



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 102 552.6**

(22) Anmeldetag: **15.02.2016**

(43) Offenlegungstag: **08.09.2016**

(51) Int Cl.: **H02M 3/156 (2006.01)**
H05B 37/02 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2015-041814 03.03.2015 JP

(71) Anmelder:
**Panasonic Intellectual Property Management Co.,
Ltd., Osaka, JP**

(74) Vertreter:
**BOEHMERT & BOEHMERT Anwaltspartnerschaft
mbB - Patentanwälte Rechtsanwälte, 28209
Bremen, DE**

(72) Erfinder:
**Yamamoto, Masafumi, Osaka, JP; Asano,
Hiroyuki, Osaka, JP; Doi, Katsuyuki, Osaka, JP;
Kamoi, Takeshi, Osaka, JP; Yamahara, Daisuke,
Osaka, JP; Seki, Keisuke, Osaka, JP; Himeda,
Masato, Osaka, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

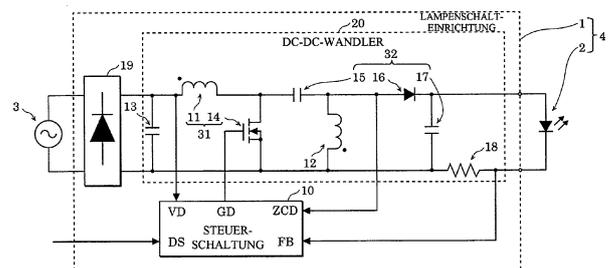
(54) Bezeichnung: **Lampenschalteneinrichtung und Leuchte**

(57) Zusammenfassung: [Aufgabe]

Eine Lampenschalteneinrichtung zu liefern, die einen breiten Dimmbereich besitzt und die Variationen im Ausgangsstrom während des Dimmens reduziert.

[Lösung]

Die Lampenschalteneinrichtung 1, die einen Strom an ein lichtemittierendes Festkörperelement (LED 2) liefert, enthält: ein Vollwellenrichtungsschaltung 19, einen Buck-Boost-DC-DC-Wandler 20, der das Schaltelement 14 enthält und der den vollwellenrichteten Strom von der Vollwellenrichtungsschaltung 19 empfängt; und eine Steuerschaltung 10, die ein Schaltelement 14 ein- und ausschaltet. Die Steuerschaltung 10 steuert das Schaltelement 14 in einem Grenzstrommodus beim Verstellen eines Effektivwerts eines Ausgangsstroms auf einen Wert größer oder gleich einem vorbestimmten Schwellenwert, und die Steuerschaltung 10 steuert das Schaltelement 14 in einem lückenden Strommodus beim Verstellen des Effektivwerts des Ausgangsstroms auf einen kleineren Wert als den vorbestimmten Schwellenwert. Wenn die Steuerschaltung 10 einen Steuermodus des Schaltelements 14 zwischen dem Grenzstrommodus und dem lückenden Strommodus umschaltet, variiert die Steuerschaltung 10 diskontinuierlich eine Schaltfrequenz.



Beschreibung

[Erfindungsgebiet]

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lampenschalteinrichtung, die einen Strom an ein lichtemittierendes Festkörperelement wie eine LED (Leuchtdiode) liefert, und eine Leuchte, die die Lampenschalteinrichtung enthält.

[Allgemeiner Stand der Technik]

[0002] Da LEDs eine hohe Effizienz und lange Lebensdauer besitzen, sind LEDs als Lichtquellen beispielsweise in Beleuchtungsvorrichtungen eingesetzt worden. Beleuchtungsvorrichtungen, die LEDs enthalten, verwenden generell ein Dimmsystem, in welchem die Lichtabgabe durch Verstellen der Stärke des an die LEDs gelieferten Stroms verstellt wird. Eine Lampenschalteinrichtung, die einen Buck-Boost-DC-DC-Wandler wie einen SEPIC (Single Ended Primary Inductor Converter) enthält, ist als eine Lampenschalteinrichtung vorgeschlagen worden, die in der Lage ist, die Stärke des an die LEDs zu liefernden Stroms einzustellen (beispielsweise Patentliteratur 1). Beispielsweise kann der Leistungsfaktor verbessert werden und eine dimmbare Lampenschalteinrichtung kann erhalten werden durch Eingeben einer Ausgangsspannung einer Vollwellengleichrichtungsschaltung in einen Buck-Boost-DC-DC-Wandler.

[Entgegenhaltungsliste]

[Patentliteratur]

[0003]

[PTL 1] Ungeprüfte Japanische Patentanmeldungsveröffentlichung Nr. 2012-221700

[Kurze Darstellung der Erfindung]

[Technisches Problem]

[0004] In dem Buck-Boost-DC-DC-Wandler wie einer SEPIC-Schaltung wird die Stärke eines Ausgangsstroms unter Verwendung eines kontinuierlichen Strommodus, in dem ein Strom kontinuierlich abgegeben wird, oder eines diskontinuierlichen Strommodus, der eine Periode beinhaltet, während der kein Strom abgegeben wird, verstellt.

[0005] Im Falle der Verwendung eines Grenzstrommodus, der ein Beispiel für den kontinuierlichen Strommodus ist, wird der Ausgangsstrom durch Reduzieren der Schaltperiode des Buck-Boost-DC-DC-Wandlers reduziert. Aufgrund von beispielsweise einer Verzögerungszeit in einer Steuerschaltung, die den DC-DC-Wandler steuert, ist das Einstellen der Schaltperiode auf einen vorbestimmten Wert (beispielsweise ungefähr 500 ns) oder weniger jedoch problematisch. Dementsprechend kann der DC-DC-Wandler, der den Grenzstrommodus verwendet, den Ausgangsstrom nicht auf den vorbestimmten Wert oder weniger verstellen. Mit anderen Worten hat der Grenzstrommodus einen schmalen Dimmbereich.

[0006] Auf der anderen Seite können im Falle der Verwendung des diskontinuierlichen Strommodus die Länge der Periode, während der ein Strom abgegeben wird, und die Länge der Periode, während der kein Strom abgegeben wird, flexibel verstellt werden. Daher kann der Ausgangsstrom des DC-DC-Wandlers im diskontinuierlichen Strommodus auf einen Wert verstellt werden, der geringer ist als der im Grenzstrommodus. Selbst wenn der Ausgangsstrom des DC-DC-Wandlers im diskontinuierlichen Strommodus kontinuierlich verstellt wird, indem die Länge der Periode, während der ein Strom abgegeben wird, variiert wird, variiert jedoch die Stärke des Ausgangsstroms. Daher kann der Ausgangsstrom nicht kontinuierlich verstellt werden. Das liegt daran, dass der Ausgangsstrom freie Oszillation in der Periode, während der kein Strom abgegeben wird beinhaltet und die Stärke des Ausgangsstroms gemäß der Phase der freien Oszillation in dem Moment variiert, in dem eine Stromabgabe neu startet.

[0007] Die vorliegende Erfindung wurde ausgedacht, um solche Probleme zu lösen. Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer Lampenschalteinrichtung, die einen großen Dimmbereich besitzt und Variationen im Ausgangsstrom beim Dimmen reduziert, und einer Leuchte, welche die Lampenschalteinrichtung enthält.

[Problemlösung]

[0008] Um die obige Aufgabe zu lösen, enthält eine Lampenschalteneinrichtung gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung Folgendes: Vollwellengleichrichtungsschaltung, die einen von der AC-Stromversorgung gelieferten AC-Strom vollwellengleichrichtet; einen Buck-Boost-DC-DC-Wandler, der ein Schaltelement enthält und der den vollwellengleichgerichteten Strom von der Vollwellengleichrichtungsschaltung empfängt; und eine Steuerschaltung, die das Schaltelement ein- und ausschaltet. Die Steuerschaltung steuert das Schaltelement in einem Grenzstrommodus, wenn die Steuerschaltung einen Effektivwert eines Ausgangsstroms vom Buck-Boost-DC-DC-Wandler auf einen Wert größer oder gleich einem vorbestimmten Schwellenwert verstellt. Auf der anderen Seite steuert die Steuerschaltung das Schaltelement in einem diskontinuierlichen Strommodus, wenn die Steuerschaltung den Effektivwert des Ausgangsstroms auf einen niedrigeren Wert als den vorbestimmten Schwellenwert verstellt. Wenn die Steuerschaltung einen Steuermodus des Schaltelements zwischen dem Grenzstrommodus und dem diskontinuierlichen Strommodus umschaltet, variiert die Steuerschaltung diskontinuierlich eine Schaltfrequenz des Schaltelements, um den Effektivwert des Ausgangsstroms kontinuierlich zu variieren.

[Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung]

[0009] Die vorliegende Erfindung liefert eine Lampenschalteneinrichtung, die einen breiten Dimmbereich besitzt und Variationen im Ausgangsstrom beim Dimmen reduziert, und eine Leuchte, welche die Lampenschalteneinrichtung enthält.

[Kurze Beschreibung der Zeichnungen]

[0010] Fig. 1 ist ein Schaltplan einer Lampenschalteneinrichtung und einer Leuchte, die die Lampenschalteneinrichtung enthält, gemäß einer Ausführungsform.

[0011] Fig. 2 ist ein Schaltplan eines herausgezogenen Hauptteils eines DC-DC-Wandlers gemäß der Ausführungsform.

[0012] Fig. 3 ist ein Graph, der schematisch die zeitliche Wellenform eines Stroms darstellt, der in einem Grenzstrommodus durch ein Schaltelement des DC-DC-Wandlers gemäß der Ausführungsform fließt.

[0013] Fig. 4 veranschaulicht Graphen von beispielhaften zeitlichen Wellenformen von Strömen, die durch entsprechende Elemente in dem DC-DC-Wandler gemäß der Ausführungsform fließen.

[0014] Fig. 5 veranschaulicht Graphen von beispielhaften zeitlichen Wellenformen von Strömen, die durch das Schaltelement in der Lampenschalteneinrichtung gemäß der Ausführungsform fließen.

[0015] Fig. 6 veranschaulicht Graphen von anderen beispielhaften zeitlichen Wellenformen von Strömen, die durch das Schaltelement in der Lampenschalteneinrichtung gemäß der Ausführungsform fließen.

[0016] Fig. 7 ist ein Graph, der ein Verhältnis zwischen der Schaltfrequenz des Schaltelements und einem Effektivwert eines Ausgangsstroms in der Lampenschalteneinrichtung gemäß der Ausführungsform veranschaulicht.

[Beschreibung einer Ausführungsform]

[0017] Im Folgenden wird eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Man beachte, dass die unten beschriebene Ausführungsform ein spezifisches bevorzugtes Beispiel der vorliegenden Erfindung veranschaulicht. Die Zahlenwerte, Formen, Materialien, Strukturelemente, die Anordnung und Verbindung der Strukturelemente, Schritte und die Reihenfolge der in der folgenden Ausführungsform genannten Schritte sind lediglich ein Beispiel und nicht dazu bestimmt sind, die vorliegende Erfindung zu beschränken. Unter den Strukturelementen in der folgenden Ausführungsform werden diejenigen, die nicht in irgend einem unabhängigen Anspruch aufgeführt sind, der das generischste Konzept der vorliegenden Ausführungsform aufweist, als beliebige Strukturelemente beschrieben.

[0018] Man beachte, dass die Zeichnungen schematische Zeichnungen sind und daher nicht notwendigerweise genaue Abbildungen sind. In jeder Zeichnung teilen im Wesentlichen die gleichen Elemente die gleichen Bezugszeichen und überlappende Beschreibungen werden weggelassen oder vereinfacht.

(Ausführungsform)

[Allgemeine Konfiguration der Lampenschalteneinrichtung und der Leuchte]

[0019] Zunächst wird eine Gesamtkonfiguration einer Lampenschalteneinrichtung und einer Leuchte gemäß einer Ausführungsform mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben.

[0020] Fig. 1 ist ein Schaltplan einer Lampenschalteneinrichtung **1** und einer Leuchte **4**, die die Lampenschalteneinrichtung **1** enthält, gemäß der Ausführungsform. Fig. 1 veranschaulicht auch eine AC-Stromversorgung **3**, die einen AC-Strom an die Lampenschalteneinrichtung **1** liefert.

[0021] Wie Fig. 1 veranschaulicht, enthält die Leuchte **4** gemäß der Ausführungsform die Lampenschalteneinrichtung **1** und eine LED **2**.

[0022] Die LED **2** ist ein lichtemittierendes Festkörperelement, das einen Strom von der Lampenschalteneinrichtung **1** empfängt. Die LED **2** kann einen einzelnen LED-Chip oder mehrere in Reihe oder parallel geschaltete LED-Chips beinhalten.

[0023] Die Lampenschalteneinrichtung **1** ist ein Bauelement, das an die AC-Stromversorgung **3** angeschlossen ist und einen Strom an die LED **2** liefert. Wie Fig. 1 veranschaulicht, enthält die Lampenschalteneinrichtung **1** eine Vollwellengleichrichtungsschaltung **19**, einen DC-DC-Wandler **20** und eine Steuerschaltung **10**.

[0024] Die AC-Stromversorgung **3** ist eine Stromversorgung, die eine AC-Spannung abgibt, und ist eine Systemstromversorgung wie eine handelsübliche Stromversorgung, die beispielsweise eine AC-Spannung in einem Bereich von 100 V bis 242 V abgibt.

[0025] Die Vollwellengleichrichtungsschaltung **19** ist eine Schaltung, die den von der AC-Stromversorgung **3** gelieferten AC-Strom vollwellengleichrichtet. Die Vollwellengleichrichtungsschaltung **19** enthält beispielsweise eine Diodenbrücke.

[0026] Der DC-DC-Wandler **20** ist ein Buck-Boost-DC-DC-Wandler, der den vollwellengleichgerichteten Strom von der Vollwellengleichrichtungsschaltung **19** empfängt, und enthält ein Schaltelement **14**. Der Ausgangsstrom des DC-DC-Wandlers **20** wird an die LED **2** geliefert. In der Ausführungsform ist der DC-DC-Wandler **20** vom SEPIC-Typ. Wie Fig. 1 veranschaulicht, enthält der DC-DC-Wandler **20** zusätzlich zum Schaltelement **14** einen ersten Induktor **11**, einen zweiten Induktor **12**, einen ersten Kondensator **13**, einen zweiten Kondensator **15**, eine Diode **16**, einen dritten Kondensator **17** und einen Widerstand **18**.

[0027] Der Verbindungsstatus der Elemente in dem DC-DC-Wandler **20** wird unter Bezugnahme auf Fig. 1 beschrieben. Wie Fig. 1 veranschaulicht, ist der erste Kondensator **13** mit einem Ausgangsanschluss der Vollwellengleichrichtungsschaltung **19** verbunden. Eine erste Reihenschaltung **31**, die den ersten Induktor **11** und das Schaltelement **14** enthält, die in Reihe geschaltet sind, ist an den Ausgangsanschluss der Vollwellengleichrichtungsschaltung **19** angeschlossen. Eine zweite Reihenschaltung **32**, die den zweiten Kondensator **15**, die Diode **16** und den dritten Kondensator **17** enthält, die in Reihe geschaltet sind, ist an die Anschlüsse am Schaltelement **14** angeschlossen. Der zweite Induktor **12** besitzt einen ersten Anschluss, der an einen Verbindungspunkt zwischen dem zweiten Kondensator **15** und der Diode **16** angeschlossen ist, und einen zweiten Anschluss, der an einen Verbindungspunkt zwischen dem Schaltelement **14** und dem dritten Kondensator **17** angeschlossen ist. Die Spannung, die an den dritten Kondensator **17** abgegeben wird, wird an die LED **2** angelegt. Der Widerstand **18** besitzt einen ersten Anschluss, der an einen Verbindungspunkt zwischen dem dritten Kondensator **17** und dem zweiten Induktor **12** angeschlossen ist, und einen zweiten Anschluss, der an den niederpotentialseitigen Ausgangsanschluss der Lampenschalteneinrichtung **1** angeschlossen ist.

[0028] Das Schaltelement **14** ist ein Element, das als Reaktion auf ein Signal von der Steuerschaltung **10** umschaltet (das heißt, es schaltet wiederholt ein und aus). Das Schaltelement **14** gemäß der Ausführungsform enthält einen n-Kanal-MOSFET (Metalloxid-Halbleiter-Feldeffekttransistor).

[0029] Die Steuerschaltung **10** ist eine Schaltung, die das Schaltelement **14** des DC-DC-Wandlers **20** ein- und ausschaltet. Die Steuerschaltung **10** enthält beispielsweise einen Mikrocomputer. Die Steuerschaltung **10** enthält als Eingangsanschlüsse einen Anschluss DS, einen Anschluss VD, einen Anschluss ZCD und einen Anschluss FB. Die Steuerschaltung **10** enthält einen Anschluss GD als einen Ausgangsanschluss.

[0030] Der Anschluss DS ist ein Anschluss, in den ein Dimmsignal von außerhalb der Lampenschalteneinrichtung **1** eingegeben wird. Die Steuerschaltung **10** steuert das Schaltelement **14** als Reaktion auf das durch den Anschluss DS eingegebene Dimmsignal.

[0031] Der Anschluss VD ist ein Anschluss, in den eine von der Vollwellengleichrichtungsschaltung **19** ausgegebene Spannung eingegeben wird. Durch Steuern des Schaltelements **14** als Reaktion auf die durch den Anschluss VD eingegebene Spannung ist die Steuerschaltung **10** in der Lage, die Stärke eines an die LED **2** zu liefernden Stroms konstant zu halten, selbst wenn beispielsweise die Ausgangsspannung der AC-Stromversorgung **3** von 100 V bis 240 V variiert wird.

[0032] Der Anschluss ZCD ist ein Anschluss, in den ein dem durch die Diode **16** fließenden Strom entsprechendes Signal eingegeben wird. Die Steuerschaltung **10** detektiert, dass der durch die Diode **16** fließende Strom Null geworden ist, als Reaktion auf das durch den Anschluss ZCD eingegebene Signal.

[0033] Der Anschluss FB ist ein Anschluss, in den ein dem durch die LED **2** fließenden Strom entsprechendes Signal eingegeben wird. In der Ausführungsform wird eine Spannung, die an den Widerstand **18** angelegt wird, als Signal verwendet. Die Steuerschaltung **10** führt als Reaktion auf das durch den Anschluss FB eingegebene Signal eine Rückkopplungssteuerung am Schaltelement **14** durch, sodass der durch die LED **2** fließende Strom einen dem Dimmsignal entsprechenden Wert besitzt.

[0034] Der Anschluss GD ist ein Anschluss, durch den ein Steuersignal an das Schaltelement **14** ausgegeben wird. Die Steuerschaltung **10** verstellt den Ausgangsstrom von der Lampenschalteneinrichtung **1** durch Verstellen der Taktung, mit der das Schaltelement **14** ein- und ausgeschaltet wird.

[Grundbetrieb der Lampenschalteneinrichtung]

[0035] Als nächstes wird ein Grundbetrieb der Lampenschalteneinrichtung **1** unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0036] Fig. 2 ist ein Schaltplan eines herausgezogenen Hauptteils des DC-DC-Wandlers **20** gemäß der Ausführungsform.

[0037] Fig. 3 ist ein Graph, der schematisch die zeitliche Wellenform des Stroms I14 darstellt, der durch das Schaltelement **14** fließt, wenn der DC-DC-Wandler **20** gemäß der Ausführungsform in einem Grenzstrommodus gesteuert wird. Fig. 3 veranschaulicht in einer gestrichelten Linie auch den Strom I16, der durch die Diode **16** fließt.

[0038] Die Eingangsspannung, der Eingangsstrom, die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom in der in Fig. 2 veranschaulichten Schaltung werden jeweils als V1, I1, V2 und I2 bezeichnet. Im Folgenden werden die Grundzüge eines Betriebs des DC-DC-Wandlers **20** beschrieben, wenn dieser im Grenzstrommodus gesteuert wird.

[0039] Wenn der DC-DC-Wandler **20** im Grenzstrommodus gesteuert wird, variiert der durch das Schaltelement **14** fließende Strom I14 mit der Zeit, wie in der durchgehenden Wellenform in Fig. 3 angezeigt. Die gepunktete Linie in Fig. 3 zeigt den groben Umriss der zeitlichen Wellenform der Eingangsspannung V1, die eine Sinuswellenform ist. Ein spezifischer Betrieb des DC-DC-Wandlers **20** im Grenzstrommodus wird beschrieben. Wenn das Schaltelement **14** eingeschaltet ist, fließt ein Strom von dem ersten Induktor **11** und dem zweiten Kondensator **15** in das Schaltelement **14** und der Strom I14, der durch das Schaltelement **14** fließt, steigt. Wenn das Schaltelement **14** eingeschaltet ist, wird eine Sperrvorspannung an die Diode **16** angelegt und kein Strom fließt durch die Diode **16**. In diesem Fall bewirkt jedoch auch das Entladen des dritten Kondensators **17**, dass ein Strom vom DC-DC-Wandler **20** abgegeben wird.

[0040] Andererseits geben, wenn das Schaltelement **14** nach dem Ablauf einer vorbestimmten Ein-Zeit Ton ausgeschaltet wird, der erste Induktor **11** und der zweite Induktor **12** Ströme ab, um Energien zu entladen, die sich angesammelt haben, während das Schaltelement **14** eingeschaltet war. Dementsprechend fließt ein Strom vom zweiten Induktor **12** in die Diode **16**. Der Strom I16, der durch die Diode **16** fließt, variiert mit der zeitlichen Wellenform, wie in der gestrichelten Linie in Fig. 3 angezeigt, und nimmt mit der im zweiten Induktor **12** gespeicherten Energie ab. Wenn die Steuerschaltung **10** detektiert, dass der Strom I16, der durch die Diode **16** fließt, Null geworden ist, gibt die Steuerschaltung **10** ein Signal aus, das das Schaltelement **14** einschaltet.

Wenn das Schaltelement **14** ausgeschaltet ist, gibt der DC-DC-Wandler **20** einen Strom ab, der durch das Glätten des durch die Diode **16** fließenden Stroms erhalten wird.

[0041] Die Steuerschaltung **10** schaltet das Schaltelement **14** wiederholt ein- und aus, wie oben beim Grenzstrommodus beschrieben. Dementsprechend haben die Stromwellenformen der Ströme I14 und I16, die jeweils durch das Schaltelement **14** und die Diode **16** fließen, eine Sägezahnwellenform, wie in **Fig. 3** veranschaulicht.

[0042] Als nächstes werden jeweilige Operationen des im Grenzstrommodus und im diskontinuierlichen Strommodus gesteuerten DC-DC-Wandlers **20** unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0043] **Fig. 4** veranschaulicht Graphen von beispielhaften vorübergehenden Wellenformen von Strömen, die durch entsprechende Elemente in dem DC-DC-Wandler **20** gemäß der Ausführungsform fließen. **Fig. 4** veranschaulicht die Ströme I11, I12, und I14, die jeweils durch den ersten Induktor **11**, den zweiten Induktor **12** und das Schaltelement **14** fließen. **Fig. 4** veranschaulicht in einer gestrichelten Linie auch den Strom I16, der durch die Diode **16** fließt. **Fig. 4** veranschaulicht auch Effektivwerte der Ströme, die durch den ersten Induktor **11** und den zweiten Induktor **12** fließen, als Strichpunktlinien. **Fig. 4** veranschaulicht beispielhafte zeitliche Wellenformen, die erhalten werden, wenn der DC-DC-Wandler **20** im diskontinuierlichen Strommodus gesteuert wird.

[0044] Während das Schaltelement **14** eingeschaltet ist, wenn der DC-DC-Wandler **20** in einem der Strommodi gesteuert wird, wie **Fig. 4** veranschaulicht, steigen Strom I11 und Strom I12, die jeweils durch den ersten Induktor **11** und den zweiten Induktor **12** fließen. Während dieser Periode fließt der Strom I14, der der Summe aus Strom I11 und Strom I12 entspricht, durch das Schaltelement **14**.

[0045] Nachdem es während der Ein-Zeit Ton eingeschaltet gehalten wurde, wird das Schaltelement **14** von der Steuerschaltung **10** ausgeschaltet. Während das Schaltelement **14** ausgeschaltet ist, gibt jeder Induktor einen Strom ab, um die Energie zu entladen, die sich angesammelt hat, während das Schaltelement **14** eingeschaltet war. Während dieser Periode nehmen der Strom I11 und der Strom I12 jeweils von dem Spitzenstromwert I_{p1} und dem Spitzenstromwert I_{p2} ab. Der Strom, der von dem zweiten Induktor **12** abgegeben wird, fließt durch die Diode **16**. Daher nimmt der Strom I16, der durch die Diode **16** fließt ebenfalls in ähnlicher Weise ab wie der durch den zweiten Induktor **12** fließende Strom (siehe die gestrichelte zeitliche Wellenform in **Fig. 4**).

[0046] An dieser Stelle gibt in dem Fall, wo der DC-DC-Wandler **20** wie oben beschrieben im Grenzstrommodus gesteuert wird, wenn die Steuerschaltung **10** detektiert, dass der Strom I16, der durch die Diode **16** fließt, gleich Null geworden ist, die Steuerschaltung **10** ein Signal aus, das das Schaltelement **14** einschaltet. Danach führt der DC-DC-Wandler **20** auf ähnliche Weise wiederholt die Operationen im Ein-Zustand und im Aus-Zustand durch. Mit anderen Worten entspricht, wenn T_{off1} eine Zeitperiode ab dem Zeitpunkt ist, wenn das Schaltelement **14** ausgeschaltet wird, bis zu dem Zeitpunkt, wenn der Strom I16 Null wird, die Schaltperiode T_1 im Grenzstrommodus der Summe aus der Ein-Zeit Ton und der Aus-Zeit T_{off1} .

[0047] Andererseits hält in dem Fall, dass der DC-DC-Wandler **20** im diskontinuierlichen Strommodus gesteuert wird, die Steuerschaltung **10** das Schaltelement **14** ausgeschaltet, bis eine vorbestimmte Zeitperiode T_{off2} abläuft, nachdem der durch die Diode **16** fließende Strom I16 Null wird. Nachdem der Strom I16 Null wird, schwingen die Stärken des Stroms I11 und des Stroms I12, die jeweils durch den ersten Induktor **11** und den zweiten Induktor **12** fließen, um jeweils vorbestimmte Werte (I_b und $-I_b$ in den Beispielen in **Fig. 4**). Man beachte, dass **Fig. 4** nicht die Schwingung des Stroms veranschaulicht. Wie oben beschrieben ist im diskontinuierlichen Strommodus die Aus-Zeit T_{off} ($= T_{off1} + T_{off2}$) des Schaltelements **14** länger als die Zeit T_{off1} ab der Zeit, zu der das Schaltelement **14** ausgeschaltet wird, bis da, wo der Strom I16 Null wird. Die Schaltperiode T im diskontinuierlichen Strommodus entspricht der Summe aus Ein-Zeit Ton und Aus-Zeit T_{off} .

[0048] Danach werden Stromwerte und dergleichen von entsprechenden Elementen im DC-DC-Wandler **20** ausführlich beschrieben. In den in **Fig. 4** veranschaulichten Beispielen steigt, während das Schaltelement **14** eingeschaltet ist, der durch den ersten Induktor **11** fließende Strom I11 vom Stromwert I_b auf den Stromwert I_{p1} . Das Ausmaß der Zunahme I_{pp1} ($= I_{p1} - I_b$) des Stroms I11 wird durch Gleichung 1 unten ausgedrückt.

[Gleichung 1]

$$I_{pp1} = \frac{V_1}{L_1} T_{on} = \frac{V_2}{L_1} T_{off1}$$

Gleichung 1

[0049] Hier ist L_1 eine Induktivität des ersten Induktors **11**, T_{on} ist eine Zeitperiode, während der das Schaltelement **14** eingeschaltet ist, und T_{off} ist eine Zeitperiode ab der Zeit, zu der das Schaltelement **14** ausgeschaltet wird, bis zu der Zeit, zu der durch die Diode **16** fließende Strom Null wird.

[0050] Auf ähnliche Weise steigt, während das Schaltelement **14** eingeschaltet ist, der durch den zweiten Induktor **12** fließende Strom I_{12} vom Stromwert $-I_b$ auf den Stromwert I_{p2} . Das Ausmaß der Zunahme I_{pp2} ($= I_{p2} + I_b$) des Stroms I_{12} wird durch Gleichung 2 unten ausgedrückt.

[Gleichung 2]

$$I_{pp2} = \frac{V_1}{L_2} T_{on} = \frac{V_2}{L_2} T_{off1}$$

Gleichung 2

[0051] Hier ist L_2 eine Induktivität des zweiten Induktors **12**. Wie oben beschrieben entspricht der durch das Schaltelement **14** fließende Strom I_{14} der Summe der durch den ersten Induktor **11** und den zweiten Induktor **12** fließenden Ströme. Dementsprechend kann der Höchstwert des durch das Schaltelement **14** fließenden Stroms I_{14} als $I_{pp1} + I_{pp2}$ ausgedrückt werden.

[Schaltbetrieb der Steuerungsmodi der Lampenschalteneinrichtung]

[0052] Als nächstes wird ein Schaltbetrieb von Steuerungsmodi der Lampenschalteneinrichtung **1** gemäß der Ausführungsform beschrieben. In der Ausführungsform steuert, wenn die Steuerschaltung **10** den Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms vom DC-DC-Wandler **20** auf einen Wert größer oder gleich dem vorbestimmten Wert I_{th} verstellt, die Steuerschaltung **10** das Schaltelement **14** im Grenzstrommodus. Andererseits steuert, wenn die Steuerschaltung **10** den Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms auf einen kleineren Wert als den Schwellenwert I_{th} verstellt, die Steuerschaltung **10** das Schaltelement **14** im diskontinuierlichen Strommodus. Weiterhin variiert, wenn die Steuerschaltung **10** den Steuermodus des Schaltelements **14** zwischen dem Grenzstrommodus und dem diskontinuierlichen Strommodus umschaltet, die Steuerschaltung **10** diskontinuierlich die Schaltfrequenz f des Schaltelements **14**, um den Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms kontinuierlich zu variieren. Im Folgenden wird der Schaltbetrieb der Steuerungsmodi unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0053] **Fig. 5** veranschaulicht Graphen von beispielhaften zeitlichen Wellenformen der durch das Schaltelement **14** in der Lampenschalteneinrichtung **1** fließenden Ströme I_{14} gemäß der Ausführungsform. **Fig. 5** veranschaulicht als gestrichelte Linien auch den Strom I_{16} , der durch die Diode **16** fließt. **Fig. 5** veranschaulicht den Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms der Lampenschalteneinrichtung **1** als Strichpunktlinien. Wie +dem Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms in **Fig. 5** entnommen werden kann, veranschaulichen (a) bis (d1) in **Fig. 5** Stromwellenformen, die erhalten werden, wenn die Lampenschalteneinrichtung **1** so betrieben wird, dass verschiedene Ausgangsströme (das heißt verschiedene Dimmpegele) geliefert werden. In der Reihenfolge von (a) bis (d1) in **Fig. 5** nimmt der Ausgangsstrom sequentiell ab (das heißt, der Dimmpegel wird tiefer).

[0054] In der Lampenschalteneinrichtung **1** gemäß der Ausführungsform steuert, wenn der Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms größer oder gleich dem Schwellenwert I_{th} ist, wie (a) und (b) in **Fig. 5** veranschaulichen, die Steuerschaltung **10** das Schaltelement **14** des DC-DC-Wandlers **20** im Grenzstrommodus. Im Grenzstrommodus verstellt die Steuerschaltung **10** den Ausgangsstrom durch Verstellen der Ein-Zeit T_{on} des Schaltelements **14**.

[0055] Andererseits steuert in der Lampenschalteneinrichtung **1** gemäß der Ausführungsform, wenn der Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms kleiner als der Schwellenwert I_{th} ist, wie (c) und (d1) in **Fig. 5** veranschaulichen, die Steuerschaltung **10** das Schaltelement **14** des DC-DC-Wandlers **20** im diskontinuierlichen Strommodus. In den Beispielen in **Fig. 5** verstellt die Steuerschaltung **10** den Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms durch Verstellen der Ein-Zeit T_{on} des Schaltelements **14**, während die Schaltperiode für den diskontinuierlichen Strommodus auf einem konstanten Wert (T_c) gehalten wird.

[0056] Das Verstellverfahren des Ausgangsstroms im diskontinuierlichen Strommodus ist nicht auf das obige Beispiel beschränkt. Ein weiteres Verstellverfahren des Ausgangsstroms im diskontinuierlichen Strommodus wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0057] **Fig. 6** veranschaulicht die Graphen von weiteren Beispielen der zeitlichen Wellenformen des durch das Schaltelement **14** in der Lampenschalteneinrichtung **1** fließenden Stroms I_{14} gemäß der Ausführungsform. In ähnlicher Weise wie in **Fig. 5** veranschaulicht **Fig. 6** den durch die Diode **16** fließenden Strom I_{16} als gestri-

chelte Linien und den Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms der Lampenschalteneinrichtung **1** als Strichpunktlinien. Wie dem Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms in **Fig. 6** entnommen werden kann, veranschaulichen (c) und (d2) in **Fig. 6** Stromwellenformen, die erhalten werden, wenn die Lampenschalteneinrichtung **1** so betrieben wird, dass verschiedene Ausgangsströme (das heißt, verschiedene Dimmpiegel) geliefert werden. Der Ausgangsstrom in (d2) in **Fig. 6** ist niedriger als der in (c) in **Fig. 6** (das heißt, der Dimmpiegel in (d2) in **Fig. 6** ist tiefer als der in (c) in **Fig. 6**).

[0058] In den Beispielen in **Fig. 6** verstellt die Steuerschaltung **10** den Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms durch Verstellen der Schaltperiode, während die Ein-Zeit Ton des Schaltelements **14** konstant gehalten wird. In dem Beispiel in (d2) aus **Fig. 6** macht die Steuerschaltung **10** den Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms kleiner als den in (c), indem sie die Schaltperiode in (d2) zur Schaltperiode T_{d2} macht, die länger ist als die Schaltperiode T_c in (c).

[0059] Das von der Steuerschaltung **10** durchgeführte Verfahren des Steuerns des Ausgangsstroms im diskontinuierlichen Strommodus ist nicht auf das obige Verfahren beschränkt. Beispielsweise kann die Steuerschaltung **10** den Effektivwert des Ausgangsstroms durch Verstellen sowohl der Schaltperiode als auch der Ein-Zeit Ton verstellen.

[0060] Als nächstes wird ein Betrieb, der durchgeführt wird, wenn ein Steuermodus in der Lampenschalteneinrichtung **1** umgeschaltet wird, unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

[0061] **Fig. 7** ist ein Graph, der das Verhältnis zwischen der Schaltfrequenz f des Schaltelements **14** und dem Effektivwert des Ausgangsstroms in der Lampenschalteneinrichtung **1** gemäß der Ausführungsform veranschaulicht. **Fig. 7** veranschaulicht auch das für den Menschen hörbare Band (ungefähr 20 Hz bis 20 kHz) und das Infrarot-Kommunikationsband (ungefähr 35 kHz bis 40 kHz), das für Fernsteuerungen und dergleichen verwendet wird.

[0062] Zunächst wird ein Fall beschrieben, in dem die Lampenschalteneinrichtung **1** den Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms vom Höchstwert auf den Schwellenwert I_{th} reduziert. Wie die Volllinie von A nach B in **Fig. 7** veranschaulicht, reduziert die Steuerschaltung **10** in der Lampenschalteneinrichtung **1** den Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms durch Erhöhen der Schaltfrequenz f , während das Schaltelement **14** im Grenzstrommodus gesteuert wird. Wie oben beschrieben wird, wenn der Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms größer oder gleich dem Schwellenwert I_{th} ist, das Schaltelement **14** im Grenzstrommodus gesteuert. Dementsprechend ist die Lampenschalteneinrichtung **1** in der Lage, Variationen im Ausgangsstrom während des Dimmens zu reduzieren.

[0063] Als nächstes wird ein Fall beschrieben, in dem die Lampenschalteneinrichtung **1** den Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms vom Schwellenwert I_{th} auf einen kleineren Wert als den Schwellenwert I_{th} reduziert. Wie oben beschrieben schaltet die Steuerschaltung **10** den Steuermodus vom Grenzstrommodus in den diskontinuierlichen Strommodus um. Hier variiert beim Umschalten des Steuermodus zwischen dem Grenzstrommodus und dem diskontinuierlichen Strommodus, wie Punkt B und Punkt C in **Fig. 7** zeigen, die Steuerschaltung **10** diskontinuierlich die Schaltfrequenz des Schaltelements **14**, um den Effektivwert des Ausgangsstroms kontinuierlich zu variieren. Damit variiert der Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms der Lampenschalteneinrichtung **1** kontinuierlich selbst während des Dimmens, während dessen der Dimmpiegel von Punkt B zu Punkt C in **Fig. 7** geändert wird.

[0064] Wenn die Lampenschalteneinrichtung **1** den Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms auf einen kleineren Wert als beispielsweise den Schwellenwert I_{th} variiert, wie die gerade Linie von Punkt C zu Punkt D1 in **Fig. 7** anzeigt, wird der Ausgangsstrom reduziert durch Reduzieren der Ein-Zeit Ton, während die Schaltfrequenz f konstant gehalten wird (siehe die oben gegebene Beschreibung mit Bezug auf (c) und (d1) in **Fig. 5**). Wie die gestrichelte Linie von Punkt C zu Punkt D2 in **Fig. 7** anzeigt, kann der Ausgangsstrom reduziert werden durch Erhöhen der Schaltfrequenz f , während die Ein-Zeit Ton konstant gehalten wird (siehe die oben gegebene Beschreibung mit Bezug auf **Fig. 6**). Wie oben beschrieben ermöglicht, wenn der Effektivwert I_{eff} des Ausgangsstroms der Lampenschalteneinrichtung **1** auf einen kleineren Wert als den Schwellenwert I_{th} variiert werden soll, das Steuern des DC-DC-Wandlers im diskontinuierlichen Strommodus die Durchführung eines tieferen Dimmens als dem im Grenzstrommodus.

[0065] Hier wird ein Verfahren zum diskontinuierlichen Variieren der Schaltfrequenz, um den Effektivwert des Ausgangsstroms kontinuierlich zu variieren, beschrieben. Im Grenzstrommodus wird der Effektivwert I_{eff1} des Ausgangsstroms der Lampenschalteneinrichtung **1** durch Gleichung 3 unten dargestellt.

[Gleichung 3]

$$I_{\text{oeff1}} = \frac{\sqrt{2}V_{\text{ac}} \cdot T_{\text{on}}}{2L_{\text{c}}} \left[\frac{2}{\pi} - \frac{1}{A} \left\{ 1 - \frac{1}{\pi\sqrt{A^2-1}} \ln \left(\frac{A + \sqrt{A^2-1}}{A - \sqrt{A^2-1}} \right) \right\} \right] \quad \text{Gleichung 3}$$

[0066] Hier ist in Gleichung 3 oben V_{ac} ein Effektivspannungswert der AC-Stromversorgung **3** und L_{c} ist eine Gesamtinduktivität des ersten Induktors **11** und des zweiten Induktors **12**. Die Gleichung 4 unten stellt die Gesamtinduktivität L_{c} dar.

[Gleichung 4]

$$L_{\text{c}} = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2} \quad \text{Gleichung 4}$$

[0067] A wird durch die Gleichung 5 unten ausgedrückt.

[Gleichung 5]

$$A = \frac{\sqrt{2}V_{\text{ac}}}{V_{\text{oeff}}} \quad \text{Gleichung 5}$$

[0068] Hier ist V_{oeff} ein Effektivwert der Ausgangsspannung der Lampenschalteneinrichtung **1**.

[0069] Andererseits wird im diskontinuierlichen Strommodus der Effektivwert I_{oeff2} des Ausgangsstroms der Lampenschalteneinrichtung **1** durch Gleichung 6 unten dargestellt.

[Gleichung 6]

$$I_{\text{oeff2}} = \frac{\eta \cdot V_{\text{ac}}^2 \cdot T_{\text{on}}^2}{2L_{\text{c}} \cdot T \cdot V_{\text{oeff}}} \quad \text{Gleichung 6}$$

[0070] Hier ist η eine Schaltungseffizienz (Ausgangsleistung/Eingangsleistung) des DC-DC-Wandlers **20**.

[0071] Aus den obigen Gleichungen 3 bis 6 können die Parameter (Ein-Zeit T_{on} und Schaltperiode T) zum Umschalten eines Steuermodus zwischen dem Grenzstrommodus und dem diskontinuierlichen Strommodus erhalten werden. Beispielsweise ist beim Umschalten des Steuermodus vom Grenzstrommodus zum diskontinuierlichen Strommodus der Effektivwert I_{oeff2} des Ausgangsstroms zum Zeitpunkt des Umschaltens in Gleichung 6 umgepolt und die Ein-Zeit T_{on} und die Schaltperiode T können bestimmt werden, um die Gleichung 6 zu erfüllen. Der Spitzenwert des durch das Schaltelement **14** fließenden Stroms kann durch die Ein-Zeit T_{on} bestimmt werden. Daher wird beispielsweise die Ein-Zeit T_{on} bestimmt auf der Grundlage der Strom-Widerstands-Kennlinie des Schaltelements **14** und die Schaltperiode T , die der Ein-Zeit T_{on} entspricht, kann aus der Gleichung 6 erhalten werden. Weiterhin ist es durch Verstellen der Ein-Zeit T_{on} bis zu einem Wert kleiner oder gleich dem Höchstwert der im Grenzstrommodus verwendeten Ein-Zeit T_{on} nötig, dass das Schaltelement **14** eine reduzierte Strom-Widerstands-Kennlinie aufweist. Mit anderen Worten kann die Strom-Widerstands-Kennlinie, die für das Schaltelement **14** benötigt wird, ungefähr auf die gleiche eingestellt werden wie die, die für ein Schaltelement benötigt wird, das in einem nur im Grenzstrommodus gesteuerten SEPIC-DC-DC-Wandler verwendet wird.

[0072] Im Gegensatz dazu beispielsweise kann beim Umschalten des Steuermodus vom diskontinuierlichen Strommodus zum Grenzstrommodus die Ein-Zeit T_{on} bestimmt werden durch Umpolen des Effektivwerts I_{oeff1} des Ausgangsstroms zum Zeitpunkt des Umschaltens in Gleichung 3.

[0073] Wie **Fig. 7** veranschaulicht, ist das Band der Schaltfrequenz f nahe am Infrarot-Kommunikationsband. Wenn die Schaltfrequenz f im Infrarot-Kommunikationsband liegt, kann die Lampenschalteneinrichtung **1** ein Rauschen verursachen, das die durch eine Fernsteuerung und dergleichen verwendete Infrarot-Kommunikation beeinträchtigt. Daher stellt, wie **Fig. 7** veranschaulicht, die Steuerschaltung **10** die Schaltfrequenz f auf eine Frequenz ein, die über dem Infrarot-Kommunikationsband liegt, wenn der Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms größer oder gleich dem Schwellenwert I_{th} ist. Andererseits stellt die Steuerschaltung **10** die Schaltfre-

quenz f auf eine Frequenz ein, die unter dem Infrarot-Kommunikationsband liegt, wenn der Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms unter dem vorbestimmten Schwellenwert I_{th} liegt.

[0074] Weiterhin liegt die Schaltfrequenz f auch nahe am hörbaren Band. Die Schaltfrequenz f im hörbaren Band veranlasst die Lampenschalteneinrichtung **1** zum Erzeugen eines Tons. Daher stellt, wie **Fig. 7** veranschaulicht, die Steuerschaltung **10** die Schaltfrequenz f auf eine Frequenz ein, die über dem hörbaren Band liegt.

[Vorteilhafte Wirkungen usw.]

[0075] Wie oben beschrieben enthält die Lampenschalteneinrichtung **1** gemäß der Ausführungsform Folgendes: die Vollwellengleichrichtungsschaltung **19**, den Buck-Boost-DC-DC-Wandler **20**, der das Schaltelement **14** enthält und den vollwellengleichgerichteten Strom von der Vollwellengleichrichtungsschaltung **19** empfängt, und die Steuerschaltung **10**. Wenn die Steuerschaltung **10** den Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms vom DC-DC-Wandler **20** auf einen Wert größer oder gleich dem vorbestimmten Schwellenwert I_{th} verstellt, steuert die Steuerschaltung **10** das Schaltelement **14** im Grenzstrommodus. Andererseits steuert, wenn die Steuerschaltung **10** den Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms auf einen kleineren Wert als den Schwellenwert I_{th} verstellt, die Steuerschaltung **10** das Schaltelement **14** im diskontinuierlichen Strommodus. Zudem variiert, wenn die Steuerschaltung **10** den Steuermodus des Schaltelements **14** zwischen dem Grenzstrommodus und dem diskontinuierlichen Strommodus umschaltet, die Steuerschaltung **10** diskontinuierlich die Schaltfrequenz f des Schaltelements **14**, um den Effektivwert I_{oeff} kontinuierlich zu variieren.

[0076] Damit steuert die Steuerschaltung **10** das Schaltelement **14** im diskontinuierlichen Strommodus, wenn der Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms kleiner als der Schwellenwert I_{th} ist, wobei die Lampenschalteneinrichtung **1** in der Lage ist, ein tiefes Dimmen durchzuführen. Mit anderen Worten kann die Lampenschalteneinrichtung **1** einen breiteren Dimmbereich besitzen. Zudem steuert in der Lampenschalteneinrichtung **1** die Steuerschaltung **10** das Schaltelement **14** im Grenzstrommodus, wenn der Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms größer oder gleich dem Schwellenwert I_{th} ist. Daher ist die Lampenschalteneinrichtung **1** in der Lage, die Variationen im Ausgangsstrom während des Dimmens zu reduzieren.

[0077] Zudem enthält in der Lampenschalteneinrichtung **1** gemäß der Ausführungsform der DC-DC-Wandler **20** weiterhin den ersten Kondensator **13**, den zweiten Kondensator **15**, den dritten Kondensator **17**, den ersten Induktor **11**, den zweiten Induktor **12** und die Diode **16**. Der erste Kondensator **13** ist mit einem Ausgangsanschluss der Vollwellengleichrichtungsschaltung **19** verbunden. Die erste Reihenschaltung **31**, die den ersten Induktor **11** und das Schaltelement **14** enthält, die in Reihe geschaltet sind, ist an den Ausgangsanschluss der Vollwellengleichrichtungsschaltung **19** angeschlossen. Die zweite Reihenschaltung **32**, die den zweiten Kondensator **15**, die Diode **16** und den dritten Kondensator **17** enthält, die in Reihe geschaltet sind, ist an die Anschlüsse am Schaltelement **14** angeschlossen. Der zweite Induktor **12** besitzt einen ersten Anschluss, der an einen Verbindungspunkt zwischen dem zweiten Kondensator **15** und der Diode **16** angeschlossen ist, und einen zweiten Anschluss, der an einen Verbindungspunkt zwischen dem Schaltelement **14** und dem dritten Kondensator **17** angeschlossen ist. Die Spannung, die an den dritten Kondensator **17** abgegeben wird, wird an die LED **2** angelegt.

[0078] In der Lampenschalteneinrichtung **1** gemäß der Ausführungsform kann die Steuerschaltung **10** die Schaltfrequenz f auf eine Frequenz einstellen, die größer als das Infrarot-Kommunikationsband ist, wenn der Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms größer oder gleich dem Schwellenwert I_{th} ist. Die Steuerschaltung **10** kann die Schaltfrequenz f auf eine Frequenz einstellen, die unter dem Infrarot-Kommunikationsband liegt, wenn der Effektivwert I_{oeff} des Ausgangsstroms kleiner als der vorbestimmte Schwellenwert I_{th} ist.

[0079] Dementsprechend ist die Lampenschalteneinrichtung **1** in der Lage, nachteilige Effekte auf die Infrarot-Kommunikation aufgrund des Rauschens von der Lampenschalteneinrichtung **1** zu reduzieren.

[0080] In der Lampenschalteneinrichtung **1** gemäß der Ausführungsform kann die Steuerschaltung **10** die Schaltfrequenz f auf eine Frequenz einstellen, die über dem hörbaren Band liegt.

[0081] Dementsprechend kann die Erzeugung von Tönen durch die Lampenschalteneinrichtung **1** reduziert werden.

(Variation, usw.)

[0082] Die Lampenschalteneinrichtung und die Leuchte gemäß der vorliegenden Erfindung sind auf der Grundlage der obigen Ausführungsform beschrieben worden. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf die Ausführungsform beschränkt.

[0083] Beispielsweise wird in der obigen Ausführungsform der SEPIC-DC-DC-Wandler als ein Buck-Boost-DC-DC-Wandler verwendet; der Buck-Boost-DC-DC-Wandler ist jedoch nicht auf das Beispiel beschränkt. Beispielsweise kann ein DC-DC-Sperrwandler verwendet werden.

[0084] Zudem werden in der obigen Ausführungsform die Ein-Zeit Ton und dergleichen des Schaltelements **14** auf der Grundlage eines Signals gesteuert, das dem durch die LED **2** fließenden Strom entspricht. Jedoch ist das Verfahren des Steuerns der Ein-Zeit und dergleichen des Schaltelements **14** nicht auf das Beispiel beschränkt. Der Ausgangsstrom der Lampenschalteneinrichtung **1** hängt beispielsweise von der Eingangsspannung am DC-DC-Wandler **20** ab, wie aus Gleichung 1, Gleichung 2 und dergleichen hervorgeht. Daher können die Ein-Zeit und dergleichen des Schaltelements **14** auf der Basis eines detektierten Werts der Eingangsspannung gesteuert werden.

[0085] Weiterhin wird in der obigen Ausführungsform die LED **2** als ein lichtemittierendes Festkörperelement verwendet; ein organisches Elektrolumineszenzelement (EL-Element) kann jedoch ebenfalls verwendet werden.

[0086] Der Fachmann wird ohne Weiteres verstehen, dass viele Modifikationen an der Ausführungsform und andere Ausführungsformen durch willkürliches Kombinieren einiger der Strukturelemente und Funktionen von verschiedenen Ausführungsformen möglich sind, ohne dass wesentlich von der neuartigen Lehre und den Vorteilen der vorliegenden Offenbarung abgewichen wird. Dementsprechend ist beabsichtigt, dass alle diese Modifikationen im Schutzbereich der vorliegenden Erfindung enthalten sind.

Bezugszeichenliste

- 1** Lampenschalteneinrichtung
- 2** LED (lichtemittierendes Festkörperelement)
- 3** AC-Stromversorgung
- 4** Leuchte
- 10** Steuerschaltung
- 11** erster Induktor
- 12** zweiter Induktor
- 13** erster Kondensator
- 14** Schaltelement
- 15** zweiter Kondensator
- 16** Diode
- 17** dritter Kondensator
- 19** Vollwellengleichrichtungsschaltung
- 20** DC-DC-Wandler
- 31** erste Reihenschaltung
- 32** zweite Reihenschaltung

Patentansprüche

1. Lampenschalteneinrichtung, die mit einer AC-Stromversorgung verbunden ist und einen Strom an ein lichtemittierendes Festkörperelement liefert, wobei die Lampenschalteneinrichtung Folgendes umfasst:
 eine Vollwellengleichrichtungsschaltung, die einen von der AC-Stromversorgung gelieferten AC-Strom vollwellengleichrichtet;
 einen Buck-Boost-DC-DC-Wandler, der ein Schaltelement enthält, wobei der Buck-Boost-DC-DC-Wandler den vollwellengleichgerichteten Strom von der Vollwellengleichrichtungsschaltung empfängt; und
 eine Steuerschaltung, die das Schaltelement ein- und ausschaltet,
 wobei die Steuerschaltung das Schaltelement in einem Grenzstrommodus steuert, wenn die Steuerschaltung einen Effektivwert eines Ausgangsstroms vom Buck-Boost-DC-DC-Wandler auf einen Wert größer oder gleich einem vorbestimmten Schwellenwert verstellt,

wobei die Steuerschaltung das Schaltelement in einem kontinuierlichen Strommodus steuert, wenn die Steuerschaltung den Effektivwert des Ausgangsstroms auf einen kleineren Wert als den vorbestimmten Schwellenwert verstellt, und

wenn die Steuerschaltung einen Steuermodus des Schaltelements zwischen dem Grenzstrommodus und dem kontinuierlichen Strommodus umschaltet, die Steuerschaltung diskontinuierlich eine Schaltfrequenz des Schaltelements variiert, um den Effektivwert des Ausgangsstroms kontinuierlich zu variieren.

2. Lampenschaltanordnung nach Anspruch 1,

wobei der Buck-Boost-DC-DC-Wandler weiterhin einen ersten Kondensator, einen zweiten Kondensator, einen dritten Kondensator, einen ersten Induktor, einen zweiten Induktor und eine Diode enthält, der erste Kondensator an einen Ausgangsanschluss der Vollwellengleichrichtungsschaltung angeschlossen ist,

der Buck-Boost-DC-DC-Wandler Folgendes enthält:

eine erste Reihenschaltung mit dem ersten Induktor und dem Schaltelement, die in Reihe geschaltet sind, wobei die erste Reihenschaltung an den Ausgangsanschluss der Vollwellengleichrichtungsschaltung angeschlossen ist; und

eine zweite Reihenschaltung mit dem zweiten Kondensator, der Diode und dem dritten Kondensator, die in Reihe geschaltet sind, wobei die zweite Reihenschaltung an Anschlüsse am Schaltelement angeschlossen ist, der zweite Induktor einen ersten Anschluss besitzt, der an einen Verbindungspunkt zwischen dem zweiten Kondensator und der Diode angeschlossen ist, und einen zweiten Anschluss, der an einen Verbindungspunkt zwischen dem Schaltelement und dem dritten Kondensator angeschlossen ist, und

eine an den dritten Kondensator abgegebene Spannung an das lichtemittierende Festkörperelement angelegt wird.

3. Lampenschaltanordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2,

wobei die Steuerschaltung die Schaltfrequenz so einstellt, dass sie unter einem Infrarot-Kommunikationsband liegt, wenn der Effektivwert des Ausgangsstroms größer oder gleich dem vorbestimmten Schwellenwert ist, und die Steuerschaltung die Schaltfrequenz so einstellt, dass sie unter dem Infrarot-Kommunikationsband liegt, wenn der Effektivwert des Ausgangsstroms kleiner als der vorbestimmte Schwellenwert ist.

4. Lampenschaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Steuerschaltung die Schaltfrequenz so einstellt, dass sie größer als ein hörbares Band ist.

5. Leuchte, die Folgendes umfasst:

die Lampenschaltanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, und das lichtemittierende Festkörperelement.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

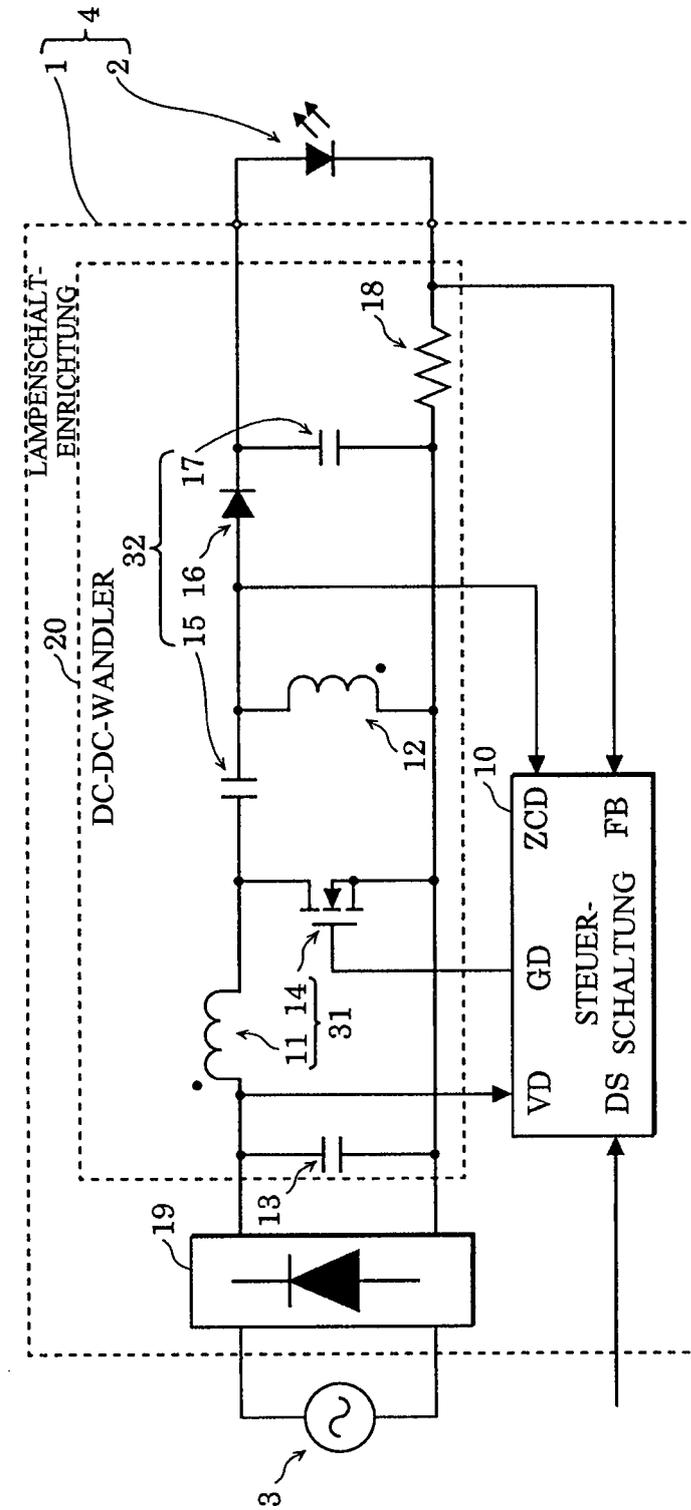


FIG. 2

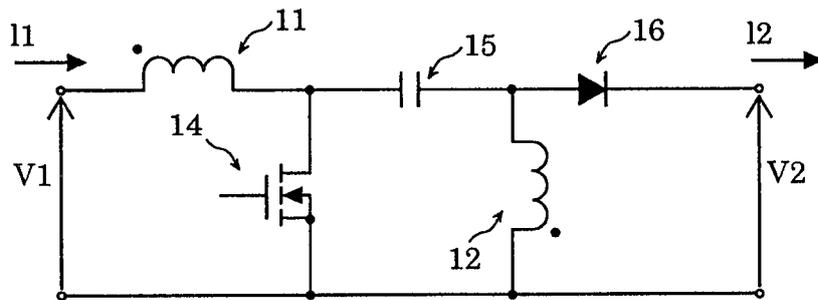


FIG. 3

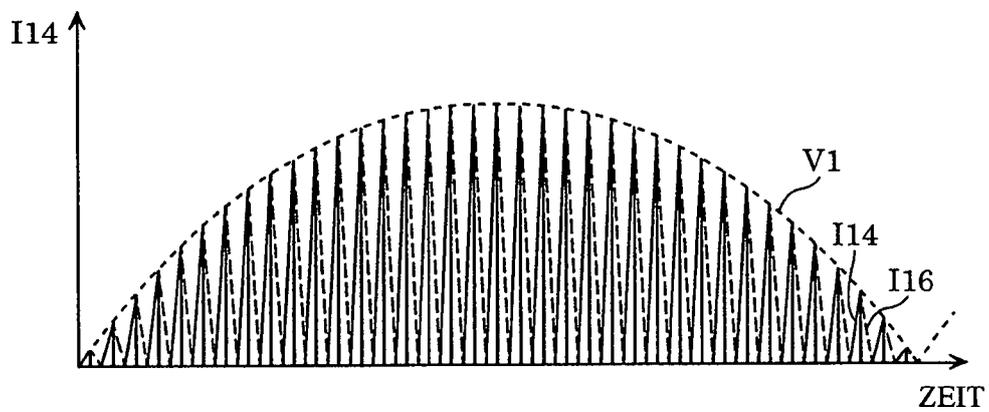


FIG. 4

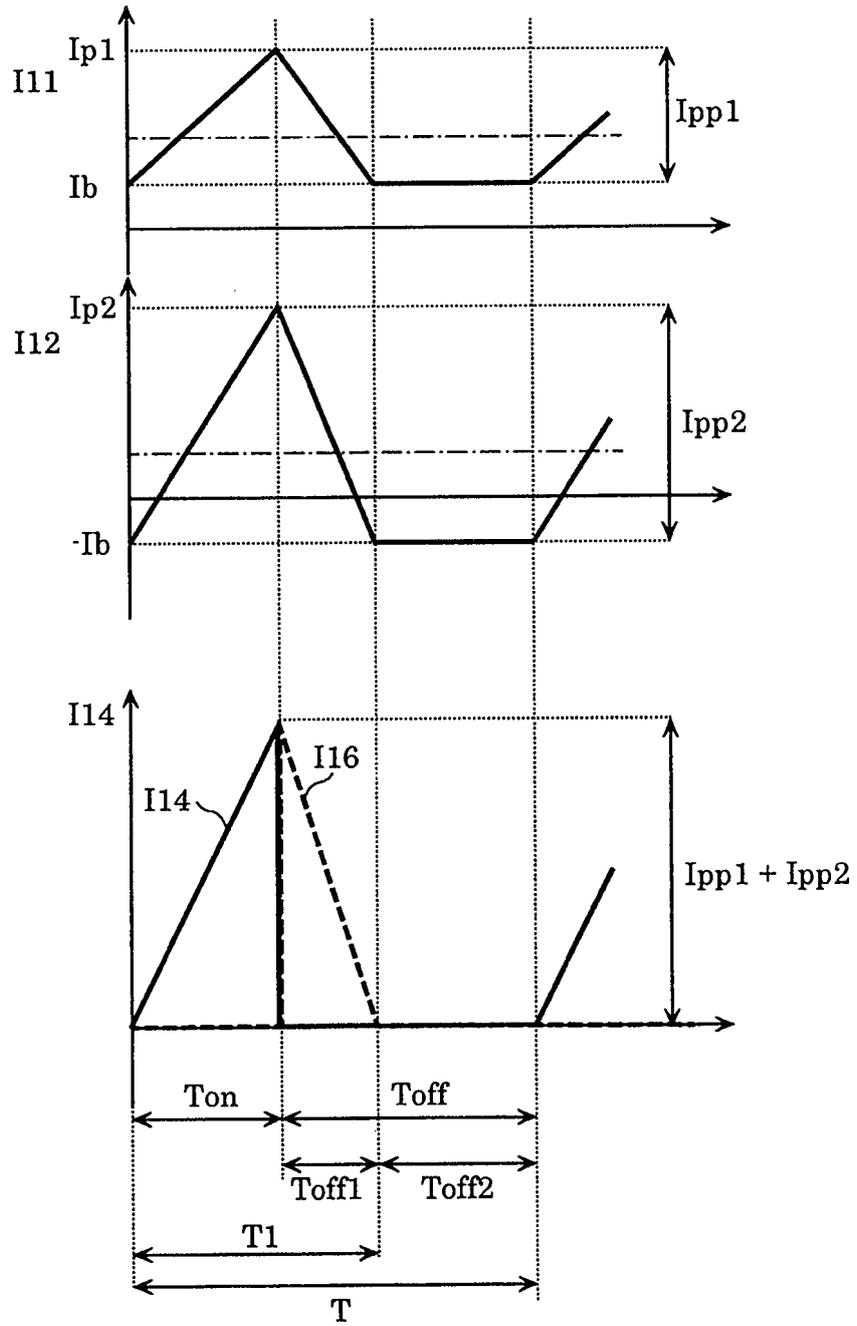


FIG. 5

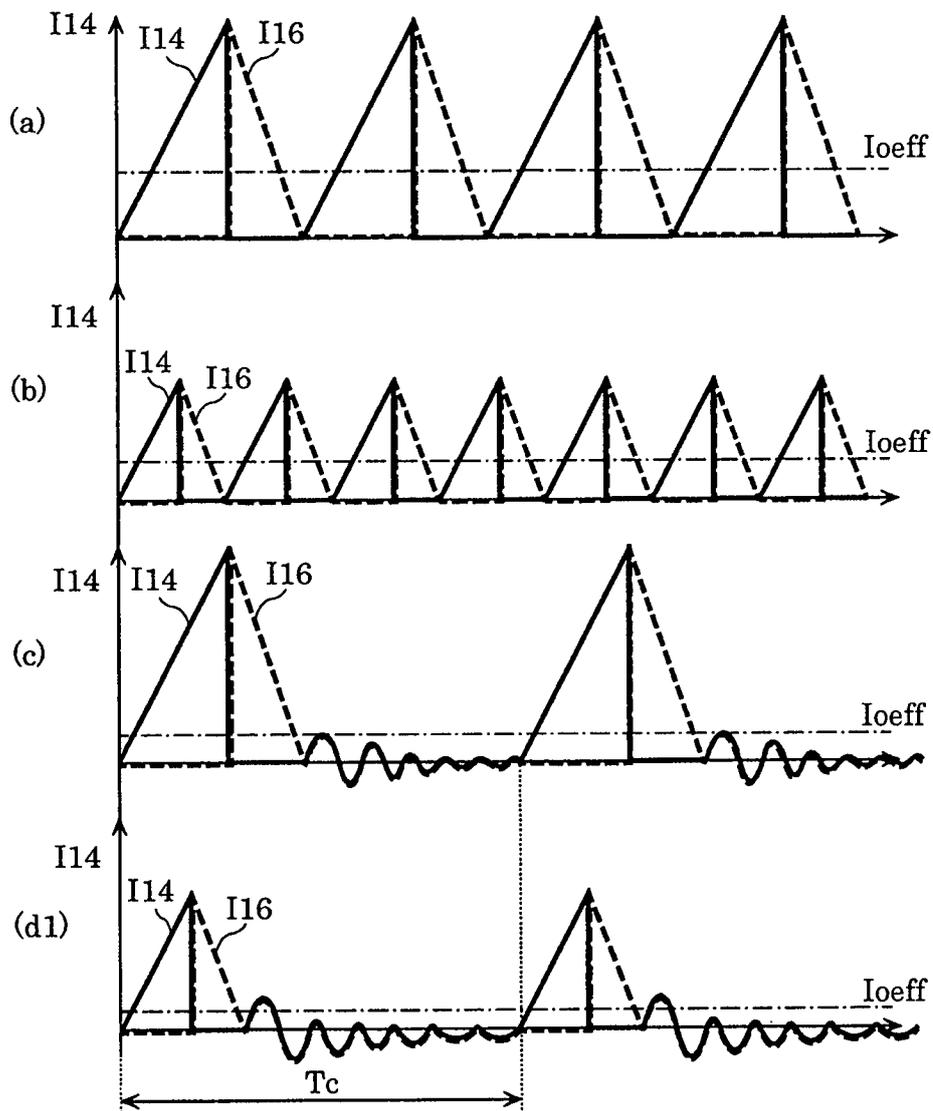


FIG. 6

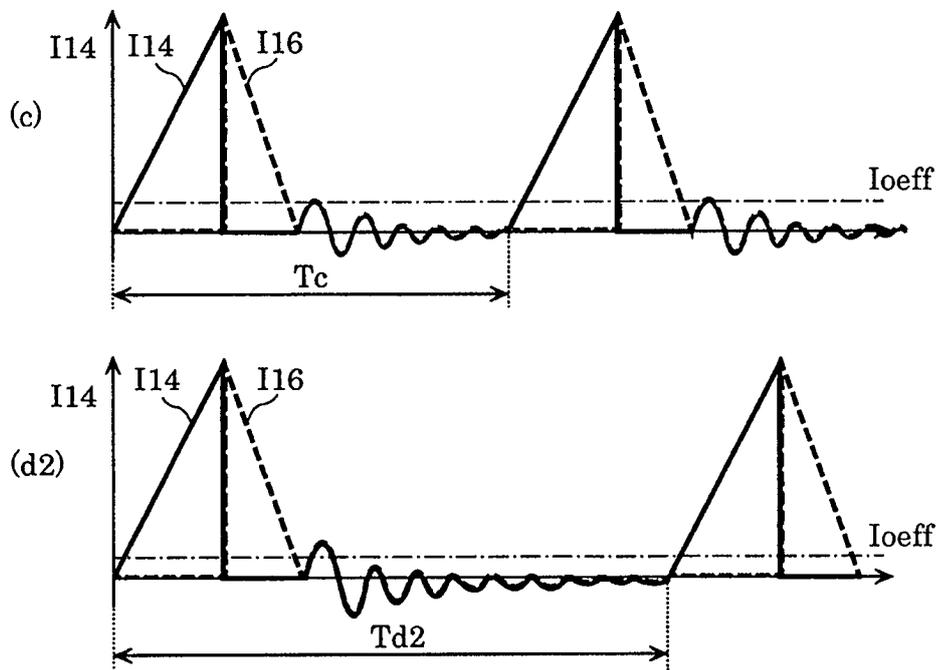


FIG. 7

