(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 4 月 24 日(24.04.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/061115 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 33/00 (2010.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/076783

(22) 国際出願日: 2012 年 10 月 17 日(17.10.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新電元工業株式会社(SHINDENGEN ELECTRIC MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目２番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(71) 出願人 (米国についてのみ): 長坂 俊彦(NAGASAKA Toshihiko) [JP/JP]; 〒3578585 埼玉県飯能市南町１０番１３号 新電元工業株式会社工場内 Saitama (JP). 池田 克弥(IKEDA Katsuya) [JP/JP]; 〒3578585 埼玉県飯能市南町１０番１３号 新電元工業株式会社工場内 Saitama (JP). 高坂 誠一(TAKASAKA Seiichi) [JP/JP]; 〒3578585 埼玉県飯能市南町１０番１３号 新電元工業株式会社工場内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 勝沼 宏仁, 外(KATSUNUMA Hirohito et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内１丁目６番６号 日本生命丸の内ビル 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

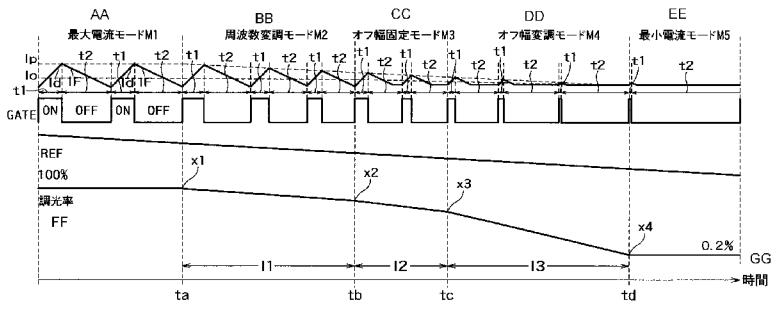
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) **Title**: LED ILLUMINATION DIMMING CIRCUIT AND LED ILLUMINATION DIMMING METHOD

(54) 発明の名称 : ＬＥＤ照明調光回路、および、ＬＥＤ照明調光方法

[図2]



AA Maximum current mode M1
BB Frequency modulation mode M2
CC Off-width fixed mode M3
DD Off-width modulation mode M4
EE Minimum current mode M5
FF Dimming rate
GG Time

(57) **Abstract**: An LED illumination dimming circuit includes: a capacitor connected to a first output terminal at one end and connected to a second output terminal at the other end; a coil connected to the other end of the capacitor at one end; a switching element connected to the other end of the coil at one end; a resistor connected to the other end of the switching element at one end and connected to a ground terminal at the other end; a diode connected to a power terminal at the cathode thereof and connected to the other end of the coil at the anode thereof; and a control circuit for controlling the operation of the switching element with a switching control signal on the basis of a dimming signal indicating the dimming rate of the LED element. Dimming is performed continuously in five modes: the maximum current mode in which the LED element emits light with the maximum current; a frequency modulation mode in which dimming is performed with the peak current being lowered; an off-width fixed mode in which the off width is fixed and only the on width is shortened; an off-width modulation mode in which the off width is extended and the on width is shortened; and the minimum current mode in which the LED element emits light with the minimum current.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/061115 A1

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

ＬＥＤ照明調光回路は、第１の出力端子に一端が接続され、第２の出力端子に他端が接続されたコンデンサと、コンデンサの他端に一端が接続されたコイルと、コイルの他端に一端が接続されたスイッチ素子と、スイッチ素子の他端に一端が接続され、接地端子に他端が接続された抵抗と、電源端子にカソードが接続され、コイルの他端にアノードが接続されたダイオードと、ＬＥＤ素子の調光率を示す調光信号に応じて、スイッチ制御信号によりスイッチ素子の動作を制御する制御回路と、を備える。 調光は、５つのモードで行う。すなわち、最大電流でＬＥＤ素子を発光させる最大電流モードと、ピーク電流を下げて調光を行う周波数変調モードと、オフ幅を固定してオン幅のみ狭めるオフ幅固定モードと、オフ幅を伸ばして、オン幅を狭めるオフ幅変調モードと、最小電流でＬＥＤ素子を発光させる最小電流モードと、の５つのモードを連続して実行する。

明　細　書

発明の名称 ： ＬＥＤ照明調光回路、および、ＬＥＤ照明調光方法

技術分野

［0001］　本発明は、ＬＥＤ照明調光回路、および、ＬＥＤ照明調光方法に関する発明である。

背景技術

［0002］　従来、例えば、特開２００９－１２３６８１号公報、および特開２０１２－５９６６２号公報に記載のように、ＬＥＤ素子の調光を制御するＬＥＤ照明調光回路１００Ａがある（図４）。

［0003］　このＬＥＤ照明調光回路１００Ａは、抵抗Ｒ１と、電源２にアノードが接続されたＬＥＤ素子４のカソードにコレクタが接続されたバイポーラトランジスタＱ１と、バイポーラトランジスタＱ１のエミッタと接地との間に接続された定電流回路６と、調光器１が出力した調光信号に応じて、バイポーラトランジスタＱ１と定電流回路６を制御するマイコン５と、を備える（図４）。

［0004］　このＬＥＤ照明調光回路１００Ａにより、電流臨界モードで定電流制御を行う場合、バイポーラトランジスタＱ１を制御して、ピーク電流を下げて調光（リニア調光）を行う。

［0005］　しかし、上記従来のＬＥＤ照明調光回路１００Ａでは、電流臨界モードで定電流制御を行う場合、ピーク電流を下げて調光（リニア調光）を行うと、バイポーラトランジスタＱ１のスイッチング周波数が高くなってしまう。

［0006］　そして、スイッチング周波数が高くなると、ノイズが大きくなったり、効率が落ちたりする等、様々な問題がある。

［0007］　調光を行わない時のスイッチング周波数を低く設定する方法もあるが、可聴周波数以下には出来ないため実際の調光範囲は限られている。

［0008］　また、その時のスイッチング周波数を低く設定するとトランスなどの部品が大きくなり好ましくない。

発明の開示

[0009] 本発明の一態様に係る実施例に従ったＬＥＤ照明調光回路は、

ＬＥＤ素子の調光を制御するＬＥＤ照明調光回路であって、

電源電圧が供給される電源端子と、

接地に接続される接地端子と、

前記電源端子に接続され、且つ前記ＬＥＤ素子のアノード側が接続される第１の出力端子と、

前記ＬＥＤ素子のカソード側が接続される第２の出力端子と、

前記第１の出力端子に一端が接続され、前記第２の出力端子に他端が接続されたコンデンサと、

前記コンデンサの他端に一端が接続されたコイルと、

前記コイルの他端に一端が接続されたスイッチ素子と、

前記スイッチ素子の他端に一端が接続され、前記接地端子に他端が接続された抵抗と、

前記電源端子にカソードが接続され、前記コイルの他端にアノードが接続されたダイオードと、

前記ＬＥＤ素子の調光率を示す調光信号に応じて、スイッチ制御信号により前記スイッチ素子の動作を制御する制御回路と、を備え、

前記制御回路は、

前記調光信号が第１の調光率を示す第１のモードにおいて、前記スイッチ素子をオンするオン期間と前記スイッチ素子をオフするオフ期間からなるスイッチング周期を固定し、

前記調光信号が前記第１の調光率から前記第１の調光率よりも低い第２の調光率までの第１の調光区間の調光率を示す第２のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が低下する場合、前記スイッチング周期を、前記オン期間と前記オフ期間の比率を維持したまま、小さくし、

前記調光信号が前記第２の調光率から前記第２の調光率よりも低い第３の調光率までの第２の調光区間の調光率を示す第３のモードにおいて、前記調

光信号が示す調光率が低下する場合、前記オフ期間を固定したまま、前記オン期間を短くする

ことを特徴とする。

[0010] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、

前記第２のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が上昇する場合、前記スイッチング周期を、前記オン期間と前記オフ期間の比率を維持したまま、大きくする

ことを特徴とする。

[0011] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、

前記第３のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が上昇する場合、前記オフ期間を固定したまま、前記オン期間を長くする

ことを特徴とする。

[0012] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、

前記調光信号が前記第３の調光率から前記第３の調光率よりも低い第４の調光率までの第３の調光区間の調光率を示す第４のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が低下する場合、前記オン期間を短くしつつ、前記オフ期間を長くする

ことを特徴とする。

[0013] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、

前記第４のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が上昇する場合、前記オン期間を長くしつつ、前記オフ期間を短くする

ことを特徴とする。

[0014] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、

前記調光信号が前記第４の調光率の調光率を示す第５のモードにおいて、前記オン期間を固定し、且つ前記オフ期間を前記第４のモードにおけるオフ期間よりも長い期間に固定する

ことを特徴とする。

[0015] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、前記第１のモードから前記第２のモードに移行する場合、前記スイッチング周期を、前記オン期間と前記オフ期間の比率を維持したまま、小さくし、前記第２のモードから前記第３のモードに移行する場合、前記オフ期間を固定したまま、前記オン期間を短くする

ことを特徴とする。

[0016] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、

前記第２のモードから前記第１のモードに移行する場合、前記スイッチング周期を、前記オン期間と前記オフ期間の比率を維持したまま、大きくする

ことを特徴とする。

[0017] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、

前記第３のモードから前記第２のモードに移行する場合、前記オフ期間を固定したまま、前記オン期間を長くする

ことを特徴とする。

[0018] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、

前記第３のモードから前記第４のモードに移行する場合、前記オン期間を短くしつつ、前記オフ期間を長くする

ことを特徴とする。

[0019] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、前記第４のモードから前記第３のモードに移行する場合、前記オン期間を長くしつつ、前記オフ期間を短くする

ことを特徴とする。

[0020] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記制御回路は、

前記第４のモードから前記第５のモードに移行する場合、前記オン期間を維持したまま、前記オフ期間を前記第４のモードにおけるオフ期間よりも長い期間にし、

前記第５のモードから前記第４のモードに移行する場合、前記オン期間を維持したまま、前記オフ期間を前記第５のモードにおけるオフ期間よりも短い期間にする

ことを特徴とする。

[0021] 前記ＬＥＤ照明調光回路において、

前記第１のモードにおける前記第１の調光率に対応する前記スイッチング周期の逆数であるスイッチング周波数は、可聴周波数より高い

ことを特徴とする。

[0022] ＬＥＤ素子の調光を制御するＬＥＤ照明調光回路であって、電源電圧が供給される電源端子と、接地に接続される接地端子と、前記電源端子に接続され、且つ前記ＬＥＤ素子のアノード側が接続される第１の出力端子と、前記ＬＥＤ素子のカソード側が接続される第２の出力端子と、前記第１の出力端子に一端が接続され、前記第２の出力端子に他端が接続されたコンデンサと、前記コンデンサの他端に一端が接続されたコイルと、前記コイルの他端に一端が接続されたスイッチ素子と、前記スイッチ素子の他端に一端が接続され、前記接地端子に他端が接続された抵抗と、前記電源端子にカソードが接続され、前記コイルの他端にアノードが接続されたダイオードと、前記ＬＥＤ素子の調光率を示す調光信号に応じて、スイッチ制御信号により前記スイッチ素子の動作を制御する制御回路と、を備えるＬＥＤ照明調光回路によるＬＥＤ照明調光方法であって、

前記調光信号が第１の調光率を示す第１のモードにおいて、前記スイッチ素子をオンするオン期間と前記スイッチ素子をオフするオフ期間からなるス

イッチング周期を固定し、

前記調光信号が前記第１の調光率から前記第１の調光率よりも低い第２の調光率までの第１の調光区間の調光率を示す第２のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が低下する場合、前記スイッチング周期を、前記オン期間と前記オフ期間の比率を維持したまま、小さくし、

前記調光信号が前記第２の調光率から前記第２の調光率よりも低い第３の調光率までの第２の調光区間の調光率を示す第３のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が低下する場合、前記オフ期間を固定したまま、前記オン期間を短くする

ことを特徴とする。

[0023] 本発明に係るＬＥＤ照明調光回路では、調光時にスイッチング周波数が高くなりすぎないようにスイッチ素子のオフ幅を変調させ、限られた周波数範囲で最大の調光範囲を可能にする。

[0024] 調光は、５つのモードで行う。すなわち、最大電流でＬＥＤ素子を発光させる最大電流モードと、ピーク電流を下げて調光を行う周波数変調モードと、オフ幅を固定してオン幅のみ狭めるオフ幅固定モードと、オフ幅を伸ばして、オン幅を狭めるオフ幅変調モードと、最小電流でＬＥＤ素子を発光させる最小電流モードと、の５つのモードを連続して実行する。

[0025] このように、スイッチ素子のオン幅を狭めながら同時にスイッチ素子のオフ幅を広げると、周波数変動範囲を狭くすることができる。

[0026] そして、調光率が低い時（暗い時）にスイッチング周波数を下げる制御であるため可聴周波数に近くなる時は、電流（エネルギー）は最小となっている。

[0027] したがって、ＬＥＤ照明調光回路のスイッチ素子のスイッチングに起因する音はユーザに聞こえにくくなる。

[0028] 一方、従来技術では、電流（エネルギー）が最大の時に可聴周波数に近くなるため、ＬＥＤ照明調光回路のスイッチ素子のスイッチングに起因する音はユーザに聞こえやすい。

[0029] 以上のように、本発明に係るＬＥＤ照明調光回路は、狭い周波数変動範囲で広い調光範囲を実現できる。

[0030] 特に、効率が良く、ノイズが少ない電流臨界モードの利点を生かしつつ、周波数変動を小さくすることができる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1]図１は、本発明の一態様である実施例１に係るＬＥＤ照明調光回路１００の構成の一例を示す図である。

[図2]図２は、図１に示すＬＥＤ照明調光回路１００の各モードにおける動作波形の一例を示す図である。

[図3]図３は、図１に示すＬＥＤ照明調光回路１００および従来のＬＥＤ照明調光回路の調光率とスイッチング周波数と関係を示す特性図である。

[図4]図４は、従来のＬＥＤ照明調光回路１００Ａの構成の一例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0032] 以下、本発明に係る各実施例について図面に基づいて説明する。

実施例 １

[0033] 図１は、本発明の一態様である実施例１に係るＬＥＤ照明調光回路１００の構成の一例を示す図である。また、図２は、図１に示すＬＥＤ照明調光回路１００の各モードにおける動作波形の一例を示す図である。

[0034] 図１に示すように、ＬＥＤ照明調光回路１００は、電源端子ＴＢと、接地端子ＴＥと、第１の出力端子ＴＯＵＴ１と、第２の出力端子ＴＯＵＴ２と、コンデンサＣと、コイルＬと、抵抗Ｒと、スイッチ素子ＳＷと、制御回路ＣＯＮと、を備える。

電源端子ＴＢは、電源電圧が供給されるようになっている。この電源端子ＴＢにバッテリ（電源）Ｂの正極が接続される。

[0035] 接地端子ＴＥは、接地に接続されるようになっている。この接地端子ＴＥにバッテリ（電源）Ｂの負極が接続される。

[0036] 第１の出力端子ＴＯＵＴ１は、電源端子ＴＢに接続され、且つＬＥＤ素子

Ａのアノード側が接続されるようになっている。

[0037] 第２の出力端子ＴＯＵＴ２は、ＬＥＤ素子Ａのカソード側が接続されるようになっている。

[0038] コンデンサＣは、第１の出力端子ＴＯＵＴ１に一端が接続され、第２の出力端子ＴＯＵＴ２に他端が接続されている。

[0039] コイルＬは、コンデンサＣの他端に一端が接続されている。

[0040] スイッチ素子ＳＷは、コイルＬの他端に一端が接続されている。

[0041] 抵抗Ｒは、スイッチ素子ＳＷの他端に一端が接続され、接地端子ＴＥに他端が接続されている。

[0042] ダイオードＤは、電源端子ＴＢにカソードが接続され、コイルＬの他端にアノードが接続されている。

[0043] 制御回路ＣＯＮは、ＬＥＤ素子Ａの調光率を示す調光信号ＲＥＦに応じて、スイッチ制御信号ＧＡＴＥによりスイッチ素子ＳＷの動作を制御するようになっている。なお、スイッチ素子ＳＷは、例えば、コイルＬの他端に一端が接続され、抵抗Ｒの一端に他端が接続され、上記スイッチ制御信号ＧＡＴＥがゲートに供給されるＭＯＳトランジスタ（図１の例では、ｎＭＯＳトランジスタ）である。

[0044] ここで、例えば、制御回路ＣＯＮは、調光信号ＲＥＦが第１の調光率ｘ１を示す第１のモード（最大電流モード）Ｍ１において（図２の時刻ｔａ以前）、スイッチ素子ＳＷをオンするオン期間ｔ１とスイッチ素子ＳＷをオフするオフ期間ｔ２からなるスイッチング周期を固定するようになっている。

[0045] そして、第１のモードＭ１における第１の調光率ｘ１に対応するスイッチング周期の逆数であるスイッチング周波数は、可聴周波数より高くなるように設定されている。

[0046] なお、第１の調光率ｘ１は、例えば、１００％である。

[0047] また、制御回路ＣＯＮは、調光信号ＲＥＦが第１の調光率ｘ１から第１の調光率ｘ１よりも低い第２の調光率ｘ２までの第１の調光区間Ｉ１の調光率を示す第２のモード（周波数変調モード）Ｍ２において（図２の時刻ｔａ～

時刻ｔｂ）、調光信号ＲＥＦが示す調光率が低下する場合、スイッチング周期を、オン期間ｔ１とオフ期間ｔ２の比率を維持したまま、小さくするようになっている。

[0048] なお、制御回路ＣＯＮは、この第２のモードＭ２において、調光信号ＲＥＦが示す調光率が上昇する場合、スイッチング周期を、オン期間ｔ１とオフ期間ｔ２の比率を維持したまま、大きくするようになっている。

[0049] なお、制御回路ＣＯＮは、第１のモードＭ１から第２のモードＭ２に移行する場合、スイッチング周期を、オン期間ｔ１とオフ期間ｔ２の比率を維持したまま、小さくするようになっている。

[0050] 一方、制御回路ＣＯＮは、第２のモードＭ２から第１のモードＭ１に移行する場合、スイッチング周期を、オン期間ｔ１とオフ期間ｔ２の比率を維持したまま、大きくするようになっている。

[0051] また、制御回路ＣＯＮは、調光信号ＲＥＦが第２の調光率ｘ２から第２の調光率ｘ２よりも低い第３の調光率ｘ３までの第２の調光区間Ｉ２の調光率を示す第３のモード（オフ幅固定モード）Ｍ３において（図２の時刻ｔｂ～時刻ｔｃ）、調光信号ＲＥＦが示す調光率が低下する場合、オフ期間ｔ２を固定したまま、オン期間ｔ１を短くするようになっている。

[0052] なお、制御回路ＣＯＮは、この第３のモードＭ３において、調光信号ＲＥＦが示す調光率が上昇する場合、オフ期間ｔ２を固定したまま、オン期間ｔ１を長くするようになっている。

[0053] なお、制御回路ＣＯＮは、第２のモードＭ２から第３のモードＭ３に移行する場合、オフ期間ｔ２を固定したまま、オン期間ｔ１を短くするようになっている。

[0054] 一方、制御回路ＣＯＮは、第３のモードＭ３から第２のモードＭ２に移行する場合、オフ期間ｔ２を固定したまま、オン期間ｔ１を長くするようになっている。

[0055] また、制御回路ＣＯＮは、調光信号ＲＥＦが第３の調光率ｘ３から第３の調光率ｘ３よりも低い第４の調光率ｘ４までの第３の調光区間Ｉ３の調光率

を示す第４のモード（オフ幅変調モード）Ｍ４において（図２の時刻ｔｃ～時刻ｔｄ）、調光信号ＲＥＦが示す調光率が低下する場合、オン期間ｔ１を短くしつつ、オフ期間ｔ２を長くするようになっている。

[0056] なお、制御回路ＣＯＮは、この第４のモードＭ４において、調光信号ＲＥＦが示す調光率が上昇する場合、オン期間ｔ１を長くしつつ、オフ期間ｔ２を短くするようになっている。

[0057] なお、制御回路ＣＯＮは、第３のモードＭ３から第４のモードＭ４に移行する場合、オン期間ｔ１を短くしつつ、オフ期間ｔ２を長くするようになっている。

[0058] 一方、制御回路ＣＯＮは、第４のモードＭ４から第３のモードＭ３に移行する場合、オン期間ｔ１を長くしつつ、オフ期間ｔ２を短くするようになっている。

[0059] なお、第４の調光率ｘ４は、例えば、０％から１％の間の値（図２の例では、０．２％）である。

[0060] また、制御回路ＣＯＮは、調光信号ＲＥＦが第４の調光率ｘ４の調光率を示す第５のモード（最小電流モード）Ｍ５において（図２の時刻ｔｄ以降）、オン期間ｔ１を固定し、且つオフ期間ｔ２を第４のモードＭ４におけるオフ期間ｔ２よりも長い期間に固定するようになっている。

[0061] なお、制御回路ＣＯＮは、第４のモードＭ４から第５のモードＭ５に移行する場合、オン期間ｔ１を維持したまま、オフ期間ｔ２を第４のモードＭ４におけるオフ期間ｔ２よりも長い期間にするようになっている。

[0062] 一方、制御回路ＣＯＮは、第５のモードＭ５から第４のモードＭ４に移行する場合、オン期間ｔ１を維持したまま、オフ期間ｔ２を第５のモードＭ５におけるオフ期間ｔ２よりも短い期間にするようになっている。

[0063] 以上のように、ＬＥＤ照明調光回路１００は、調光信号ＲＥＦに応じて、ＬＥＤ素子Ａの調光を制御するようになっている。なお、調光信号ＲＥＦは、例えば、使用者の操作に応じてマイコン（図示せず）から出力される。

[0064] 次に、以上のような構成を有するＬＥＤ照明調光回路１００の動作の一例

について説明する。

[0065] 例えば、図２の時刻ｔａ以前では、制御回路ＣＯＮは、制御モードが第１のモード（最大電流モード）Ｍ１になる。そして、制御回路ＣＯＮは、スイッチ素子ＳＷをオンするオン期間ｔ１とスイッチ素子ＳＷをオフするオフ期間ｔ２からなるスイッチング周期を固定する。

[0066] そして、制御回路ＣＯＮは、第１のモードＭ１から第２のモードＭ２に移行する場合（時刻ｔａ）、スイッチング周期を、オン期間ｔ１とオフ期間ｔ２の比率を維持したまま、小さくする。

[0067] 次に、図２の時刻ｔａ～時刻ｔｂでは、制御回路ＣＯＮは、制御モードが第２のモード（周波数変調モード）Ｍ２になる。そして、制御回路ＣＯＮは、調光信号ＲＥＦが示す調光率が低下する場合、スイッチング周期を、オン期間ｔ１とオフ期間ｔ２の比率を維持したまま、小さくする。

[0068] なお、既述のように、制御回路ＣＯＮは、この第２のモードＭ２において、調光信号ＲＥＦが示す調光率が上昇する場合、スイッチング周期を、オン期間ｔ１とオフ期間ｔ２の比率を維持したまま、大きくする。

[0069] また、既述のように、制御回路ＣＯＮは、第２のモードＭ２から第１のモードＭ１に移行する場合、スイッチング周期を、オン期間ｔ１とオフ期間ｔ２の比率を維持したまま、大きくする。

[0070] そして、制御回路ＣＯＮは、第２のモードＭ２から第３のモードＭ３に移行する場合（時刻ｔｂ）、オフ期間ｔ２を固定したまま、オン期間ｔ１を短くする。

[0071] 次に、図２の時刻ｔｂ～時刻ｔｃでは、制御回路ＣＯＮは、制御モードが第３のモード（オフ幅固定モード）Ｍ３になる。そして、制御回路ＣＯＮは、調光信号ＲＥＦが示す調光率が低下する場合、オフ期間ｔ２を固定したまま、オン期間ｔ１を短くする。

[0072] なお、既述のように、制御回路ＣＯＮは、この第３のモードＭ３において、調光信号ＲＥＦが示す調光率が上昇する場合、オフ期間ｔ２を固定したまま、オン期間ｔ１を長くする。

[0073] また、既述のように、制御回路ＣＯＮは、第３のモードＭ３から第２のモードＭ２に移行する場合、オフ期間ｔ２を固定したまま、オン期間ｔ１を長くするようになっている。

[0074] そして、制御回路ＣＯＮは、第３のモードＭ３から第４のモードＭ４に移行する場合（時刻ｔｃ）、オン期間ｔ１を短くしつつ、オフ期間ｔ２を長くする。

[0075] 次に、図２の時刻ｔｃ～時刻ｔｄでは、制御回路ＣＯＮは、制御モードが第４のモード（オフ幅変調モード）Ｍ４になる。そして、制御回路ＣＯＮは、調光信号ＲＥＦが示す調光率が低下する場合、オン期間ｔ１を短くしつつ、オフ期間ｔ２を長くする。

[0076] なお、既述のように、制御回路ＣＯＮは、この第４のモードＭ４において、調光信号ＲＥＦが示す調光率が上昇する場合、オン期間ｔ１を長くしつつ、オフ期間ｔ２を短くする。

[0077] なお、既述のように、制御回路ＣＯＮは、第４のモードＭ４から第３のモードＭ３に移行する場合、オン期間ｔ１を長くしつつ、オフ期間ｔ２を短くする。

[0078] そして、制御回路ＣＯＮは、第４のモードＭ４から第５のモードＭ５に移行する場合（時刻ｔｄ）、オン期間ｔ１を維持したまま、オフ期間ｔ２を第４のモードＭ４におけるオフ期間ｔ２よりも長い期間にする。

[0079] 次に、図２の時刻ｔｄ以降では、制御回路ＣＯＮは、制御モードが第５のモード（最小電流モード）Ｍ５になる。そして、制御回路ＣＯＮは、オン期間ｔ１を固定し、且つオフ期間ｔ２を第４のモードＭ４におけるオフ期間ｔ２よりも長い期間に固定する。

[0080] なお、既述のように、制御回路ＣＯＮは、第５のモードＭ５から第４のモードＭ４に移行する場合、オン期間ｔ１を維持したまま、オフ期間ｔ２を第５のモードＭ５におけるオフ期間ｔ２よりも短い期間にする。

[0081] ここで、図３は、図１に示すＬＥＤ照明調光回路１００および従来のＬＥＤ照明調光回路の調光率とスイッチング周波数と関係を示す特性図である。

[0082] 図３に示す従来のＬＥＤ照明調光回路では、調光率の大きさに拘わらず、周波数変調モードを採用している。すなわち、従来のＬＥＤ照明調光回路では、調光率が低下する場合、スイッチング周期を、オン期間とオフ期間の比率を維持したまま、小さくし、一方、調光率が上昇する場合、スイッチング周期を、オン期間とオフ期間の比率を維持したまま、大きくする。

[0083] したがって、調光率が０％に近づくと、スイッチング周波数が最大になり（２００ｋＨｚ以上）、調光率が１００％に近づくと、スイッチング周波数が最低になる。

[0084] すなわち、従来のＬＥＤ照明調光回路では、スイッチ素子のエネルギーが高くなる調光率が１００％近傍で、スイッチング周波数が可聴周波数（例えば、２０ｋＨｚ）より低くなる。

[0085] したがって、従来のＬＥＤ照明調光回路では、人の耳にスイッチングノイズが聞こえ得る。

[0086] さらに、従来のＬＥＤ照明調光回路では、調光率が０％近傍で、スイッチング周波数が高く（２００ｋＨｚ以上）なるので、効率が低下するとともにスイッチ素子の制御が困難になる。

[0087] 一方、実施例１に係るＬＥＤ照明調光回路１００では、既述のように、調光率の大きさに合わせて、制御モードを変更している。

[0088] これにより、図３に示すように、調光率が０％近傍で、スイッチング周波数が低くなり（２０ｋＨｚ程度）、調光率が１００％に近づくと、スイッチング周波数が低くなる（６０ｋＨｚ程度）。図３の例では、スイッチング周波数の最大値でも、１５０ｋＨｚ程度である。

[0089] すなわち、実施例１のＬＥＤ照明調光回路１００では、スイッチ素子のエネルギーが高くなる調光率が１００％近傍で、スイッチング周波数が可聴周波数（例えば、６０ｋＨｚ）より高くできる。

[0090] このように、実施例１のＬＥＤ照明調光回路１００では、最大の調光率でスイッチング周波数が可聴周波数（例えば、２０ｋＨｚ）より高くなるように設定されている。

[0091] 以上のように、本発明に係るＬＥＤ照明調光回路では、調光時にスイッチング周波数が高くなりすぎないようにスイッチ素子のオフ幅を変調させ、限られた周波数範囲で最大の調光範囲を可能にする。

[0092] 調光は、５つのモードで行う。すなわち、最大電流でＬＥＤ素子を発光させる最大電流モードと、ピーク電流を下げて調光を行う周波数変調モードと、オフ幅を固定してオン幅のみ狭めるオフ幅固定モードと、オフ幅を伸ばして、オン幅を狭めるオフ幅変調モードと、最小電流でＬＥＤ素子を発光させる最小電流モードと、の５つのモードを連続して実行する。

[0093] このように、スイッチ素子のオン幅を狭めながら同時にスイッチ素子のオフ幅を広げると、周波数変動範囲を狭くすることができる。

[0094] そして、調光率が低い時（暗い時）にスイッチング周波数を下げる制御であるため可聴周波数に近くなる時は、電流（エネルギー）は最小となっている。

[0095] したがって、ＬＥＤ照明調光回路のスイッチ素子のスイッチングに起因する音はユーザに聞こえにくくなる。

[0096] 一方、従来技術では、電流（エネルギー）が最大の時に可聴周波数に近くなるため、ＬＥＤ照明調光回路のスイッチ素子のスイッチングに起因する音はユーザに聞こえやすい。

[0097] 以上のように、本発明に係るＬＥＤ照明調光回路は、狭い周波数変動範囲で広い調光範囲を実現できる。

[0098] 特に、効率が良く、ノイズが少ない電流臨界モードの利点を生かしつつ、周波数変動を小さくすることができる。

[0099] なお、実施例は例示であり、発明の範囲はそれらに限定されない。

[0100] また、実施例では、スイッチ素子としてＭＯＳトランジスタを選択した場合について説明したが、バイポーラトランジスタや他のスイッチ素子を選択するようにしてもよい。

符号の説明

[0101] １　調光器

２　電源

４　ＬＥＤ素子

５　マイコン

６　定電流回路

１００、１００Ａ　ＬＥＤ照明調光回路

Ｂ　バッテリ

Ａ　ＬＥＤ素子

ＴＢ　電源端子

ＴＥ　接地端子

ＴＯＵＴ１　第１の出力端子

ＴＯＵＴ２　第２の出力端子

Ｃ　コンデンサ

Ｌ　コイル

Ｒ、Ｒ１　抵抗

ＳＷ　スイッチ素子

ＣＯＮ　制御回路

Ｑ１　バイポーラトランジスタ

請求の範囲

［請求項1］ ＬＥＤ素子の調光を制御するＬＥＤ照明調光回路であって、

電源電圧が供給される電源端子と、

接地に接続される接地端子と、

前記電源端子に接続され、且つ前記ＬＥＤ素子のアノード側が接続される第１の出力端子と、

前記ＬＥＤ素子のカソード側が接続される第２の出力端子と、

前記第１の出力端子に一端が接続され、前記第２の出力端子に他端が接続されたコンデンサと、

前記コンデンサの他端に一端が接続されたコイルと、

前記コイルの他端に一端が接続されたスイッチ素子と、

前記スイッチ素子の他端に一端が接続され、前記接地端子に他端が接続された抵抗と、

前記電源端子にカソードが接続され、前記コイルの他端にアノードが接続されたダイオードと、

前記ＬＥＤ素子の調光率を示す調光信号に応じて、スイッチ制御信号により前記スイッチ素子の動作を制御する制御回路と、を備え、

前記制御回路は、

前記調光信号が第１の調光率を示す第１のモードにおいて、前記スイッチ素子をオンするオン期間と前記スイッチ素子をオフするオフ期間からなるスイッチング周期を固定し、

前記調光信号が前記第１の調光率から前記第１の調光率よりも低い第２の調光率までの第１の調光区間の調光率を示す第２のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が低下する場合、前記スイッチング周期を、前記オン期間と前記オフ期間の比率を維持したまま、小さくし、

前記調光信号が前記第２の調光率から前記第２の調光率よりも低い第３の調光率までの第２の調光区間の調光率を示す第３のモードにお

いて、前記調光信号が示す調光率が低下する場合、前記オフ期間を固定したまま、前記オン期間を短くする

ことを特徴とするＬＥＤ照明調光回路。

［請求項2］ 前記制御回路は、

前記第２のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が上昇する場合、前記スイッチング周期を、前記オン期間と前記オフ期間の比率を維持したまま、大きくする

ことを特徴とする請求項１に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項3］ 前記制御回路は、

前記第３のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が上昇する場合、前記オフ期間を固定したまま、前記オン期間を長くする

ことを特徴とする請求項１に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項4］ 前記制御回路は、

前記調光信号が前記第３の調光率から前記第３の調光率よりも低い第４の調光率までの第３の調光区間の調光率を示す第４のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が低下する場合、前記オン期間を短くしつつ、前記オフ期間を長くする

ことを特徴とする請求項１に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項5］ 前記制御回路は、

前記第４のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が上昇する場合、前記オン期間を長くしつつ、前記オフ期間を短くする

ことを特徴とする請求項４に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項6］ 前記制御回路は、

前記調光信号が前記第４の調光率の調光率を示す第５のモードにおいて、前記オン期間を固定し、且つ前記オフ期間を前記第４のモードにおけるオフ期間よりも長い期間に固定する

ことを特徴とする請求項４に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項7］ 前記制御回路は、前記第１のモードから前記第２のモードに移行す

る場合、前記スイッチング周期を、前記オン期間と前記オフ期間の比率を維持したまま、小さくし、前記第２のモードから前記第３のモードに移行する場合、前記オフ期間を固定したまま、前記オン期間を短くする

ことを特徴とする請求項１に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項8］ 前記制御回路は、

前記第２のモードから前記第１のモードに移行する場合、前記スイッチング周期を、前記オン期間と前記オフ期間の比率を維持したまま、大きくする

ことを特徴とする請求項２に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項9］ 前記制御回路は、

前記第３のモードから前記第２のモードに移行する場合、前記オフ期間を固定したまま、前記オン期間を長くする

ことを特徴とする請求項３に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項10］ 前記制御回路は、

前記第３のモードから前記第４のモードに移行する場合、前記オン期間を短くしつつ、前記オフ期間を長くする

ことを特徴とする請求項４に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項11］ 前記制御回路は、前記第４のモードから前記第３のモードに移行する場合、前記オン期間を長くしつつ、前記オフ期間を短くする

ことを特徴とする請求項５に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項12］ 前記制御回路は、

前記第４のモードから前記第５のモードに移行する場合、前記オン期間を維持したまま、前記オフ期間を前記第４のモードにおけるオフ期間よりも長い期間にし、

前記第５のモードから前記第４のモードに移行する場合、前記オン期間を維持したまま、前記オフ期間を前記第５のモードにおけるオフ期間よりも短い期間にする

ことを特徴とする請求項６に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項13］ 前記第１のモードにおける前記第１の調光率に対応する前記スイッチング周期の逆数であるスイッチング周波数は、可聴周波数より高いことを特徴とする請求項１に記載のＬＥＤ照明調光回路。

［請求項14］ ＬＥＤ素子の調光を制御するＬＥＤ照明調光回路であって、電源電圧が供給される電源端子と、接地に接続される接地端子と、前記電源端子に接続され、且つ前記ＬＥＤ素子のアノード側が接続される第１の出力端子と、前記ＬＥＤ素子のカソード側が接続される第２の出力端子と、前記第１の出力端子に一端が接続され、前記第２の出力端子に他端が接続されたコンデンサと、前記コンデンサの他端に一端が接続されたコイルと、前記コイルの他端に一端が接続されたスイッチ素子と、前記スイッチ素子の他端に一端が接続され、前記接地端子に他端が接続された抵抗と、前記電源端子にカソードが接続され、前記コイルの他端にアノードが接続されたダイオードと、前記ＬＥＤ素子の調光率を示す調光信号に応じて、スイッチ制御信号により前記スイッチ素子の動作を制御する制御回路と、を備えるＬＥＤ照明調光回路によるＬＥＤ照明調光方法であって、

前記調光信号が第１の調光率を示す第１のモードにおいて、前記スイッチ素子をオンするオン期間と前記スイッチ素子をオフするオフ期間からなるスイッチング周期を固定し、

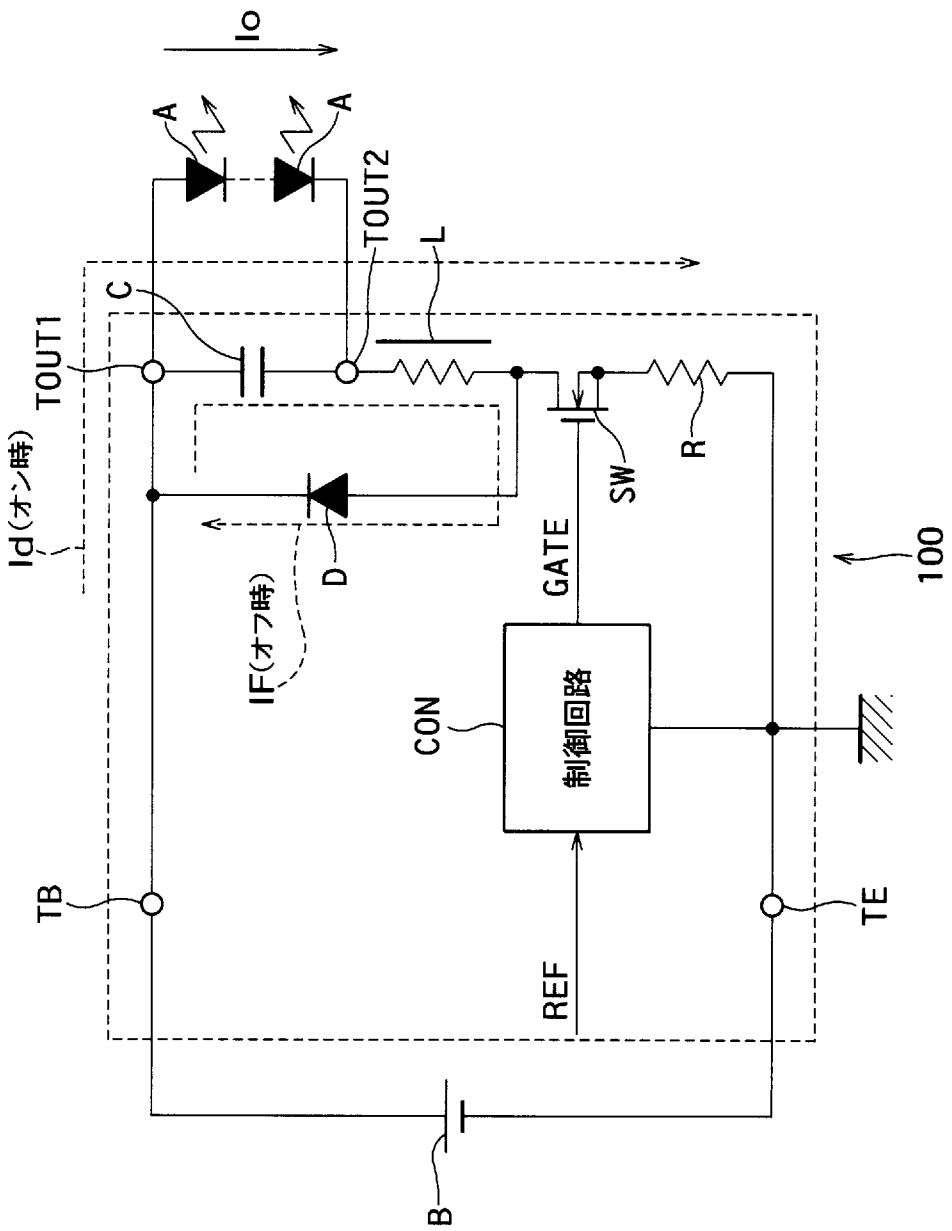
前記調光信号が前記第１の調光率から前記第１の調光率よりも低い第２の調光率までの第１の調光区間の調光率を示す第２のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が低下する場合、前記スイッチング周期を、前記オン期間と前記オフ期間の比率を維持したまま、小さくし、

前記調光信号が前記第２の調光率から前記第２の調光率よりも低い第３の調光率までの第２の調光区間の調光率を示す第３のモードにおいて、前記調光信号が示す調光率が低下する場合、前記オフ期間を固

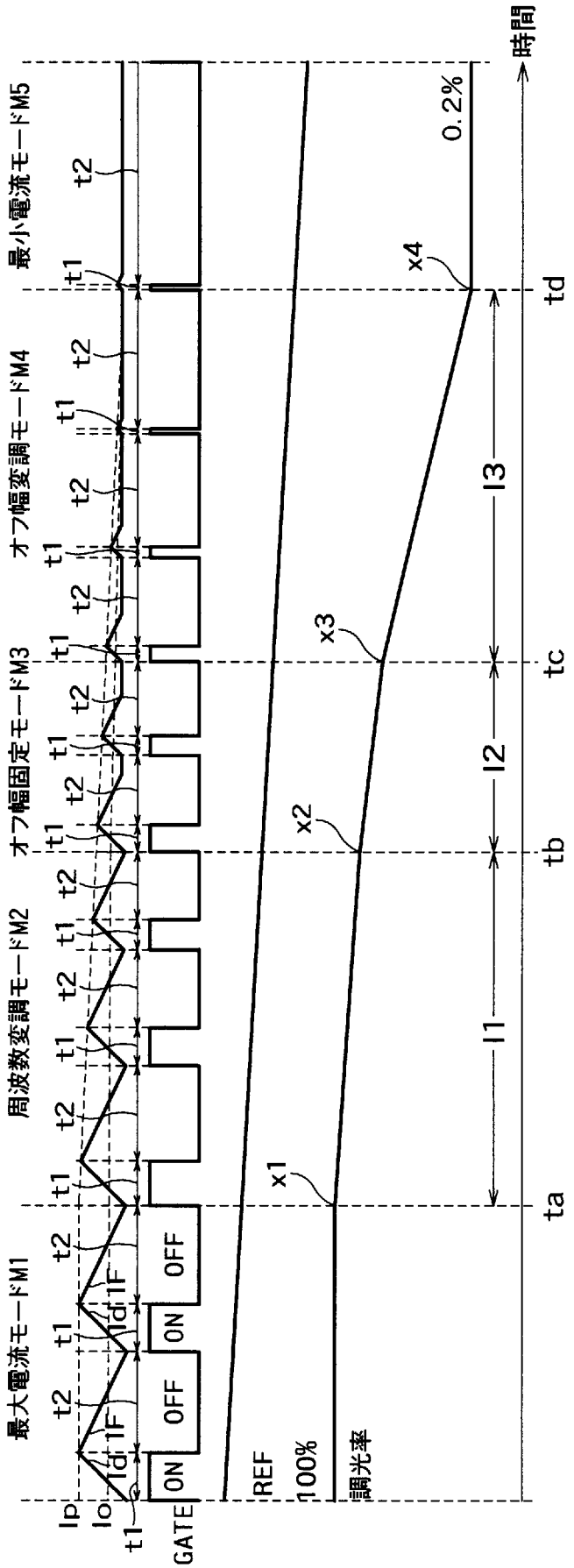
定したまま、前記オン期間を短くする

ことを特徴とするＬＥＤ照明調光方法。

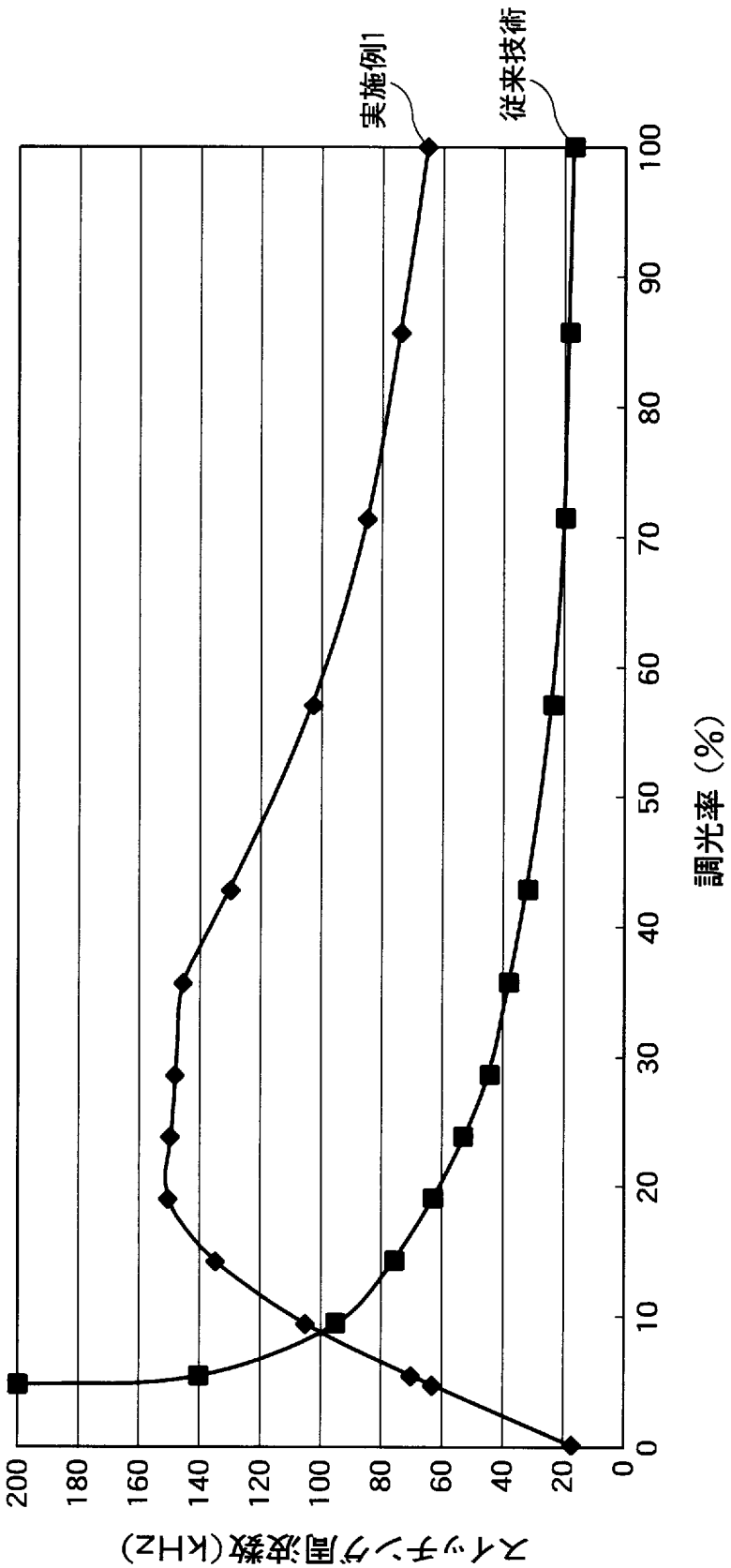
[図1]


Io
A
A
TOUT2
L
C
TOUT1
Id(オン時)
R
SW
D
IF(オフ時)
GATE
100
CON
制御回路
TB
TE
REF
B

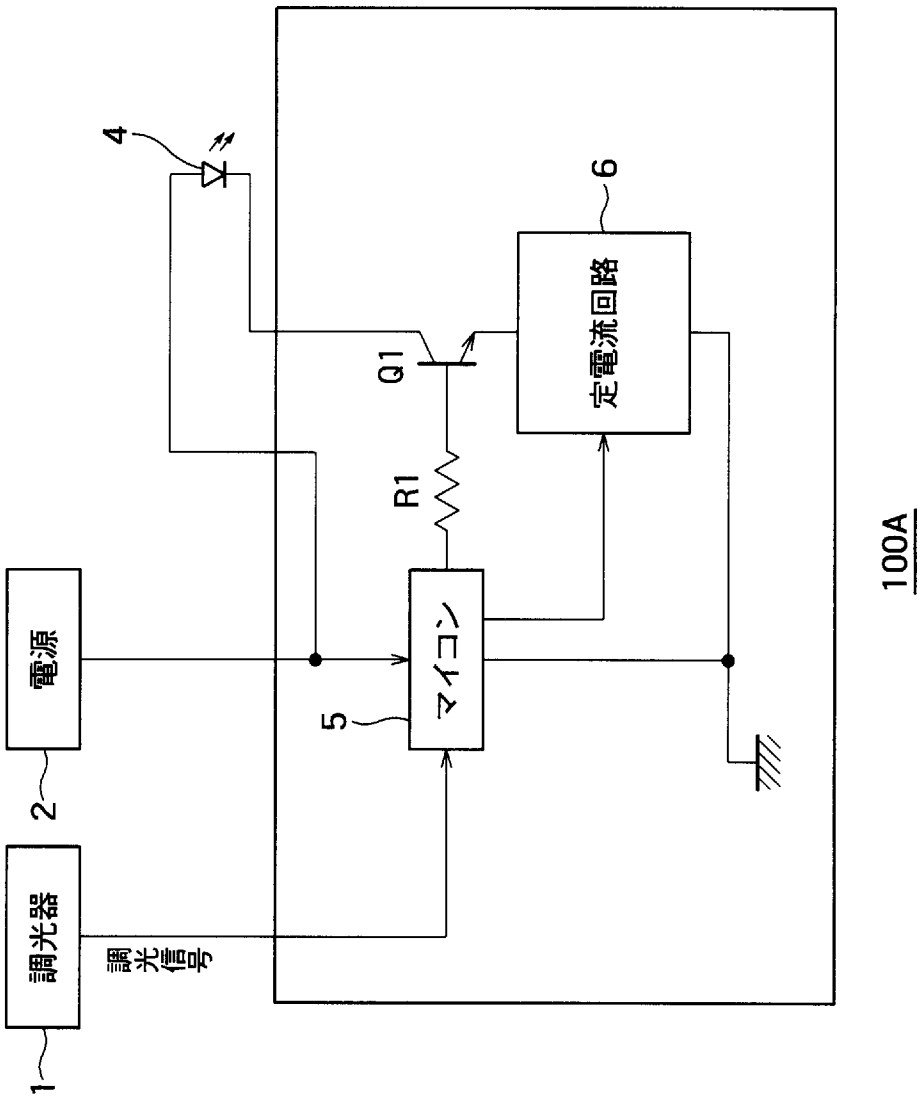
[図2]


最大電流モードM1
周波数変調モードM2
オフ幅固定モードM3
オフ幅変調モードM4
最小電流モードM5
時間
Ip
Io
t1
GATE
ON
OFF
di 1F
t2
REF
100%
調光率
x1
x2
x3
x4
0.2%
ta
tb
tc
td
I1
I2
I3

[図3]


実施例1
従来技術
スイッチング周波数(kHz)
調光率（%）
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100

[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/076783

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L33/00(2010.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L33/00-33/64, H05B37/00-39/10, 41/30-43/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-281349 A (Yokogawa Electric Corp.), 07 October 2004 (07.10.2004), entire text; all drawings (particularly, claim 1; paragraphs [0019], [0023]) (Family: none)	1-14
Y	JP 2011-048986 A (Mitsubishi Electric Corp.), 10 March 2011 (10.03.2011), entire text; all drawings (particularly, paragraphs [0027], [0028]) (Family: none)	1-14
Y	JP 2004-233569 A (New Japan Radio Co., Ltd.), 19 August 2004 (19.08.2004), entire text; all drawings (particularly, paragraph [0030]) (Family: none)	1-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 November, 2012 (01.11.12)	13 November, 2012 (13.11.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/076783

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-142137 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 02 June 2005 (02.06.2005), entire text; all drawings (particularly, claim 2; paragraphs [0037] to [0040]) (Family: none)	1-14
Y	JP 2011-211132 A (Minebea Co., Ltd.), 20 October 2011 (20.10.2011), entire text; all drawings (particularly, fig. 1) (Family: none)	1-14
Y	JP 2006-114324 A (Sony Corp.), 27 April 2006 (27.04.2006), entire text; all drawings (particularly, claim 1) (Family: none)	13

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０７６７８３

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L33/00(2010.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L33/00-33/64,　H05B37/00-39/10, 41/30-43/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2004-281349 A (横河電機株式会社) 2004.10.07, 全文、全図（特に、請求項1、[0019],[0023]）（ファミリーなし）	1-14
Y	JP 2011-048986 A (三菱電機株式会社) 2011.03.10, 全文、全図（特に、[0027],[0028]）（ファミリーなし）	1-14
Y	JP 2004-233569 A (新日本無線株式会社) 2004.08.19, 全文、全図（特に、[0030]）（ファミリーなし）	1-14

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０１．１１．２０１２	１３．１１．２０１２

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｋ　３１５４
佐藤　秀樹
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2005-142137 A (松下電工株式会社) 2005.06.02, 全文、全図（特に、請求項2、[0037]-[0040]）（ファミリーなし）	1-14
Y	JP 2011-211132 A (ミネベア株式会社) 2011.10.20, 全文、全図（特に、図1）（ファミリーなし）	1-14
Y	JP 2006-114324 A (ソニー株式会社) 2006.04.27, 全文、全図（特に、請求項1）（ファミリーなし）	13