tiefpassfilter (TPF) nur während einer Einschaltzeitdauer des PWM-Signals freizugeben, und während einer Ausschaltzeitdauer des PWM-Signals den Strompfad zu unterbrechen.



Beschreibung

BETRIEBSSCHALTUNG MIT GETAKTETEM KONVERTER ZUR ANSTEUERUNG EINER LED-STRECKE

[0001] Die Erfindung betrifft eine Betriebsschaltung zur Ansteuerung einer LED-Strecke mit wenigstens einer LED. Die LED-Strecke wird dabei von einem getakteten Konverter angesteuert, vorzugsweise von einem Buck-Konverter. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf die indirekte Ermittlung des Stroms (I_{LED}) durch die LED-Strecke.

[0002] Halbleiterlichtquellen wie beispielsweise Leuchtdioden sind während der letzten Jahre für Beleuchtungsanwendungen zunehmend interessant geworden. Der Grund dafür liegt unter anderem darin, dass entscheidende technische 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 zu herkömmlichen Lichtquellen wie Glüh- oder Gasentladungslampen entwickeln.

[0003] Halbleiterlichtquellen sind aus dem Stand der Technik hinreichend bekannt und werden im Folgenden allgemein als „LED“ (Light Emitting Diode) bezeichnet. Dieser Begriff soll im Folgenden sowohl Leuchtdioden aus anorganischen Materialien als auch Leuchtdioden aus organischen Materialien umfassen.

[0004] 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.

[0005] In der Praxis werden zur Ansteuerung einer Anordnung von einer LED oder mehreren LEDs vorzugsweise Schaltregler, beispielsweise Tiefsetzsteller (Step-Down- oder Buck-Konverter) verwendet. Ein solcher Schaltregler ist beispielsweise aus der DE 10 2006 034 371 A1 bekannt. Dabei steuert eine Steuereinheit einen hochfrequent getakteten Schalter (beispielsweise einen Leistungstransistor, FET, MOSFET) an. Im eingeschalteten Zustand des Schalters fließt Strom über die LED Anordnung und eine Spule, die dadurch aufgeladen wird. Die zwischengespeicherte Energie der Spule entlädt sich im ausgeschalteten Zustand des Schalters über die LED(s) (Freilaufphase).

[0006] Bekanntlich kann jedoch bei einer derartigen Konfiguration und vor allem bei Verwendung eines Niederpotential („Low-Side“) - Schalters nicht ohne weiteres der LED-Strom in der Freilaufphase, d.h. bei geöffnetem, nichtleitend-geschalteten Schalter, gemessen werden. Diese Messung ist jedoch nötig, wenn der LED-Strom als Istwert zur Steuerung der LED-Strecke zugeführt werden soll.

[0007] Die Erfindung löst nun dieses Problem durch Bereitstellen einer Betriebsschaltung, einer Leuchte mit einer Betriebsschaltung und eines Verfahrens gemäß der unabhängigen Ansprüche. Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0008] In einem ersten Aspekt stellt die Erfindung eine Betriebsschaltung für eine LED-Strecke mit wenigstens einer LED bereit, wobei der Betriebsschaltung an wenigstens einem eingangsseitigen Anschluss eine Versorgungsspannung zuführbar ist, und die Betriebsschaltung eine Spule und einen durch eine Steuereinheit getakteten ersten Schalter aufweist, wobei bei leitfähig-geschalteten ersten Schalter in der Spule eine Energie zwischengespeichert wird, die sich bei nichtleitfähig-geschalteten ersten Schalter über eine Diode und über die LED-Strecke entlädt, wobei ein Kondensator vorgesehen ist, der parallel zu der LED-Strecke angeordnet ist und der bei angeschlossener LED während der Phase der Entladung der Spule den Strom durch die LED aufrecht erhält, und wobei die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, den Schalter-Strom durch den ersten Schalter an einem ersten Mess-Widerstand zu ermitteln, die Versorgungsspannung an einem zweiten Mess-Widerstand und eine Mess-Spannung an der LED-Strecke an einem dritten Mess-Widerstand zu ermitteln und daraus den LED-Strom durch die LED-

Strecke zu berechnen.

[0009] Die Steuereinheit kann die LED-Spannung als Differenz aus der Versorgungsspannung und der Mess-Spannung berechnen.

[0010] Die Steuereinheit kann den LED-Strom berechnen aus dem Produkt der Versorgungsspannung und des Schalter-Stroms als übertragene Leistung dividiert durch die LED-Spannung.

[0011] Die Steuereinheit kann den Schalter-Strom einer Durchschnittsbildung (Tiefpassfilterung, zeitliche Mittelung, Integration) unterziehen.

[0012] Der LED-Strom kann der Steuereinheit als Rückführsignal, insbesondere als Ist-Wert, zugeführt werden. Die Steuereinheit kann die Einschaltzeitdauer des ersten Schalters steuern.

[0013] Die Steuereinheit kann einen Abschaltsschwellwert für den ersten Schalter vorgeben.

[0014] Die Mittelung des Schalter-Stroms kann durch einen Tiefpassfilter erfolgen, der den zeitlichen Mittelwert des Stroms erfassen kann.

[0015] Der Schalter-Strom kann mit einem PWM-Signal kombiniert werden. Das PWM-Signal kann im Verhältnis zur Frequenz des Schalter Stroms niederfrequent sein.

[0016] Ein zweiter Schalter kann einen Strompfad zwischen dem ersten Mess-Widerstand und dem Tiefpassfilter nur während einer Einschaltzeitdauer des PWM-Signals freigeben, und während einer Ausschaltzeitdauer des PWM-Signals den Strompfad unterbrechen.

[0017] Während der Ausschaltzeitdauer kann der gemittelte, tiefpassgefilterte, Schalter-Strom gehalten werden. Die Steuereinheit kann den gemittelten Schalter-Strom während der Ausschaltzeitdauer des PWM-Signals auswerten.

[0018] Die Steuereinheit kann ein Tastverhältnis des PWM-Signals steuern. Die Steuereinheit kann den Abschaltsschwellwert für den ersten Schalter abhängig von dem gemittelten Schalter-Strom einstellen.

[0019] Der Steuereinheit kann ein die Versorgungsspannung wiedergebendes Signal, ein den gemittelten Schalter-Strom wiedergebendes Signal und/oder ein Signal, dass die Differenz aus der Versorgungsspannung und der Mess-Spannung wiedergibt, zugeführt werden.

[0020] Die Steuereinheit kann den zweiten Schalter steuern. Der zweite Schalter kann den Tiefpassfilter von dem ersten Mess-Widerstand trennen, wenn die Steuereinheit einen Nulldurchgang, insbesondere das Abfallen des Stroms in der Spule bzw. einer Drossel, feststellt.

[0021] In einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung eine Leuchte mit einer LED-Strecke und einer Betriebsschaltung, wie sie oben beschrieben ist, bereit.

[0022] In noch einem weiteren Aspekt stellt die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben von einer LED-Strecke mit wenigstens einer LED, wobei der Betriebsschaltung an wenigstens einem eingangsseitigen Anschluss eine Versorgungsspannung zugeführt wird, und die Betriebsschaltung eine Spule und einen durch eine Steuereinheit getakteten ersten Schalter aufweist, bei leitfähig-geschalteten ersten Schalter in der Spule eine Energie zwischengespeichert wird, die sich bei nichtleitfähig-geschalteten ersten Schalter über eine Diode und über die LED-Strecke entlädt, wobei ein Kondensator parallel zu der LED-Strecke angeordnet ist und der bei angeschlossener LED während der Phase der Entladung der Spule den Strom durch die LED aufrecht erhält, und wobei die Steuereinheit den Schalter-Strom durch den ersten Schalter an einem ersten Mess-Widerstand ermittelt, die Versorgungsspannung an einem zweiten Mess-Widerstand und eine Mess-Spannung an der LED-Strecke an einem dritten Mess-Widerstand ermittelt und daraus den LED-Strom durch die LED-Strecke berechnet.

[0023] Die Erfindung betrifft auch eine Betriebsschaltung für eine LED-Strecke mit wenigstens einer LED, wobei der Betriebsschaltung an wenigstens einem eingangsseitigen Anschluss eine Versorgungsspannung zuführbar ist, und die Betriebsschaltung eine Spule und einen durch eine Steuereinheit hochfrequent getakteten ersten Schalter aufweist, wobei bei leitfähig-geschalteten ersten Schalter in der Spule eine Energie zwischengespeichert wird, die sich bei

nichtleitfähig-geschalteten ersten Schalter über eine Diode und über die LED-Strecke entlädt, wobei die hochfrequente Taktung des ersten Schalter mit einem PWM-Signal kombiniert wird, wobei die Frequenz des PWM-Signals im Verhältnis zur Frequenz der hochfrequenten Taktung des ersten Schalters niederfrequent ist, die Steuereinheit dazu eingerichtet ist, den Schalter-Strom durch den ersten Schalter an einem ersten Mess-Widerstand zu ermitteln, wobei der gemittelte, insbesondere tiefpassgefilterte, Schalter-Strom erfasst wird und der gemittelte, insbesondere tiefpassgefilterte, Schalter-Strom nur während der Einschaltzeitdauer des PWM-Signals erfasst wird.

[0024] Die Erfindung wird nunmehr auch mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. Dabei zeigen:

[0025] Fig. 1 eine Schaltungsanordnung gemäß der Erfindung.

[0026] Fig. 2 exemplarisch einige Stromverläufe in der Schaltungsanordnung.

[0027] In Fig. 1 zeigt eine Schaltungsanordnung - unter anderem - einem Tiefsetzsteller (Buck-Converter) für den Betrieb zumindest der LED-Strecke (mit einer oder mehreren in Serie geschalteten LEDs), mit einem ersten Schalter LS, der auch als Konverter-Schalter des Buck-Konverters bezeichnet werden kann. Die Schaltungsanordnung, im Folgenden auch als Betriebsschaltung bezeichnet, wird mit einer Gleichspannung bzw. einer gleichgerichteten Wechselspannung V_{bus} versorgt.

[0028] Parallel zu der Versorgungsspannung V_{bus} ist ein Kondensator C_{bus} angeordnet. Ein erster Mess-Widerstand $R_{VbusShunt}$ ist über einen ersten Widerstand R_{Vbus} mit der Versorgungsspannung V_{bus} verbunden. An diesem ersten Mess-Widerstand $R_{VbusShunt}$ kann die Versorgungsspannung V_{bus} von einer Steuereinheit SE (z.B. einem Mikrocontroller, einer ASIC, einer IC, ...) (nicht gezeigt) erfasst werden.

[0029] Es schließt sich der eigentliche Konverter an, wobei zunächst eine Diode D1, der erste Schalter LS und ein zweiter Mess-Widerstand R_{Shunt} in Serie parallel zum Kondensator C_{bus} verschaltet sind. Zwischen Diode D1 und dem ersten Schalter LS ist die potentialniedrigere Seite der Diode D1 über eine Spule L_{buck} mit einem zu der Diode D1 parallelgeschalteten zweiten Kondensator C_{LED} verbunden. An dem zweiten Mess-Widerstand R_{Shunt} kann, z.B. von der Steuereinheit SE, der Schalter-Strom I_{LS} durch den ersten Schalter LS erfasst werden.

[0030] Parallel zu dem zweiten Kondensator C_{LED} ist schließlich die LED-Strecke LED geschaltet.

[0031] Im eingeschalteten Zustand des ersten Schalters LS (während der Einschaltzeitdauer T_{on}) wird in der Spule L_{buck} Energie aufgebaut, die sich im ausgeschalteten Zustand des ersten Schalters LS (Zeitdauer T_{off}) über die LED-Strecke LED entlädt.

[0032] Induktiv mit der Spule L_{buck} ist eine Drossel ZX gekoppelt, über die in einem Messkreis die Lade- und Entlade-Vorgänge (Magnetisierung und Entmagnetisierung) der Spule L_{buck} erfasst werden können. Insbesondere können über die Drossel ZX Nulldurchgänge, d.h. eine Entladung der Spule L_{buck} auf den Null- Pegel, erfasst werden. Dies kann z.B. durch die Steuereinheit SE erfolgen, indem z.B. der Strom I_{Lbuck} durch die Spule, z.B. an der Drossel ZX erfasst wird.

[0033] In Serie zu dem Leuchtmittel ist über einen weiteren Widerstand R_{VLED} ein dritter Mess-Widerstand $R_{VLEDShunt}$ angeschlossen, an dem eine Mess-Spannung V_{LED} von der Steuereinheit SE erfasst werden kann.

[0034] Zurück an dem ersten Schalter LS ist an dessen potentialniedrigere Seite zwischen dem ersten Schalter LS und dem zweiten Mess-Widerstand R_{Shunt} über einen weiteren Widerstand ein zweiter Schalter FS verschaltet, über den ein Filter 1. Ordnung (Tiefpass) zu- oder abgeschaltet werden kann.

[0035] Der erste Schalter wird dabei über eine Treiberschaltung LS_{Driver} mit einer Treiber Spannung V_{gate} angesteuert, während der zweite Schalter FS über eine Treiberschaltung mit der

Spannung V_{duty} angesteuert wird. Die jeweilige Ansteuerung kann auch durch eine Steuerschaltung SE erfolgen.

[0036] Das Tiefpassfilter TPF dient nun dazu, den an dem zweiten Mess-Widerstand R_{Shunt} erfassten Schalter-Strom I_{LS} zeitlich zu mitteln. Die Erfindung sieht nämlich zur Messung des LED-Stroms I_{LED} als Istwert folgendes vor:

[0037] Der Schalter-Strom I_{LS} durch den ersten Schalter LS wird bei eingeschalteten ersten Schaltern LS an dem zweiten Mess-Widerstand R_{Shunt} erfasst. Dieser Strom steigt während der Einschaltzeitphase des ersten Schalters LS im Wesentlichen linear an und fällt beim Öffnen des Schalters LS auf null ab. Der Strom durch die Spule L_{buck} zeigt also einen zickzackförmigen zeitlichen Verlauf: bei eingeschaltetem ersten Schalter zeigt der Strom eine ansteigende Flanke, bei ausgeschaltetem ersten Schalter ergibt sich eine abfallende Flanke. Während der Freilaufphase ist der Schalter-Strom I_{LS} daher Null, bevor er beim erneuten Einschalten des ersten Schalters LS wieder ansteigt.

[0038] Vorzugsweise wird der Schalter LS ausgeschaltet, wenn eine Abschaltschwelle (abgelegt beispielsweise in der Steuereinheit SE) erreicht ist. Dieser Schalter-Stromverlauf I_{LS} wird nunmehr gemittelt, indem er der Tiefpassschaltung TPF zugeführt wird. Somit wird der sich im zeitlichen Mittel einstellende Schalter-Strom I_{LS} erfasst.

[0039] Der hochfrequente, näherungsweise zickzackförmigen Verlauf des LED-Stroms I_{LED} (im Ausführungsbeispiel fällt der LED-Strom I_{LED} durch die Spule L_{buck} auf Null ab, bevor wieder eingeschaltet wird, was einem Betrieb im sog. „Borderline Mode“ entspricht) kann kombiniert werden mit einer im Verhältnis dazu niederfrequenten PWM-Ansteuerung (LF PWM, low-frequent PWM).

[0040] Eine große Schwankungsbreite des Stroms (Welligkeit oder Rippel) kann sich nämlich bei LEDs nachteilig auswirken, 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 alternativ oder zusätzlich ein Pulsmodulationsverfahren, beispielsweise das PWM (Pulse- Width Modulation)-Verfahren, anzuwenden.

[0041] Dabei werden den LEDs durch die Betriebsschaltung 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 angeführte 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. Es wird somit also die hochfrequente Taktung des ersten Schalters LS mit einem PWM-Signal kombiniert, wobei die Frequenz des PWM-Signals im Verhältnis zur Frequenz der hochfrequenten Taktung des ersten Schalters (LS) niederfrequent ist. Es ergibt sich dadurch eine hochfrequente Taktung des ersten Schalters LS, welche von längeren Pausen ohne Taktung unterbrochen wird, wobei diese längeren Pausen die Ausschaltphase des niederfrequenten PWM-Signals sind. Vorzugsweise sind die Frequenz der hochfrequenten Taktung und des niederfrequenten PWM-Signals aufeinander abgestimmt, um Flackereffekte zu vermeiden. Beispielsweise kann die Frequenz der hochfrequenten Taktung ein ganzzahliges Vielfaches der Frequenz des niederfrequenten PWM-Signals sein. Aus Gründen der Farbkonstanz soll innerhalb eines Pulspakets die Amplitude des Rippels möglichst gering sein. Dabei kann der Schalter in einem hochfrequenten PWM-Modus betrieben werden. In diesem Fall wird bei fix vorgegebener Frequenz das Einschaltverhältnis für die hochfrequente Taktung des ersten Schalters abhängig vom Mittelwert des ermittelten LED-Stromes oder Schalterstromes eingestellt. Eine Aufrechterhaltung des Stromes durch die LED kann durch die Parallelschaltung eines Kondensators C_{LED} erfolgen, wie dies später noch erläutert wird. Alternativ kann die Einstellung des Stromes durch die LED durch geeignete Wahl des Einschaltzeitpunkts und Ausschaltzeitpunkts erfolgen. So können diese Zeitpunkte beispielsweise so gewählt werden, dass der erste Schalter LS eingeschaltet wird, wenn der Strom einen bestimmten minimalen Referenzwert unterschreitet und der Schalter ausgeschaltet wird, wenn der

Strom einen maximalen Referenzwert überschreitet (Abschaltsschwellwert). Der minimale Referenzwert kann auch Null sein.

[0042] Daher ist vorgesehen, dass der Strompfad zwischen dem zweiten Mess-Widerstand R_{shunt} in Serie zu dem ersten Schalter LS, dem Konverter-Schalter, hin zu dem Tiefpassfilter TPF nur während der Einschaltzeitdauer des Niederfrequenten PWM-Signals freigegeben ist. Während der Ausschaltzeitdauer des Niederfrequenten PWM-Signals wird der Strompfad unterbrochen, so dass das sich einstellende tiefpassgefilterte (gemittelte) Signal gehalten wird und somit auch eine Auswertung des Mittelwertes in der Ausschaltzeitdauer des niederfrequenten PWM-Signals durch die Steuereinheit erfolgen kann.

[0043] Der LED-Strom I_{LED} wird dann letztendlich gemäß der Erfindung ermittelt durch Inbezugsetzen (bspw. Dividieren oder anderes Korrelieren) der durch den Konverter übertragenen Leistung durch die LED-Spannung. Die übertragene Leistung wird dabei berechnet durch die am ersten Mess-Widerstand ermittelte Versorgungsspannung V_{bus} , die multipliziert wird mit dem zeitlich gemittelten Schalter-Strom I_{LS} . Dies kann z.B. wiederum durch die Steuereinheit SE erfolgen. Die LED-Spannung wird an dem dritten Mess-Widerstand $R_{VLEDShunt}$ ermittelt, der in Serie zu der LED-Strecke LED geschaltet ist. Die LED-Spannung ergibt sich dabei aus der Differenz zwischen der Versorgungsspannung V_{bus} und der am dritten Mess-Widerstand ermittelten Mess-Spannung V_{LED} .

[0044] Somit wird indirekt der LED-Strom I_{LED} durch Berechnung der übertragenen Leistung und der indirekten Ermittlung der LED-Spannung ermittelt. Die Ermittlungen und/oder die Berechnungen erfolgen dabei vorzugsweise durch die Steuereinheit SE.

[0045] Der berechnete LED-Strom kann somit als Istwertgröße für eine Regelung des LED-Stroms verwendet werden. Als Steuergröße für die Regelung kann einerseits die Einschaltzeitdauer T_{on} des ersten Schalters LS des (Buck-)Konverters verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich kann das Tastverhältnis der niederfrequenten PWM-Ansteuerung, falls vorhanden, verwendet werden.

[0046] Ist die Steuergröße die Einschaltzeitdauer T_{on} des Konverters, kann die Abschaltsschwelle für den ersten Schalter LS in der Steuereinheit abhängig von dem Mittelwert des Schalter-Stroms I_{LS} verschoben werden.

[0047] Der Steuereinheit werden vorzugsweise also ein Signal, das die Versorgungsspannung V_{bus} wiedergibt, ein Signal, das den zeitlichen Mittelwert des Schalter-Stroms I_{LS} wiedergibt (in den Einschaltzeitdauern der niederfrequenten PWM-Modulation, falls vorhanden), und/oder ein Signal, das die Versorgungsspannung V_{bus} minus die am dritten Mess-Widerstand $R_{VLEDShunt}$ ermittelte Spannung V_{LED} wiedergibt, zugeführt.

[0048] Auch neben der Ansteuerung des ersten Schalters LS kann die Steuereinheit im Übrigen auch selektiv den Tiefpassfilter TPF über Ansteuerung des zweiten Schalters FS freigeben (z.B. während der Einschaltzeitdauer des PWM-Signals) bzw. abtrennen (z.B. während der Ausschaltzeitdauer des PWM-Signals), d.h. des Pfads zwischen dem zweiten Mess-Widerstand R_{Shunt} dem ersten Schalter LS und dem Tiefpassfilter TPF.

[0049] Der Kondensator C_{LED} parallel zur LED-Strecke LED ist als solcher bekannt und dient dazu, zu vermeiden, dass der LED-Strom identisch den Verlauf durch die Spule L_{buck} nachvollzieht. Bei nichtleitfähig-geschalteten ersten Schalter LS, insbesondere während der Phase der Entmagnetisierung der Spule L_{Buck} , kann der Strom durch die LED aufgrund der in dem Kondensator C_{LED} zwischengespeicherten Energie aufrecht erhalten werden. Bekanntlich ist es hinsichtlich des Spektrums der LED-Strecke LED nachteilig, wenn der LED-Strom derartig große Hübe ausführt (außer bei einer reinen PWM-Ansteuerung zwischen 0 und 1).

[0050] Das niederfrequente PWM-Signal muss nicht von der Steuereinheit selbst erzeugt werden, vielmehr kann es von außerhalb zugeführt werden und kann dann natürlich auch dem Freigabe/Abtrennelement, dem zweiten Schalter FS, für den Tiefpassfilter TPF zugeführt werden.

[0051] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann das Freigabe/Abtrennfenster für das Verbindungselement, der zweite Schalter FS, zwischen Tiefpassfilter TPF und dem zweiten Mess-Widerstand R_{Shunt} von einem PWM-Einschaltimpuls dahingehend abweichen, dass das „Abtrennen“ erst erfolgt, wenn ein Nulldurchgang bzw. das Abfallen des Stroms durch die Spule L_{buck} auf null erfasst wird. Dies kann über die Drossel ZX, z.B. über einen Pin an der Drossel, durch die Steuereinheit SE erfolgen. Somit wird sichergestellt, dass das Mittelungsfenster für die Tiefpassschaltung TPF immer vollständige dreieckförmige Verläufe des Spulenstroms abdeckt.

[0052] Es ist auch zu bemerken, dass die Spule L_{buck} auch zwischen dem zweiten Kondensator C_{LED} und der LED-Strecke LED angeordnet sein kann.

[0053] Fig. 2 zeigt exemplarisch den Strom I_{LS} durch den ersten Schalter LS, den gemittelten Strom I_{LS} , der durch den Tiefpassfilter TPF ermittelt wird, den Stromverlauf I_{Lbuck} an der Spule L_{buck} und ein niederfrequentes PWM-Signal LF PWM.

Ansprüche

1. Betriebsschaltung für eine LED-Strecke mit wenigstens einer LED, wobei
 - der Betriebsschaltung an wenigstens einem eingangsseitigen Anschluss eine Versorgungsspannung (V_{bus}) zuführbar ist, und die Betriebsschaltung eine Spule (L_{Buck}) und einen durch eine Steuereinheit (SE) getakteten ersten Schalter (LS) aufweist, wobei
 - bei leitfähig-geschalteten ersten Schalter (LS) in der Spule (L_{Buck}) eine Energie zwischengespeichert wird, die sich bei nichtleitfähig-geschalteten ersten Schalter (LS) über eine Diode (D1) und über die LED-Strecke entlädt, wobei
 - die Steuereinheit (SE) dazu eingerichtet ist, den Schalter-Strom (I_{LS}) durch den ersten Schalter (LS) an einem ersten Mess-Widerstand (R_{shunt}) zu ermitteln, die Versorgungsspannung (V_{bus}) an einem zweiten Mess-Widerstand ($R_{VbusShunt}$) und eine Mess-Spannung (V_{led}) an der LED-Strecke an einem dritten Mess-Widerstand ($R_{VledShunt}$) zu ermitteln und daraus den LED-Strom (I_{LED}) durch die LED-Strecke zu berechnen, wobei der Schalter-Strom (I_{LS}) mit einem PWM-Signal kombiniert wird, wobei das PWM-Signal im Verhältnis zur Frequenz des Schalter-Stroms (I_{LS}) niederfrequent ist, wobei ein zweiter Schalter (FS) vorgesehen ist, der dazu eingerichtet ist, einen Strompfad zwischen dem ersten Mess-Widerstand (R_{shunt}) und einem Tiefpassfilter (TPF) nur während einer Einschaltzeitdauer des PWM-Signals freizugeben, und während einer Ausschaltzeitdauer des PWM-Signals den Strompfad zu unterbrechen.
2. Betriebsschaltung nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit (SE) dazu eingerichtet ist, die LED-Spannung als Differenz aus der Versorgungsspannung (V_{bus}) und der Mess-Spannung (V_{led}) zu berechnen.
3. Betriebsschaltung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Steuereinheit (SE) dazu eingerichtet ist, den LED-Strom (I_{led}) zu berechnen aus dem Produkt der Versorgungsspannung (V_{bus}) und des Schalter-Stroms (I_{LS}) als übertragene Leistung dividiert durch die LED-Spannung.
4. Betriebsschaltung nach einem der vorigen Ansprüche, wobei die Steuereinheit (SE) dazu eingerichtet ist, den Schalter-Strom (I_{LS}) zu mitteln.
5. Betriebsschaltung nach einem der vorigen Ansprüche, wobei der LED-Strom (I_{LED}) der Steuereinheit (SE) als Rückführsignal, insbesondere als Ist-Wert, zugeführt wird, und wobei die Steuereinheit (SE) dazu eingerichtet ist, die Einschaltzeitdauer des ersten Schalters (LS) zu steuern.
6. Betriebsschaltung nach einem der vorigen Ansprüche, wobei die Steuereinheit (SE) einen Abschaltsschwellwert für den ersten Schalter (LS) vorgibt.
7. Betriebsschaltung nach Anspruch 4, wobei die Mittelung des Schalter-Stroms (I_{LS}) durch das Tiefpassfilter (TPF) erfolgt, der den zeitlichen Mittelwert des Stroms erfasst.
8. Betriebsschaltung nach Anspruch 7, wobei während der Ausschaltzeitdauer der gemittelte, tiefpassgefilterte, Schalter-Strom (I_{LS}) gehalten wird und wobei die Steuereinheit (SE) dazu eingerichtet ist, den gemittelten Schalter-Strom (I_{LS}) während der Ausschaltzeitdauer des PWM-Signals auszuwerten.
9. Betriebsschaltung nach Anspruch 4, wobei die Steuereinheit (SE) ein Tastverhältnis des PWM-Signals steuert, und wobei die Steuereinheit (SE) den Abschaltsschwellwert für den ersten Schalter (LS) abhängig von dem gemittelten Schalter-Strom (I_{LS}) einstellt.
10. Betriebsschaltung nach Anspruch 4, wobei der Steuereinheit (SE) ein die Versorgungsspannung (V_{bus}) wiedergebendes Signal, ein den gemittelten Schalter-Strom (I_{LS}) wiedergebendes Signal und/oder ein Signal, dass die Differenz aus der Versorgungsspannung (V_{bus}) und der Mess-Spannung (V_{led}) wiedergibt, zugeführt wird.

11. Betriebsschaltung nach einem der vorigen Ansprüche, wobei die Steuereinheit (SE) den zweiten Schalter (FS) steuert, und wobei der zweite Schalter (FS) den Tiefpassfilter (TPF) von dem ersten Mess-Widerstand (R_{shunt}) trennt, wenn die Steuereinheit (SE) einen Null-durchgang, insbesondere das Abfallen des Stroms in der Spule (L_{buck}) oder einer Drossel (ZX), feststellt.
12. Betriebsschaltung nach einem der vorigen Ansprüche, wobei ein Kondensator (C_{LED}) vorgesehen ist, der parallel zu der LED-Strecke angeordnet ist und der bei nichtleitfähig-geschalteten ersten Schalter (LS), insbesondere während der Phase der Entmagnetisierung der Spule (L_{Buck}), den Strom durch die LED aufrecht erhält.
13. Verfahren zum Betreiben einer LED-Strecke mit wenigstens einer LED, wobei einer Betriebsschaltung an wenigstens einem eingangsseitigen Anschluss eine Versorgungsspannung (V_{bus}) zugeführt wird, und die Betriebsschaltung eine Spule und einen durch eine Steuereinheit (SE) getakteten ersten Schalter (LS) aufweist, bei leitfähig-geschalteten ersten Schalter (LS) in der Spule eine Energie zwischengespeichert wird, die sich bei nichtleitfähig-geschalteten ersten Schalter (LS) über eine Diode (D1) und über die LED-Strecke entlädt, wobei ein Kondensator (C_{LED}) parallel zu der LED-Strecke angeordnet ist und der bei angeschlossener LED während der Phase der Entladung der Spule den Strom durch die LED aufrecht erhält, und wobei die Steuereinheit (SE) den Schalter-Strom (I_{LS}) durch den ersten Schalter (LS) an einem ersten Mess-Widerstand (R_{shunt}) ermittelt, die Versorgungsspannung (V_{bus}) an einem zweiten Mess-Widerstand ($R_{\text{VbusShunt}}$) und eine Mess-Spannung (V_{led}) an der LED-Strecke an einem dritten Mess-Widerstand ($R_{\text{VledShunt}}$) ermittelt und daraus den LED-Strom (I_{LED}) durch die LED-Strecke berechnet.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

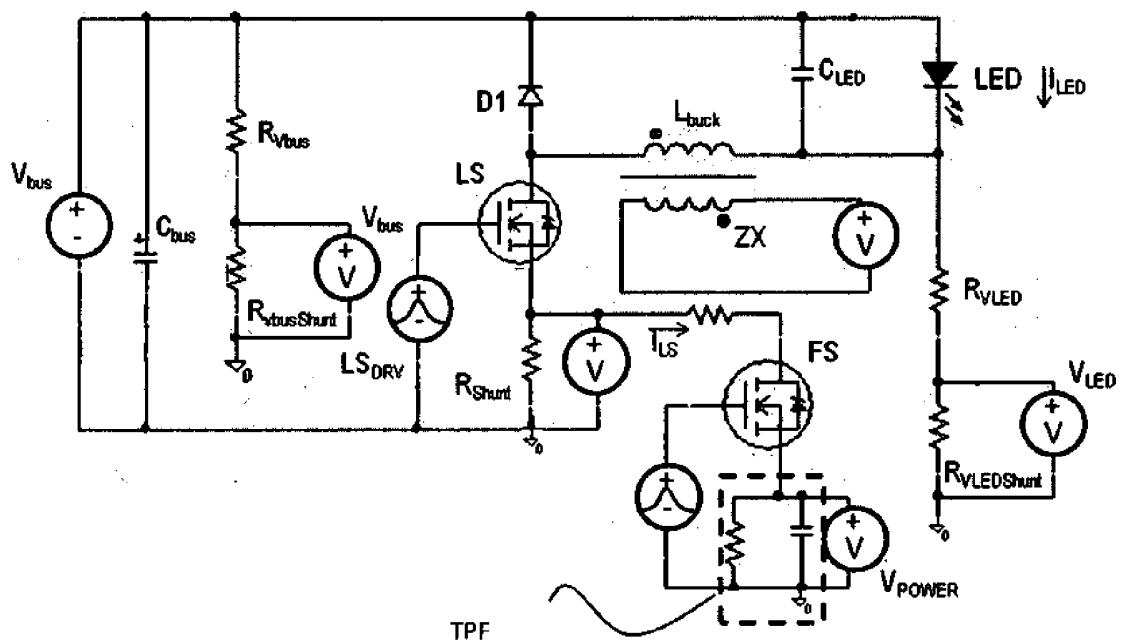


Fig. 1

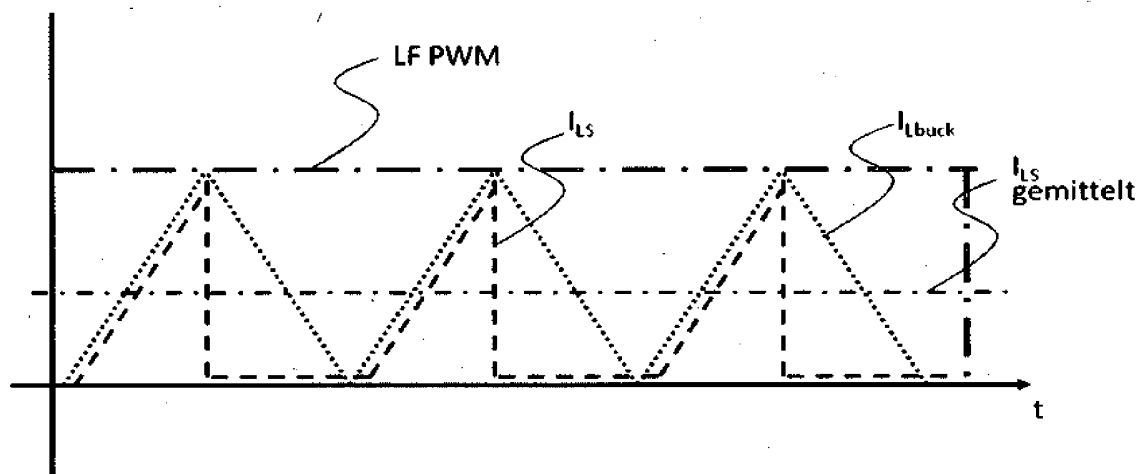


Fig. 2

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

H05B 33/08 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

H05B 33/0818 (2013.01); **Y02B 20/346** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

H05B, Y02B

Konsultierte Online-Datenbank:

WPI, EPODOC

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **30.09.2013** eingereichten Ansprüchen **1-13** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	WO 2010046055 A1 (TRIDONICATCO GMBH & CO. KG.) 29. April 2010 (29.04.2010) Zusammenfassung, Fig. 1-3; Seite 3, Zeile 30 - Seite 11, Zeile 20.	1-13
A	US 2007267978 A1 (SHTEYNBERG, A. et al.) 22. November 2007 (22.11.2007) Zusammenfassung, Fig. 1-4; Absätze [0025]-[0036].	1-13
A	WO 2010023280 A1 (LEMNIS LIGHTING PATENT HOLDING B.V.) 04. März 2010 (04.03.2010) Zusammenfassung, Fig. 1, 2; Absätze [0023]-[0038].	1-13
A	WO 2011156691 A1 (MAXIM INTEGRATED PRODUCTS, INC.) 15. Dezember 2011 (15.12.2011) Zusammenfassung, Fig. 2-4; Seite 4, Zeile 2 - Seite 5 Zeile 8; Seite 9, Zeile 19 - Seite 11, Zeile 25.	1-13
A	WO 2010021677 A1 (SUPERBULBS, INC.) 25. Februar 2010 (25.02.2010) Zusammenfassung, Fig. 1; Absätze [0008], [0009], [0015]- [0018].	1-13

Datum der Beendigung der Recherche:

22.11.2013

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

LOIBNER Klaus

¹⁾ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmel-
gegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf
erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmel-
gegenstand 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.