

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5430716号
(P5430716)

(45) 発行日 平成26年3月5日(2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月13日(2013.12.13)

(51) Int.Cl. F I
H05B 37/02 (2006.01) H05B 37/02 J

請求項の数 7 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2012-149209 (P2012-149209)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成24年7月3日(2012.7.3)	(73) 特許権者	390014546 三菱電機照明株式会社 神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号
(62) 分割の表示	特願2010-245904 (P2010-245904) の分割	(74) 代理人	100099461 弁理士 溝井 章司
原出願日	平成22年11月2日(2010.11.2)	(74) 代理人	100176728 弁理士 北村 慎吾
(65) 公開番号	特開2012-186183 (P2012-186183A)	(72) 発明者	福田 秀樹 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(43) 公開日	平成24年9月27日(2012.9.27)		
審査請求日	平成24年7月3日(2012.7.3)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第一LEDと、

前記第一LEDに直列に接続され、前記第一LEDが発する光の色温度と異なる色温度の光を発する第二LEDと、

前記第一LEDに並列に接続される第一平滑コンデンサと、前記第一平滑コンデンサに直列に接続され、前記第二LEDに並列に接続される第二平滑コンデンサとを有し、前記第一平滑コンデンサから前記第一LEDに電流を供給するとともに、前記第二平滑コンデンサから前記第二LEDに電流を供給する共通の直流電源回路と、

前記第一LEDに並列に接続され、前記直流電源回路から前記第一LEDに供給される電流を調整する第一スイッチング素子と、

前記第二LEDに並列に接続され、前記直流電源回路から前記第二LEDに供給される電流を調整する第二スイッチング素子と、

外部からの調色指令を受け、前記第一LEDが発する光と前記第二LEDが発する光との合成光の色温度が前記調色指令に応じた色温度となり、かつ、前記第一LEDが発する光の第一光束と前記第二LEDが発する光の第二光束との合計が一定となるように、前記第一スイッチング素子と前記第二スイッチング素子とを制御して前記第一光束と前記第二光束とを変化させる制御回路と

を備えることを特徴とする照明装置。

【請求項2】

10

20

前記制御回路は、前記合成光の色温度が前記調色指令に応じた色温度となり、かつ、前記第一光束と前記第二光束との所定の周期ごとの合計が一定となるように、前記第一スイッチング素子と前記第二スイッチング素子とを前記所定の周期ごとに制御することを特徴とする請求項 1 の照明装置。

【請求項 3】

前記第一スイッチング素子は、オン時に導通状態となって前記直流電源回路から前記第一 LED に供給される電流を短絡させ、オフ時に非導通状態となり、

前記第二スイッチング素子は、オン時に導通状態となって前記直流電源回路から前記第二 LED に供給される電流を短絡させ、オフ時に非導通状態となり、

前記制御回路は、前記合成光の色温度が前記調色指令に応じた色温度となり、かつ、前記第一光束と前記第二光束との前記所定の周期ごとの合計が一定となるように、前記第一スイッチング素子と前記第二スイッチング素子とを前記所定の周期ごとにオンオフ制御することを特徴とする請求項 2 の照明装置。

10

【請求項 4】

前記第一 LED は、白色系 LED であり、

前記第二 LED は、前記第一 LED が発する光の色温度と異なる色温度の光を発する白色系 LED であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかの照明装置。

【請求項 5】

前記照明装置は、さらに、

前記第一 LED が 2 つ以上直列に接続されて構成された発光モジュールと、

前記発光モジュールを構成する前記第一 LED の一部に並列に接続される他のスイッチング素子と

20

を備え、

前記第一スイッチング素子は、前記発光モジュール全体に並列に接続され、

前記制御回路は、前記第一スイッチング素子をオンにする場合、前記他のスイッチング素子を、前記第一スイッチング素子より先にオンにすることを特徴とする請求項 3 の照明装置。

【請求項 6】

前記発光モジュールは、前記第一 LED が 3 つ以上直列に接続されて構成され、

前記照明装置は、前記他のスイッチング素子として、並列に接続される前記第一 LED の数が互いに異なる複数の他のスイッチング素子を備え、

30

前記制御回路は、前記第一スイッチング素子をオンにする場合、前記複数の他のスイッチング素子を、前記第一スイッチング素子より先に、かつ、並列に接続される前記第一 LED の数の少ない順番にオンにすることを特徴とする請求項 5 の照明装置。

【請求項 7】

前記第一スイッチング素子と前記第二スイッチング素子とのうち少なくともいずれかは、ワイドバンドギャップ半導体によって形成されていることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかの照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、光源点灯装置及び照明装置に関するものである。本発明は、例えば、LED (発光ダイオード) 又は有機 EL (エレクトロルミネセンス) を点灯させる光源点灯装置及び照明装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、色温度の異なる複数の LED 群を 1 つの照明器具に搭載し、それぞれの LED 群に個別に接続された定電流回路を 1 つずつ制御して LED 群ごとに明るさを変更することで、色温度を可変にした照明装置が提案されている (例えば、特許文献 1 参照)。

【0003】

50

また、色温度の異なるLEDモジュールを定電流回路に並列に接続し、それぞれのモジュールに流れる電流を制御するスイッチング素子を選択的に動作させることで、色温度を可変にした照明装置が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-302008号公報

【特許文献2】特開2009-9817号公報

【特許文献3】特開2004-233714号公報

【特許文献4】特開2010-198761号公報

10

【特許文献5】特開2007-265805号公報

【特許文献6】特開2007-149464号公報

【特許文献7】特開2010-244771号公報

【特許文献8】特開2010-205440号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1の照明装置では、それぞれのLED群に個別に定電流回路が接続されているので高価であり、また、LEDの電流が大きくなるとその定電流回路の損失が大きくなるという課題がある。

20

【0006】

また、特許文献2の照明装置では、それぞれのモジュールに流れる電流を制御するスイッチング素子を選択的に動作させるので、LEDの利用率が半分になるという課題がある。

【0007】

本発明は、例えば、光源の利用率を高めるとともに、高効率な光源点灯装置を低コストで得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一の態様に係る光源点灯装置は、
少なくとも1つの光源から構成された発光モジュールが直列に複数接続される定電流電源回路と、

30

前記定電流電源回路に接続される発光モジュールのいずれかに並列に接続されるスイッチング素子と、

前記スイッチング素子のオン/オフを制御する制御部とを備え、

前記定電流電源回路には、前記発光モジュールとして、それぞれ3つ以上の光源から構成された発光モジュールが直列に複数接続され、

前記光源点灯装置は、さらに、前記スイッチング素子に並列に接続される発光モジュールを構成する光源の一部に並列に接続される他のスイッチング素子を備え、

前記制御部は、前記スイッチング素子をオンにする場合、前記他のスイッチング素子を、前記スイッチング素子より先に、かつ、並列に接続される光源の数の少ない順番にオンにする。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明の一の態様によれば、発光モジュールごとに定電流電源回路を個別に備える必要がなく、全ての光源を同時に点灯させることも可能であるため、光源の利用率が高く、高効率な光源点灯装置を低コストで得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実施の形態1に係る照明装置の構成を示す回路図。

50

【図 2】実施の形態 1 の第 1 変形例に係る照明装置の構成を示す回路図。

【図 3】実施の形態 1 の第 2 変形例に係る照明装置の構成を示す回路図。

【図 4】実施の形態 1 に係る照明装置の構成例を示す断面図。

【図 5】実施の形態 2 に係る照明装置の構成を示す回路図。

【図 6】実施の形態 3 に係る照明装置の構成を示す回路図。

【図 7】実施の形態 4 に係る照明装置の構成を示す回路図。

【図 8】実施の形態 4 の変形例に係る照明装置の構成を示す回路図。

【図 9】実施の形態 5 に係る照明装置の構成を示す回路図。

【図 10】実施の形態 5 の変形例に係る照明装置の構成を示す回路図。

【図 11】実施の形態 6 に係る照明装置の一部の構成を示す回路図。

10

【図 12】実施の形態 7 に係る照明装置のスイッチング素子の駆動波形の例を示すタイミングチャート。

【図 13】実施の形態 8 に係る照明装置のスイッチング素子の駆動波形の例を示すタイミングチャート。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態について、図を用いて説明する。

【0012】

実施の形態 1 .

図 1 は、本実施の形態に係る照明装置 10 の構成を示す回路図である。

20

【0013】

図 1 において、照明装置 10 は、光源点灯装置 27 と 2 つの発光モジュール 21 a , 21 b (発光部の一例) とを備える。

【0014】

光源点灯装置 27 は、商用交流電源 11 から電力の供給を受け、直列に接続された LED 20 a , 20 b からなる異なる色温度の発光モジュール 21 a , 21 b を、特定の色温度と明るさで点灯させる。特定の色温度と明るさは、照明装置 10 を操作する操作器 (図示していないが、例えば、調光スイッチやリモコン) により指定される。

【0015】

なお、LED 20 a , 20 b は光源の一例であり、LED 20 a , 20 b の代わりに又は LED 20 a , 20 b とともに他の光源を用いても構わない。例えば、光源として有機 EL を用いても構わない。即ち、発光モジュール 21 a , 21 b を構成する光源としては、LED と有機 EL との少なくともいずれかを用いることができる。

30

【0016】

光源点灯装置 27 は、直流電源回路 12、定電流電源回路 13、調色回路 22、制御回路 26 (制御部の一例) を備え、光源点灯装置 27 の出力端には、直列に接続された 2 つの発光モジュール 21 a , 21 b が取り付けられる。

【0017】

発光モジュール 21 a , 21 b は、それぞれ色温度が異なっており、少なくとも 1 つの LED 20 a , 20 b から構成され、後述する定電流電源回路 13 からの定電流により当該少なくとも 1 つの LED 20 a , 20 b を点灯させて光を発する。

40

【0018】

直流電源回路 12 は、例えば整流回路と昇圧型 PFC (Power · Factor · Correction) 回路とを備え、商用交流電源 11 から供給される交流電圧から直流電圧を得る。

【0019】

定電流電源回路 13 は、スイッチング素子 14 (例えば、FET (Field · Effect · Transistor))、インダクタ 15、還流ダイオード 16、平滑コンデンサ 17、電流検出抵抗 18 (検出部の一例)、駆動回路 19 を備える。直流電源回路 12 の高電位側にはスイッチング素子 14 を介して順極性に還流ダイオード 16 が並列に接

50

続されるとともに、インダクタ 15 を介して平滑コンデンサ 17 が並列に接続される。さらに直流電源回路 12 の低電位側には LED 20a, 20b に流れる電流を検出する手段として、電流検出抵抗 18 が設けられている。駆動回路 19 は電流検出抵抗 18 で検出された LED 電流に応じて制御回路 26 から出力されるスイッチング信号に従って、スイッチング素子 14 をオン/オフ制御することで、直流電源回路 12 から出力される直流電圧を特定の大きさを持つ直流電圧に降圧させるとともに平滑化し、降圧及び平滑化した直流電圧を LED 20a, 20b に供給する。

【0020】

調色回路 22 は、発光モジュール 21a と並列に接続されたスイッチング素子 23a (例えば、FET) と、発光モジュール 21b と並列に接続されたスイッチング素子 23b (例えば、FET) と、駆動回路 25 とを備える。駆動回路 25 は、スイッチング素子 23a 及びスイッチング素子 23b を、制御回路 26 から出力されるスイッチング信号に従ってオン/オフ制御する。

10

【0021】

制御回路 26 は、電流検出抵抗 18 により検出される LED 電流が、照明装置 10 を操作する操作器により指定された明るさに対応した電流値となるように、定電流電源回路 13 のスイッチング素子 14 をオン/オフ制御するためのスイッチング信号を出力する。即ち、制御回路 26 は、駆動回路 19 を介してスイッチング素子 14 のオン/オフを制御することで定電流電源回路 13 に供給させる定電流の大きさを調節する。また、制御回路 26 は、発光モジュール 21a, 21b 全体から発せられる光の色温度が、照明装置 10 を操作する操作器により指定された色温度となるように、調色回路 22 のスイッチング素子 23a 及びスイッチング素子 23b をオン/オフ制御するためのスイッチング信号を出力する。具体的には、制御回路 26 は、指定された色温度に対応したデューティ比の PWM (パルス幅変調) 信号をスイッチング信号として出力する。即ち、制御回路 26 は、駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23a 及びスイッチング素子 23b のオン/オフを制御することで発光モジュール 21a, 21b 全体の発光色を調節する。なお、制御回路 26 は、マイコン (マイクロコンピュータ)、DSP (Digital Signal Processor) 等の演算装置で構成される。

20

【0022】

以下、色温度を調節する際の光源点灯装置 27 の動作について説明する。

30

【0023】

調色回路 22 のスイッチング素子 23a 及びスイッチング素子 23b は、それぞれオンで導通状態になり、オフで遮断状態となるため、スイッチング素子 23a がオンになると発光モジュール 21a が短絡され、スイッチング素子 23b がオンになると発光モジュール 21b が短絡される。

【0024】

例えば発光モジュール 21a が 3000K (ケルビン) の発光色、発光モジュール 21b が 5000K の発光色とすれば、スイッチング素子 23a 及びスイッチング素子 23b がそれぞれオフの期間は、発光モジュール 21a と発光モジュール 21b がいずれも発光するため、合成発光色は 4000K となる。一方、スイッチング素子 23a のみがオンの期間は、発光モジュール 21b のみ発光するため、合成発光色は 5000K となる。逆に、スイッチング素子 23b のみがオンの期間は、発光モジュール 21a のみ発光するため、合成発光色は 3000K となる。したがって、制御回路 26 は、駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23a 及びスイッチング素子 23b を所定の周期でオン/オフ制御することで、3000K から 5000K の間の光色を自由に作り出すことができる。なお、スイッチング素子 23a 及びスイッチング素子 23b をオン/オフする周期は、人間の目がちらつきとして認識できない周波数以上 (一般には 200Hz (ヘルツ) 以上) であることが望ましい。

40

【0025】

以上のように、本実施の形態では、発光部ごとに定電流電源回路 13 を個別に備える必

50

要がなく、全ての光源を同時に点灯させることも可能であるため、光源の利用率が高く、高効率な色温度可変の光源点灯装置 27 を低コストで得ることができる。

【0026】

なお、発光モジュール 21 a, 21 b の色温度は、それぞれ 3000 K、5000 K 以外でもよい。また、LED 20 a (あるいは LED 20 b) は、全てが同じ光色である必要はなく、合成の光色が発光モジュール 21 a (あるいは発光モジュール 21 b) に対して予め定められた色温度であればよい。また、発光モジュール 21 a, 21 b は、それぞれ異なる数の LED 20 a, 20 b で構成されてもよい。

【0027】

また、本実施の形態では、発光モジュール 21 a, 21 b として、互いに色温度の異なる光を発するものが用いられているが、色温度の同じ光を発するものが用いられても構わない。この場合、光源の利用率が高く、高効率な色温度固定の光源点灯装置 27 を低コストで得ることができる。

10

【0028】

さらに、本実施の形態では、照明装置 10 に 2 つの発光モジュール 21 a, 21 b が搭載されているが、3 つ以上の発光モジュールが搭載されてもよい。即ち、本実施の形態では、2 つの発光モジュール 21 a, 21 b が光源点灯装置 27 の定電流電源回路 13 に直列に接続されているが、下記の第 1 変形例のように、3 つ以上の発光モジュールが定電流電源回路 13 に直列に接続されていても構わない。

【0029】

図 2 は、本実施の形態の第 1 変形例に係る照明装置 10 の構成を示す回路図である。

20

【0030】

図 2 において、光源点灯装置 27 の定電流電源回路 13 には、3 つの発光モジュール 21 a, 21 b, 21 c が直列に接続されている。これに伴い、光源点灯装置 27 の調色回路 22 は、発光モジュール 21 a, 21 b に対応するスイッチング素子 23 a, 23 b に加え、発光モジュール 21 c に対応するスイッチング素子 23 c を備える。スイッチング素子 23 a, 23 b と同様に、スイッチング素子 23 c は、対応する発光モジュール 21 c に並列に接続される。また、スイッチング素子 23 c は、駆動回路 25 により、制御回路 26 から出力されるスイッチング信号に従ってオン/オフ制御される。スイッチング素子 23 c がオンになると発光モジュール 21 c が短絡される。例えば発光モジュール 21 a が 3000 K の発光色、発光モジュール 21 b が 5000 K の発光色、発光モジュール 21 c が赤色とすれば、制御回路 26 は、駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 a, 23 b, 23 c を所定の周期でオン/オフ制御することで、3000 K から 5000 K の間の光色を自由に作り出すことができるとともに、演色性等を調節することができる。

30

【0031】

また、本実施の形態では、2 つの発光モジュール 21 a, 21 b のそれぞれに 1 つずつスイッチング素子 23 a, 23 b が並列に接続されているが、一部の発光モジュールのみにスイッチング素子が並列に接続されてもよい。発光モジュールが 3 つ以上ある場合についても同様である。即ち、本実施の形態では、光源点灯装置 27 の調色回路 22 が定電流電源回路 13 に接続される発光モジュールごとに、対応する発光モジュール 21 a, 21 b に並列に接続されるスイッチング素子 23 a, 23 b を備えているが、下記の第 2 変形例のように、発光モジュールによっては並列に接続されるスイッチング素子が備えられていなくても構わない。光源点灯装置 27 は、定電流電源回路 13 に接続される発光モジュール 21 a, 21 b のいずれかに並列に接続されるスイッチング素子を備えていればよく、この場合も、光源の利用率が高く、高効率な色温度可変の光源点灯装置 27 を低コストで得ることができる。

40

【0032】

図 3 は、本実施の形態の第 2 変形例に係る照明装置 10 の構成を示す回路図である。

【0033】

図 3 において、光源点灯装置 27 の調色回路 22 は、発光モジュール 21 b に対応する

50

スイッチング素子 23b のみを備える。即ち、発光モジュール 21a と並列に接続されたスイッチング素子が備えられていない。例えば発光モジュール 21a が 3000 K の発光色、発光モジュール 21b が 5000 K の発光色とすれば、スイッチング素子 23b がオフの期間は、発光モジュール 21a と発光モジュール 21b がいずれも発光するため、合成発光色は 4000 K となる。一方、スイッチング素子 23b がオンの期間は、発光モジュール 21a のみ発光するため、合成発光色は 3000 K となる。したがって、制御回路 26 は、駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23b を所定の周期でオン/オフ制御することで、3000 K から 4000 K の間の光色を自由に作り出すことができる。

【0034】

本実施の形態において、スイッチング素子は、珪素によって形成されたものでもよいし、珪素に比べてバンドギャップが大きいワイドバンドギャップ半導体によって形成されたものでもよい。ワイドバンドギャップ半導体としては、例えば、炭化珪素、窒化ガリウム系材料又はダイヤモンドがある。

【0035】

このようなワイドバンドギャップ半導体によって形成されたスイッチング素子は、耐電圧性が高く、許容電流密度も高いため、スイッチング素子の小型化が可能であり、これら小型化されたスイッチング素子を用いることにより、これらの素子を組み込んだ光源点灯装置 27 の小型化が可能となる。また耐熱性も高いため、例えばヒートシンク（図示せず）の放熱フィン（図示せず）の小型化や、水冷部（図示せず）の空冷化が可能であるので、一層の小型化が可能になる。さらに電力損失が低いため、スイッチング素子の高効率化が可能であり、延いては光源点灯装置 27 の高効率化が可能になる。

【0036】

なお、全てのスイッチング素子がワイドバンドギャップ半導体によって形成されていることが望ましいが、いずれかの素子のみがワイドバンドギャップ半導体によって形成されていてもよく、この場合も、上記のような効果を得ることができる。

【0037】

本実施の形態において、照明装置 10 は、天井面等に取り付けて使用することができる。

【0038】

図 4 は、照明装置 10 の構成例を示す断面図である。

【0039】

図 4 の例において、照明装置 10 は、上側が天井面に取り付けられ、下側から発光して室内等を照らす。照明装置 10 は、照明器具 93（装置本体）の内部に光源点灯装置 27 を備える。光源点灯装置 27 は、電源線 91 及びコネクタ 92 を介して商用交流電源 11（図示せず）に接続される。また、LED 20 は、照明器具 93 の発光面に装着され、配線 94 により光源点灯装置 27 に接続される。LED 20 は、それぞれ LED 20a、20b であり、LED 20a と LED 20b が交互に並ぶように直線状に配置される。なお、LED 20 の配置はこれに限らず、例えば、LED 20a と LED 20b が千鳥格子状に配置されてもよいし、リング状に交互に並べられてもよいし、LED 20a と LED 20b が隣り合わないようランダムに並べられてもよい。このように、同じ色温度の LED 20 が 2 つ以上連続して並ばないようにすることで、発光色の混色性が向上する。また、LED 20 を実装する基板（図示せず）は、照明器具 93 の形状に合わせて、矩形状、円形状、馬蹄形状、あるいは、その他の形状をとることができる。

【0040】

上記のような構成により、本実施の形態においては、LED 20 を特定の色温度と明るさで点灯させる際に、色温度が異なる光源ごとに定電流電源回路 13 を個別に備える必要がなく、全ての光源を同時に点灯させることも可能であるため、光源の利用率高く、高効率な色温度可変の照明装置 10 を低コストで得ることができる。

【0041】

実施の形態 2 .

実施の形態 1 では、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a をオンする（オンにすること）ことで、発光モジュール 2 1 a に印加されていた電圧が、定電流電源回路 1 3 の平滑コンデンサ 1 7 より放電されるため、「平滑コンデンサ 1 7 スwitching素子 2 3 a 発光モジュール 2 1 b 平滑コンデンサ 1 7」の経路で突入電流が流れる。同様に、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 b をオンすることで、発光モジュール 2 1 b に印加されていた電圧が、定電流電源回路 1 3 の平滑コンデンサ 1 7 より放電されるため、「平滑コンデンサ 1 7 発光モジュール 2 1 a スwitching素子 2 3 b 平滑コンデンサ 1 7」の経路で突入電流が流れる。

【 0 0 4 2 】

LED 2 0 a , 2 0 b の数が多くなるに従って、発光モジュール 2 1 a , 2 1 b に印加される電圧が高くなり、スイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b をオンした際に発生する突入電流も大きくなる。このため、スイッチング素子 2 3 a (又はスイッチング素子 2 3 b) をオンした際に LED 2 0 b (又は LED 2 0 a) が瞬時的に明るく見えてしまう場合や、LED 2 0 b (又は LED 2 0 a) に定格を超える電流が流れる可能性がある。

10

【 0 0 4 3 】

本実施の形態では、スイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b をオンした際にも、LED 2 0 a , 2 0 b に突入電流が流れないようにする。

【 0 0 4 4 】

以下、本実施の形態について、主に実施の形態 1 との差異を説明する。説明を省略する事項については実施の形態 1 と同様である。

20

【 0 0 4 5 】

図 5 は、本実施の形態に係る照明装置 1 0 の構成を示す回路図である。

【 0 0 4 6 】

図 5 において、光源点灯装置 2 7 は、実施の形態 1 (図 1 参照) のように定電流電源回路 1 3 の出力端に平滑コンデンサ 1 7 が 1 つ備えられた構成とは異なり、発光モジュール 2 1 a と発光モジュール 2 1 b にそれぞれ並列に接続された平滑コンデンサ 1 7 a と平滑コンデンサ 1 7 b を定電流電源回路 1 3 の出力端に備えている。即ち、定電流電源回路 1 3 は、発光モジュールごとに、対応する発光モジュールに並列に接続されるコンデンサ (平滑コンデンサ 1 7 a , 1 7 b) を有する。

30

【 0 0 4 7 】

以下、色温度を調節する際の光源点灯装置 2 7 の動作について説明する。

【 0 0 4 8 】

制御回路 2 6 が調色回路 2 2 の駆動回路 2 5 を介してスイッチング素子 2 3 a をオンすることで、発光モジュール 2 1 a に印加されていた電圧が、定電流電源回路 1 3 の平滑コンデンサ 1 7 a より放電されるため、「平滑コンデンサ 1 7 a スwitching素子 2 3 a 平滑コンデンサ 1 7 a」の経路で突入電流が流れる。同様に、制御回路 2 6 が駆動回路 2 5 を介してスイッチング素子 2 3 b をオンすることで、発光モジュール 2 1 b に印加されていた電圧が、定電流電源回路 1 3 の平滑コンデンサ 1 7 b より放電されるため、「平滑コンデンサ 1 7 b スwitching素子 2 3 b 平滑コンデンサ 1 7 b」の経路で突入電流が流れる。このため、スイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b をオンした際にも、LED 2 0 a , 2 0 b に突入電流が流れない。

40

【 0 0 4 9 】

以上のように、本実施の形態では、実施の形態 1 と比べて、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b をオンした際に、発光モジュール 2 1 a , 2 1 b の LED 2 0 a , 2 0 b に流れる突入電流を回避した光源点灯装置 2 7 を得ることができる。

【 0 0 5 0 】

なお、本実施の形態において、実施の形態 1 の第 1 変形例 (図 2 参照) と同様に、光源点灯装置 2 7 の定電流電源回路 1 3 に 3 つの発光モジュール 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c が直

50

列に接続されている場合、定電流電源回路 1 3 は、発光モジュール 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c のそれぞれに並列に接続された平滑コンデンサを 1 つずつ、合計 3 つの平滑コンデンサを備えることになる。発光モジュールが 4 つ以上ある場合も同様の平滑コンデンサが設けられる。

【 0 0 5 1 】

また、本実施の形態において、実施の形態 1 の第 2 変形例（図 3 参照）と同様に、光源点灯装置 2 7 の調色回路 2 2 が発光モジュール 2 1 b に対応するスイッチング素子 2 3 b のみを備えている場合、定電流電源回路 1 3 は、発光モジュール 2 1 b に対応する平滑コンデンサ 1 7 b（スイッチング素子 2 3 b が並列に接続された発光モジュール 2 1 b と並列に接続された平滑コンデンサ 1 7 b）のみを備えることになる。発光モジュールが 3 つ以上あり、そのうちの一部の発光モジュールのみにスイッチング素子が並列に接続されている場合も同様の平滑コンデンサが設けられる。

10

【 0 0 5 2 】

実施の形態 3 .

実施の形態 2 では、LED 2 0 a , 2 0 b に流れる突入電流を回避させている。しかし、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b には突入電流が流れる。このため、発光モジュール 2 1 a , 2 1 b に印加される電圧が高いと、スイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b をオンした際に、スイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b に定格を超える電流が流れる可能性がある。

【 0 0 5 3 】

本実施の形態では、スイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b をオンした際にも、LED 2 0 a , 2 0 b 及びスイッチング素子 2 3 a , 2 3 b に突入電流が流れないようにする。

20

【 0 0 5 4 】

以下、本実施の形態について、主に実施の形態 2 との差異を説明する。説明を省略する事項については実施の形態 2 と同様である。

【 0 0 5 5 】

図 6 は、本実施の形態に係る照明装置 1 0 の構成を示す回路図である。

【 0 0 5 6 】

図 6 において、光源点灯装置 2 7 は、実施の形態 2（図 2 参照）と同様の平滑コンデンサ 1 7 a と平滑コンデンサ 1 7 b それぞれに直列に接続されたスイッチ 2 8 a , 2 8 b を備える。また、光源点灯装置 2 7 は、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a とスイッチング素子 2 3 b をオン / オフ制御するスイッチング信号を反転させる反転素子 2 9 a , 2 9 b を備える。したがって、制御回路 2 6 は、駆動回路 2 5 を介して反転素子 2 9 a , 2 9 b で反転されるスイッチング信号によりスイッチ 2 8 a , 2 8 b をそれぞれオン / オフ制御する。即ち、制御回路 2 6 は、駆動回路 2 5 を介してスイッチング素子 2 3 a（又はスイッチング素子 2 3 b）をオンにする場合、スイッチング素子 2 3 a（又はスイッチング素子 2 3 b）に並列に接続された平滑コンデンサ 1 7 a（又は平滑コンデンサ 1 7 b）を遮断する。また、制御回路 2 6 は、スイッチング素子 2 3 a（又はスイッチング素子 2 3 b）をオフにする場合、スイッチング素子 2 3 a（又はスイッチング素子 2 3 b）に並列に接続された平滑コンデンサ 1 7 a（又は平滑コンデンサ 1 7 b）を導通させる。なお、スイッチ 2 8 a , 2 8 b は内部に寄生ダイオードを持たない IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 等のスイッチング素子で構成される。

30

40

【 0 0 5 7 】

以下、色温度を調節する際の光源点灯装置 2 7 の動作について説明する。

【 0 0 5 8 】

調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a がオフの場合は、平滑コンデンサ 1 7 a に直列接続されたスイッチ 2 8 a はオンとなるため、平滑コンデンサ 1 7 a は導電状態となる。一方、スイッチング素子 2 3 a がオンの場合は、平滑コンデンサ 1 7 a に直列接続された

50

スイッチ 28 a はオフとなるため、平滑コンデンサ 17 a は遮断状態となる。

【0059】

同様に、調色回路 22 のスイッチング素子 23 b がオフの場合は、平滑コンデンサ 17 b に直列接続されたスイッチ 28 b はオンとなるため、平滑コンデンサ 17 b は導電状態となる。一方、スイッチング素子 23 b がオンの場合は、平滑コンデンサ 17 b に直列接続されたスイッチ 28 b はオフとなるため、平滑コンデンサ 17 b は遮断状態となる。

【0060】

このため、スイッチング素子 23 a 又はスイッチング素子 23 b をオンにした際は、平滑コンデンサ 17 a 又は平滑コンデンサ 17 b の放電経路が遮断されるため、突入電流が発生しない。

【0061】

以上のように、本実施の形態では、実施の形態 2 と比べて、調色回路 22 のスイッチング素子 23 a 又はスイッチング素子 23 b をオンした際に、スイッチング素子 23 a 又はスイッチング素子 23 b に流れる突入電流を回避した光源点灯装置 27 を得ることができる。

【0062】

実施の形態 4 .

実施の形態 3 では、定電流電源回路 13 の平滑コンデンサ 17 a , 17 b を遮断することで突入電流を回避させている。これに対し、本実施の形態では、インダクタを設けることで突入電流のピーク値を抑制する。

【0063】

以下、本実施の形態について、主に実施の形態 1 との差異を説明する。説明を省略する事項については実施の形態 1 と同様である。

【0064】

図 7 は、本実施の形態に係る照明装置 10 の構成を示す回路図である。

【0065】

図 7 において、光源点灯装置 27 は、実施の形態 1 (図 1 参照) と同様の構成に加えて、発光モジュール 21 a 及び発光モジュール 21 b の接続点と、調色回路 22 のスイッチング素子 23 a 及びスイッチング素子 23 b の接続点との間にインダクタ 30 を備える。即ち、光源点灯装置 27 は、定電流電源回路 13 に接続される発光モジュール 21 a , 21 b 間の接続点に接続されるインダクタ 30 を備える。そして、スイッチング素子 23 a , 23 b は、対応する発光モジュール 21 a , 21 b に、インダクタ 30 を介して並列に接続される。また、光源点灯装置 27 は、スイッチング素子 23 a , 23 b がオフの際に電流経路を確保するための還流ダイオード 31 a , 31 b を備える。還流ダイオード 31 a , 31 b は、それぞれスイッチング素子 23 a とスイッチング素子 23 b と並列に接続される。

【0066】

以下、色温度を調節する際の光源点灯装置 27 の動作について説明する。

【0067】

制御回路 26 が調色回路 22 の駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 a をオンすることで、発光モジュール 21 a に印加されていた電圧が、定電流電源回路 13 の平滑コンデンサ 17 より放電されるため、「平滑コンデンサ 17 スwitchング素子 23 a インダクタ 30 発光モジュール 21 b 平滑コンデンサ 17」の経路で突入電流が流れる。同様に、制御回路 26 が駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 b をオンすることで、発光モジュール 21 b に印加されていた電圧が、定電流電源回路 13 の平滑コンデンサ 17 より放電されるため、「平滑コンデンサ 17 発光モジュール 21 a インダクタ 30 スwitchング素子 23 b 平滑コンデンサ 17」の経路で突入電流が流れる。このため、スイッチング素子 23 a 又はスイッチング素子 23 b をオンした際に、インダクタ 30 の特性により突入電流のピーク値を抑制することができる。

【0068】

10

20

30

40

50

以上のように、本実施の形態では、実施の形態 1 と比べて、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b をオンした際に、発光モジュール 2 1 a , 2 1 b の LED 2 0 a , 2 0 b に流れる突入電流のピーク値を抑制した光源点灯装置 2 7 を得ることができる。

【 0 0 6 9 】

なお、本実施の形態において、実施の形態 1 の第 1 変形例（図 2 参照）と同様に、光源点灯装置 2 7 の定電流電源回路 1 3 に 3 つの発光モジュール 2 1 a , 2 1 b , 2 1 c が直列に接続されている場合、光源点灯装置 2 7 は、発光モジュール 2 1 a 及び発光モジュール 2 1 b の接続点と、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a 及びスイッチング素子 2 3 b の接続点との間にインダクタ 3 0 を備えるほか、発光モジュール 2 1 b 及び発光モジュール 2 1 c の接続点と、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 b 及びスイッチング素子 2 3 c の接続点との間にもインダクタ 3 0 を備えることになる。発光モジュールが 4 つ以上ある場合も同様のインダクタ 3 0 が設けられる。

【 0 0 7 0 】

また、本実施の形態において、実施の形態 1 の第 2 変形例（図 3 参照）と同様に、光源点灯装置 2 7 の調色回路 2 2 が発光モジュール 2 1 b に対応するスイッチング素子 2 3 b のみを備えている場合、光源点灯装置 2 7 は、発光モジュール 2 1 a 及び発光モジュール 2 1 b の接続点と、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 b との間にインダクタ 3 0 を備えることになる。発光モジュールが 3 つ以上あり、そのうちの一部の発光モジュールのみにスイッチング素子が並列に接続されている場合も同様のインダクタ 3 0 が設けられる。即ち、本実施の形態では、調色回路 2 2 のスイッチング素子が、定電流電源回路 1 3 に接続される発光モジュールのいずれかに、インダクタ 3 0 を介して並列に接続されていればよく、この場合も、調色回路 2 2 のスイッチング素子をオンした際に、LED に流れる突入電流のピーク値を抑制した光源点灯装置 2 7 を得ることができる。

【 0 0 7 1 】

ここで、インダクタ 3 0 を備える構成には、下記の変形例のように、実施の形態 2（図 5 参照）と同様の構成、即ち、発光モジュール 2 1 a と発光モジュール 2 1 b にそれぞれ並列に接続された平滑コンデンサ 1 7 a と平滑コンデンサ 1 7 b を定電流電源回路 1 3 の出力端に備えた構成を組み合わせることができる。

【 0 0 7 2 】

以下、本実施の形態の変形例について、主に実施の形態 2 との差異を説明する。説明を省略する事項については実施の形態 2 と同様である。

【 0 0 7 3 】

図 8 は、本実施の形態の変形例に係る照明装置 1 0 の構成を示す回路図である。

【 0 0 7 4 】

図 8 において、光源点灯装置 2 7 は、実施の形態 2（図 5 参照）と同様の構成に加えて、発光モジュール 2 1 a 及び発光モジュール 2 1 b の接続点と平滑コンデンサ 1 7 a 及び平滑コンデンサ 1 7 b の接続点との接続点、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a 及びスイッチング素子 2 3 b の接続点の間にインダクタ 3 0 を備える。また、光源点灯装置 2 7 は、スイッチング素子 2 3 a , 2 3 b がオフの際に電流経路を確保するための還流ダイオード 3 1 a , 3 1 b を備える。そして、還流ダイオード 3 1 a , 3 1 b は、それぞれスイッチング素子 2 3 a とスイッチング素子 2 3 b と並列に接続される。

【 0 0 7 5 】

以下、色温度を調節する際の光源点灯装置 2 7 の動作について説明する。

【 0 0 7 6 】

制御回路 2 6 が調色回路 2 2 の駆動回路 2 5 を介してスイッチング素子 2 3 a をオンすることで、発光モジュール 2 1 a に印加されていた電圧が、定電流電源回路 1 3 の平滑コンデンサ 1 7 a より放電されるため、「平滑コンデンサ 1 7 a スwitchング素子 2 3 a インダクタ 3 0 平滑コンデンサ 1 7 a」の経路で突入電流が流れる。同様に、制御回路 2 6 が駆動回路 2 5 を介してスイッチング素子 2 3 b をオンすることで、発光モジュール

10

20

30

40

50

ル 2 1 b に印加されていた電圧が、定電流電源回路 1 3 の平滑コンデンサ 1 7 b より放電されるため、「平滑コンデンサ 1 7 b インダクタ 3 0 スwitching素子 2 3 b 平滑コンデンサ 1 7 b」の経路で突入電流が流れる。このため、スイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b をオンした際に、LED 2 0 a , 2 0 b に流れる突入電流を回避するだけでなく、インダクタ 3 0 の特性により突入電流のピーク値を抑制することができる。

【 0 0 7 7 】

以上のように、本実施の形態の変形例では、実施の形態 2 と比べて、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b をオンした際に、スイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b に流れる突入電流のピーク値を抑制した光源点灯装置 2 7 を得ることができる。

10

【 0 0 7 8 】

実施の形態 5 .

実施の形態 4 では、インダクタ 3 0 を設けることで突入電流のピーク値を抑制させている。これに対し、本実施の形態では、定電流電源回路 1 3 の平滑コンデンサ 1 7 からの放電を徐々に行うことで突入電流を抑制する。

【 0 0 7 9 】

以下、本実施の形態について、主に実施の形態 1 との差異を説明する。説明を省略する事項については実施の形態 1 と同様である。

【 0 0 8 0 】

図 9 は、本実施の形態に係る照明装置 1 0 の構成を示す回路図である。

20

【 0 0 8 1 】

図 9 において、発光モジュール 2 1 a は、3 つの LED 2 0 a A , 2 0 a B , 2 0 a C から構成されている。同様に、発光モジュール 2 1 b は、3 つの LED 2 0 b A , 2 0 b B , 2 0 b C から構成されている。光源点灯装置 2 7 は、実施の形態 1 (図 1 参照) と同様の構成に加えて、発光モジュール 2 1 a 内の LED 2 0 a A に並列接続されたスイッチング素子 3 3 a と、発光モジュール 2 1 a 内の LED 2 0 a A と LED 2 0 a B に並列接続されたスイッチング素子 3 4 a とを備える。また、光源点灯装置 2 7 は、発光モジュール 2 1 b 内の LED 2 0 b A に並列接続されたスイッチング素子 3 3 b と、発光モジュール 2 1 b 内の LED 2 0 b A と LED 2 0 b B に並列接続されたスイッチング素子 3 4 b とを備える。即ち、光源点灯装置 2 7 は、スイッチング素子 2 3 a , 2 3 b に並列に接続される発光モジュール 2 1 a , 2 1 b を構成する LED の一部に並列に接続される他のスイッチング素子 3 3 a , 3 3 b , 3 4 a , 3 4 b を備える。制御回路 2 6 は、駆動回路 2 5 を介してスイッチング素子 2 3 a (又はスイッチング素子 2 3 b) をオンにする場合、他のスイッチング素子 3 3 a , 3 4 a (又はスイッチング素子 3 3 b , 3 4 b) をスイッチング素子 2 3 a (又はスイッチング素子 2 3 b) より先にオンにする。具体的には、制御回路 2 6 は、駆動回路 2 5 を介してスイッチング素子 2 3 a (又はスイッチング素子 2 3 b) をオンにする場合、他のスイッチング素子 3 3 a , 3 4 a (又はスイッチング素子 3 3 b , 3 4 b) を、並列に接続される光源の数の少ない順番、即ち、スイッチング素子 3 3 a 、スイッチング素子 3 4 a の順番 (又はスイッチング素子 3 3 b 、スイッチング素子 3 4 b の順番) にオンにする。

30

40

【 0 0 8 2 】

以下、色温度を調節する際の光源点灯装置 2 7 の動作について説明する。

【 0 0 8 3 】

実施の形態 1 では、制御回路 2 6 が調色回路 2 2 の駆動回路 2 5 を介してスイッチング素子 2 3 a をオンすることで、発光モジュール 2 1 a 内の LED 2 0 a A , 2 0 a B , 2 0 a C に印加されていた電圧が、定電流電源回路 1 3 の平滑コンデンサ 1 7 より放電される。また、制御回路 2 6 が駆動回路 2 5 を介してスイッチング素子 2 3 b をオンすることで、発光モジュール 2 1 b 内の LED 2 0 b A , 2 0 b B , 2 0 b C に印加されていた電圧が、定電流電源回路 1 3 の平滑コンデンサ 1 7 より放電される。

50

【0084】

これに対し、本実施の形態では、制御回路26が駆動回路25を介してスイッチング素子23aをオンする直前に、まずは駆動回路25を介してスイッチング素子33aをオンすることで、LED20aAに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17より放電させる。制御回路26は、次に駆動回路25を介してスイッチング素子34aをオンすることで、LED20aBに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17より放電させる。そして、制御回路26は、最後に駆動回路25を介してスイッチング素子23aをオンすることで、LED20aCに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17より放電させる。同様に、制御回路26は、駆動回路25を介してスイッチング素子23bをオンする直前に、まずは駆動回路25を介してスイッチング素子33bをオンすることで、LED20bAに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17より放電させる。制御回路26は、次に駆動回路25を介してスイッチング素子34bをオンすることで、LED20bBに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17より放電させる。そして、制御回路26は、最後に駆動回路25を介してスイッチング素子23bをオンすることで、LED20bCに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17より放電させる。

10

【0085】

このように、制御回路26が、並列接続されたLEDの数が少ない順番にスイッチング素子をオンにして、平滑コンデンサ17からの放電を徐々に行うことで、突入電流を抑制することができる。

20

【0086】

以上のように、本実施の形態では、実施の形態1と比べて、調色回路22の各スイッチング素子をオンした際に、発光モジュール21a, 21bのLEDに流れる突入電流を抑制した光源点灯装置27を得ることができる。

【0087】

なお、発光モジュール21a, 21bは、それぞれ2つ又は4つ以上のLEDで構成されていてもよい。また、本実施の形態では、LEDを1つずつ短絡させるため、LEDと同じ数のスイッチング素子を備えているが、これに限定するものではない。即ち、LEDに並列に接続されるスイッチング素子の数は、LEDと同数でなくてもよい。例えば、発光モジュール21aが5つのLEDから構成されている場合に、そのうち2つのLEDに並列に接続されるスイッチング素子33aと、4つのLEDに並列に接続されるスイッチング素子34aと、5つのLED全体に並列に接続されるスイッチング素子23aとの3つのスイッチング素子のみが設けられていてもよい。

30

【0088】

また、本実施の形態は、実施の形態1の第1変形例(図2参照)と同様に、光源点灯装置27の定電流電源回路13に3つの発光モジュール21a, 21b, 21cが直列に接続されている場合や、実施の形態1の第2変形例(図3参照)と同様に、光源点灯装置27の調色回路22が発光モジュール21bに対応するスイッチング素子23bのみを備えている場合にも適用することができる。

40

【0089】

ここで、発光モジュール21a, 21bに対して複数のスイッチング素子を備える構成には、下記の変形例のように、実施の形態2(図5参照)と同様の構成、即ち、発光モジュール21aと発光モジュール21bにそれぞれ並列に接続された平滑コンデンサ17aと平滑コンデンサ17bを定電流電源回路13の出力端に備えた構成を組み合わせることができる。

【0090】

以下、本実施の形態の変形例について、主に実施の形態2との差異を説明する。説明を省略する事項については実施の形態2と同様である。

【0091】

50

図10は、本実施の形態の変形例に係る照明装置10の構成を示す回路図である。

【0092】

図10において、光源点灯装置27は、実施の形態2(図2参照)と同様の構成に加えて、発光モジュール21a内のLED20aAに並列接続されたスイッチング素子33aと、発光モジュール21a内のLED20aAとLED20aBに並列接続されたスイッチング素子34aとを備える。また、光源点灯装置27は、発光モジュール21b内のLED20bAに並列接続されたスイッチング素子33bと、発光モジュール21b内のLED20bAとLED20bBに並列接続されたスイッチング素子34bとを備える。

【0093】

以下、色温度を調節する際の光源点灯装置27の動作について説明する。

10

【0094】

実施の形態2では、制御回路26が調色回路22の駆動回路25を介してスイッチング素子23aをオンすることで、発光モジュール21a内のLED20aA, 20aB, 20aCに印加されていた電圧が、定電流電源回路13の平滑コンデンサ17aより放電される。また、制御回路26が駆動回路25を介してスイッチング素子23bをオンすることで、発光モジュール21b内のLED20bA, 20bB, 20bCに印加されていた電圧が、定電流電源回路13の第2の平滑コンデンサ17bより放電される。

【0095】

これに対し、本実施の形態では、制御回路26が駆動回路25を介してスイッチング素子23aをオンする直前に、まずは駆動回路25を介してスイッチング素子33aをオンすることで、LED20aAに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17aより放電させる。制御回路26は、次に駆動回路25を介してスイッチング素子34aをオンすることで、LED20aBに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17aより放電させる。そして、制御回路26は、最後に駆動回路25を介してスイッチング素子23aをオンすることで、LED20aCに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17aより放電させる。同様に、制御回路26は、駆動回路25を介してスイッチング素子23bをオンする直前に、まずは駆動回路25を介してスイッチング素子33bをオンすることで、LED20bAに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17bより放電させる。制御回路26は、次に駆動回路25を介してスイッチング素子34bをオンすることで、LED20bBに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17bより放電させる。そして、制御回路26は、最後に駆動回路25を介してスイッチング素子23bをオンすることで、LED20bCに印加されていた電圧を定電流電源回路13の平滑コンデンサ17bより放電させる。

20

30

【0096】

このように、制御回路26が、並列接続されたLEDの数が少ない順番にスイッチング素子をオンにして、平滑コンデンサ17a又は平滑コンデンサ17bからの放電を徐々に行うことで、突入電流を抑制することができる。

【0097】

以上のように、本実施の形態では、実施の形態2と比べて、調色回路22の各スイッチング素子をオンした際に、発光モジュール21a, 21bのLEDに流れる突入電流を抑制した光源点灯装置27を得ることができる。

40

【0098】

実施の形態6.

本実施の形態では、制御回路26が調色回路22の駆動回路25を介してスイッチング素子23a, 23bをオンする際に、一定期間能動領域で動作させることで突入電流を抑制する。

【0099】

以下、本実施の形態について、主に実施の形態1との差異を説明する。説明を省略する事項については実施の形態1と同様である。

50

【 0 1 0 0 】

図 1 1 は、本実施の形態に係る照明装置 1 0 の一部の構成を示す回路図である。

【 0 1 0 1 】

図 1 1 において、調色回路 2 2 の駆動回路 2 5 は、駆動 IC 3 5 (集積回路)と、積分回路 3 6 a , 3 6 b と、抵抗 3 7 a , 3 7 b とを備える。駆動 IC 3 5 は、スイッチング素子 2 3 a , 2 3 b を駆動する。積分回路 3 6 a , 3 6 b は、それぞれ駆動 IC 3 5 の出力端子に接続された抵抗 3 8 a , 3 8 b 及びコンデンサ 3 9 a , 3 9 b からなる。抵抗 3 7 a , 3 7 b は、それぞれ積分回路 3 6 a , 3 6 b の出力端子とスイッチング素子 2 3 a , 2 3 b との間に接続されている。

【 0 1 0 2 】

以下、色温度を調節する際の光源点灯装置 2 7 の動作について説明する。

【 0 1 0 3 】

駆動回路 2 5 の駆動 IC 3 5 により、スイッチング素子 2 3 a (又はスイッチング素子 2 3 b) をオンに駆動する際、抵抗 3 8 a (又は抵抗 3 8 b) とコンデンサ 3 9 a (又はコンデンサ 3 9 b) とからなる積分回路 3 6 a (積分回路 3 6 b) により、スイッチング素子 2 3 a (又はスイッチング素子 2 3 b) のゲート電圧が徐々に上昇する。スイッチング素子 2 3 a (又はスイッチング素子 2 3 b) のゲート電圧がオン電圧に達すると、スイッチング素子 2 3 a (又はスイッチング素子 2 3 b) が徐々にオン動作を始める(即ち、能動領域で動作する)。そして、コンデンサ 3 9 a (又はコンデンサ 3 9 b) が満充電となりスイッチング素子 2 3 a (又はスイッチング素子 2 3 b) に十分なゲート電圧が供給

【 0 1 0 4 】

このように、スイッチング素子 2 3 a , 2 3 b のゲートに時定数を持たせることにより、突入電流が流れるタイミングでスイッチング素子 2 3 a , 2 3 b のドレイン - ソース間が能動領域となり、オン抵抗がある程度大きい値となるため、オン抵抗により突入電流を抑制することができる。

【 0 1 0 5 】

以上のように、本実施の形態では、実施の形態 1 と比べて、調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b をオンした際に、発光モジュール 2 1 a , 2 1 b の LED 2 0 a , 2 0 b 及び調色回路 2 2 のスイッチング素子 2 3 a 又はスイッチング素子 2 3 b に流れる突入電流を抑制した光源点灯装置 2 7 を得ることができる。

【 0 1 0 6 】

なお、本実施の形態の構成に、実施の形態 1 ~ 5 もしくはその変形例と同様の構成を組み合わせて実施しても構わない。

【 0 1 0 7 】

実施の形態 7 .

本実施の形態では、制御回路 2 6 が調色回路 2 2 の駆動回路 2 5 を介してスイッチング素子 2 3 a , 2 3 b をオンする直前に、定電流電源回路 1 3 の出力を一定期間低下させ、この期間中にスイッチング素子 2 3 a , 2 3 b をオンすることで、突入電流のピーク値を抑制する。

【 0 1 0 8 】

以下、本実施の形態について、主に実施の形態 1 との差異を説明する。説明を省略する事項については実施の形態 1 と同様である。

【 0 1 0 9 】

本実施の形態に係る照明装置 1 0 の構成は、実施の形態 1 (図 1 参照)と同様である。

【 0 1 1 0 】

図 1 2 (a) は、スイッチング素子の駆動波形の第 1 例を示すタイミングチャートである。

【 0 1 1 1 】

図 1 2 (a) の例において、制御回路 2 6 は、調色回路 2 2 の駆動回路 2 5 を介してス

10

20

30

40

50

スイッチング素子 23 a をオンにする場合、定電流電源回路 13 の出力を所定の期間低下させる。具体的には、制御回路 26 は、駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 a をオンする直前に、定電流電源回路 13 の駆動回路 19 に対する、スイッチング素子 14 の駆動信号（スイッチング信号）の出力を停止する。これにより、定電流電源回路 13 の出力が低下するため、LED 20 a, 20 b に流れる電流も低下する。このため、制御回路 26 が駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 a をオンしたときに、発光モジュール 21 a に印加されていた電圧が定電流電源回路 13 の平滑コンデンサ 17 より放電される際の、LED 20 b に流れる突入電流のピーク値を抑制することができる。

【0112】

図 12 (b) は、スイッチング素子の駆動波形の第 2 例を示すタイミングチャートである。

10

【0113】

図 12 (b) の例において、制御回路 26 は、調色回路 22 の駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 b をオンにする場合、定電流電源回路 13 の出力を所定の期間低下させる。具体的には、制御回路 26 は、駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 b をオンする直前に、定電流電源回路 13 の駆動回路 19 に対する、スイッチング素子 14 の駆動信号（スイッチング信号）の出力を停止する。これにより、定電流電源回路 13 の出力が低下するため、LED 20 a, 20 b に流れる電流も低下する。このため、制御回路 26 が駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 b をオンしたときに、発光モジュール 21 b に印加されていた電圧が定電流電源回路 13 の平滑コンデンサ 17 より放電される際の、LED 20 a に流れる突入電流のピーク値を抑制することができる。

20

【0114】

以上のように、本実施の形態では、実施の形態 1 と比べて、調色回路 22 のスイッチング素子 23 a 又はスイッチング素子 23 b をオンした際に、発光モジュール 21 a, 21 b の LED 20 a, 20 b に流れる突入電流のピーク値を抑制した光源点灯装置 27 を得ることができる。

【0115】

なお、本実施の形態における処理を、実施の形態 2 ~ 6 もしくはその変形例と同様の構成において実施しても構わない。

【0116】

実施の形態 8 .

本実施の形態では、制御回路 26 が調色回路 22 の駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 a, 23 b をオンする直前に、定電流電源回路 13 の出力を一定期間低下させ、この期間中にスイッチング素子 23 a, 23 b を低周波に高周波を重畳した波形で一定期間駆動することで、突入電流のピーク値を抑制する。

30

【0117】

以下、本実施の形態について、主に実施の形態 4（又はその変形例）との差異を説明する。説明を省略する事項については実施の形態 4 と同様である。

【0118】

本実施の形態に係る照明装置 10 の構成は、実施の形態 4（図 7 又は図 8 参照）と同様である。

40

【0119】

図 13 (a) は、スイッチング素子の駆動波形の第 1 例を示すタイミングチャートである。

【0120】

図 13 (a) の例において、制御回路 26 は、調色回路 22 の駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 a をオンにする場合、定電流電源回路 13 の出力を所定の期間低下させる。そして、制御回路 26 は、当該期間中、スイッチング素子 23 a を制御するために駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 a に対し出力する駆動信号（スイッチング信号）に高周波成分を一定期間重畳させる。具体的には、制御回路 26 は、駆動回路 25 を

50

介してスイッチング素子 23 a をオンする直前に、定電流電源回路 13 の駆動回路 19 に対する、スイッチング素子 14 の駆動信号（スイッチング信号）の出力を停止する。これにより、平滑コンデンサ 17（又は平滑コンデンサ 17 a, 17 b）への充電経路が遮断されるとともに、定電流電源回路 13 の出力が低下するため、LED 20 a, 20 b に流れる電流も低下する。このときに、制御回路 26 は、調色回路 22 のスイッチング素子 23 a を、発光モジュール 21 a に印加されていた電圧が定電流電源回路 13 の平滑コンデンサ 17（又は平滑コンデンサ 17 a）より放電される期間、低周波に高周波を重畳した波形で駆動することで、インダクタ 30 の特性により突入電流のピーク値を抑制することができる。

【0121】

図 13（b）は、スイッチング素子の駆動波形の第 2 例を示すタイミングチャートである。

【0122】

図 13（b）の例において、制御回路 26 は、調色回路 22 の駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 b をオンにする場合、定電流電源回路 13 の出力を所定の期間低下させる。そして、制御回路 26 は、当該期間中、スイッチング素子 23 b を制御するために駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 b に対し出力する駆動信号（スイッチング信号）に高周波成分を一定期間重畳させる。具体的には、制御回路 26 は、駆動回路 25 を介してスイッチング素子 23 b をオンする直前に、定電流電源回路 13 の駆動回路 19 に対する、スイッチング素子 14 の駆動信号（スイッチング信号）の出力を停止する。これにより、平滑コンデンサ 17（又は平滑コンデンサ 17 a, 17 b）への充電経路が遮断されるとともに、定電流電源回路 13 の出力が低下するため、LED 20 a, 20 b に流れる電流も低下する。このときに、制御回路 26 は、調色回路 22 のスイッチング素子 23 b を、発光モジュール 21 b に印加されていた電圧が定電流電源回路 13 の平滑コンデンサ 17（又は平滑コンデンサ 17 b）より放電される期間、低周波に高周波を重畳した波形で駆動することで、インダクタ 30 の特性により突入電流のピーク値を抑制することができる。

【0123】

以上のように、本実施の形態では、実施の形態 4 と比べて、調色回路 22 のスイッチング素子 23 a 又はスイッチング素子 23 b をオンする際に、低周波に高周波を重畳した波形でスイッチング素子 23 a 又はスイッチング素子 23 b を一定期間駆動することで、平滑コンデンサ 17（又は平滑コンデンサ 17 a, 17 b）の電圧が徐々に放電されるため、発光モジュール 21 a, 21 b の LED 20 a, 20 b（又はスイッチング素子 23 a, 23 b）に流れる突入電流のピーク値を抑制した光源点灯装置 27 を得ることができる。

【0124】

上記した実施の形態では、以下の特徴を備える照明装置について一例を説明した。

それぞれ少なくとも 1 つの光源から構成され、互いに直列に接続される複数の発光モジュールと、

前記複数の発光モジュールが接続される定電流電源回路であって、接続された発光モジュールごとに、対応する発光モジュールに並列に接続されるコンデンサを有する定電流電源回路と、

前記定電流電源回路に接続された複数の発光モジュールのいずれかに並列に接続されるスイッチング素子と、

前記スイッチング素子のオン/オフを制御する制御部とを備え、

前記スイッチング素子が並列に接続された発光モジュールに対応するコンデンサは、当該コンデンサの導通/遮断の切り替えを行うスイッチを介して前記スイッチング素子に並列に接続され、

前記制御部は、前記スイッチング素子をオンにする場合、前記スイッチをオフにして、

10

20

30

40

50

前記スイッチング素子に並列に接続されたコンデンサを遮断し、前記スイッチング素子をオフにする場合、前記スイッチをオンにして、前記スイッチング素子に並列に接続されたコンデンサを導通させることを特徴とする照明装置。

【0125】

それぞれ2つ以上の光源から構成され、互いに直列に接続される複数の発光モジュールと、

前記複数の発光モジュールが接続される定電流電源回路と、

前記定電流電源回路に接続された複数の発光モジュールのいずれかに並列に接続されるスイッチング素子と、

前記スイッチング素子に並列に接続された発光モジュールを構成する光源の一部に並列に接続される他のスイッチング素子と、

前記スイッチング素子のオン/オフを制御する制御部であって、前記スイッチング素子をオンにする場合、前記他のスイッチング素子を前記スイッチング素子より先にオンにする制御部と

を備えることを特徴とする照明装置。

【0126】

前記複数の発光モジュールは、それぞれ3つ以上の光源から構成され、

前記光源点灯装置は、前記他のスイッチング素子として、並列に接続される光源の数が互いに異なる複数の他のスイッチング素子を備え、

前記制御部は、前記スイッチング素子をオンにする場合、前記複数の他のスイッチング素子を、並列に接続される光源の数の少ない順番にオンにすることを特徴とする照明装置

【0127】

それぞれ少なくとも1つの光源から構成され、互いに直列に接続される複数の発光モジュールと、

前記複数の発光モジュールが接続される定電流電源回路と、

前記定電流電源回路に接続された複数の発光モジュール間の接続点に接続されるインダクタと、

前記定電流電源回路に接続された複数の発光モジュールのいずれかに、前記インダクタを介して並列に接続されるスイッチング素子と、

前記定電流電源回路を駆動するとともに、前記スイッチング素子のオン/オフを制御する制御部であって、前記スイッチング素子をオンにする場合、前記定電流電源回路の駆動を所定の期間停止するとともに、当該期間中、前記スイッチング素子を制御するために前記スイッチング素子に対して出力する駆動信号に高周波成分を一定期間重畳させる制御部と

を備えることを特徴とする照明装置。

【0128】

前記複数の発光モジュールは、互いに色温度の異なる光を発することを特徴とする照明装置。

【0129】

前記光源点灯装置は、前記スイッチング素子として、前記定電流電源回路に接続された発光モジュールごとに、対応する発光モジュールに並列に接続されるスイッチング素子を備えることを特徴とする照明装置。

【0130】

前記スイッチング素子は、ワイドバンドギャップ半導体によって形成されていることを特徴とする照明装置。

【0131】

前記複数の発光モジュールのそれぞれを構成する光源は、LED（発光ダイオード）と有機EL（エレクトロルミネセンス）との少なくともいずれかであることを特徴とする照明装置。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 2 】

以上、本発明の実施の形態について説明したが、これらのうち、2つ以上の実施の形態を組み合わせる実施しても構わない。あるいは、これらのうち、1つの実施の形態を部分的に実施しても構わない。あるいは、これらのうち、2つ以上の実施の形態を部分的に組み合わせる実施しても構わない。

【 符号の説明 】

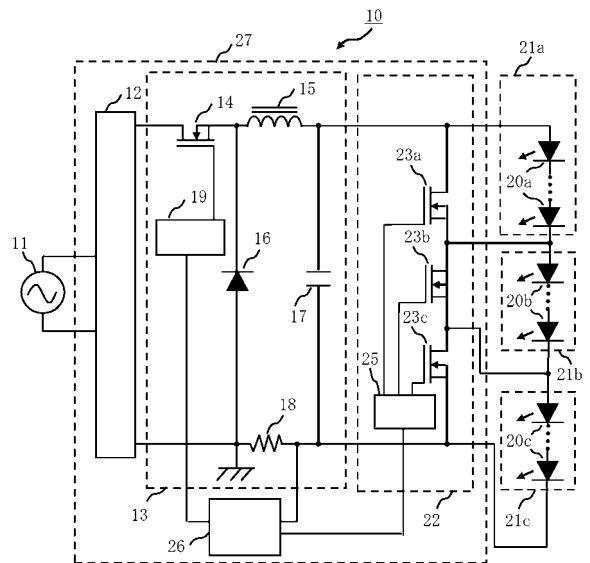
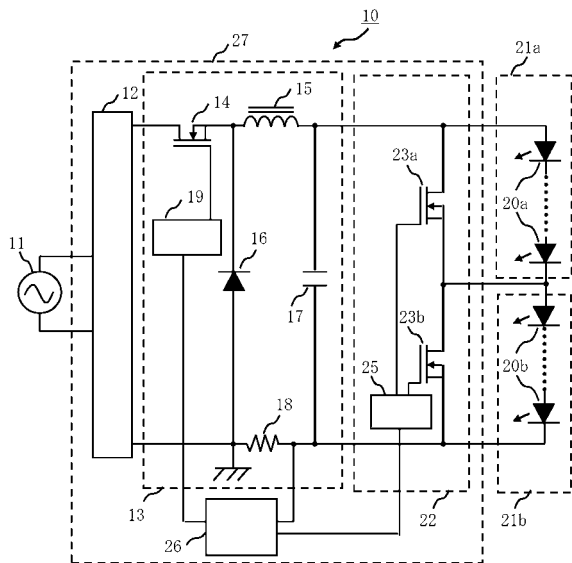
【 0 1 3 3 】

10 照明装置、11 商用交流電源、12 直流電源回路、13 定電流電源回路、14 スwitching素子、15 インダクタ、16 還流ダイオード、17, 17a, 17b 平滑コンデンサ、18 電流検出抵抗、19 駆動回路、20, 20a, 20b, 20c LED、21a, 21b, 21c 発光モジュール、22 調色回路、23a, 23b, 23c スwitching素子、25 駆動回路、26 制御回路、27 光源点灯装置、28a, 28b スwitch、29a, 29b 反転素子、30 インダクタ、31a, 31b 還流ダイオード、33a, 33b スwitching素子、34a, 34b スwitching素子、35 駆動IC、36a, 36b 積分回路、37a, 37b 抵抗、38a, 38b 抵抗、39a, 39b コンデンサ、91 電源線、92 コネクタ、93 照明器具、94 配線。

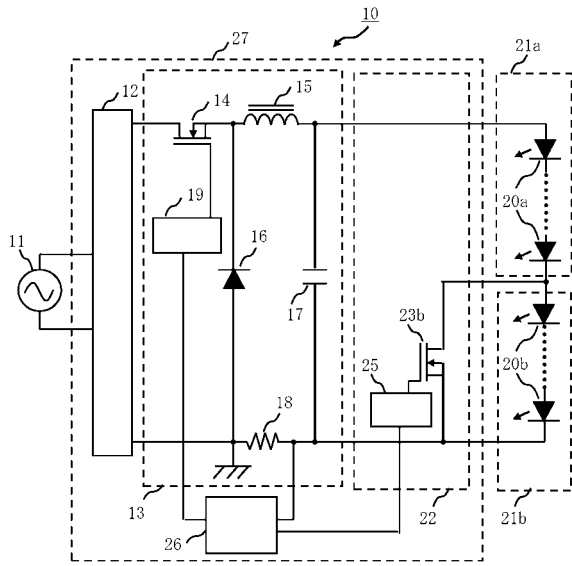
10

【 図 1 】

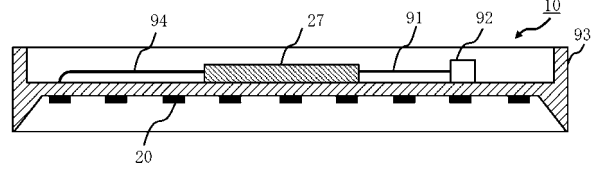
【 図 2 】



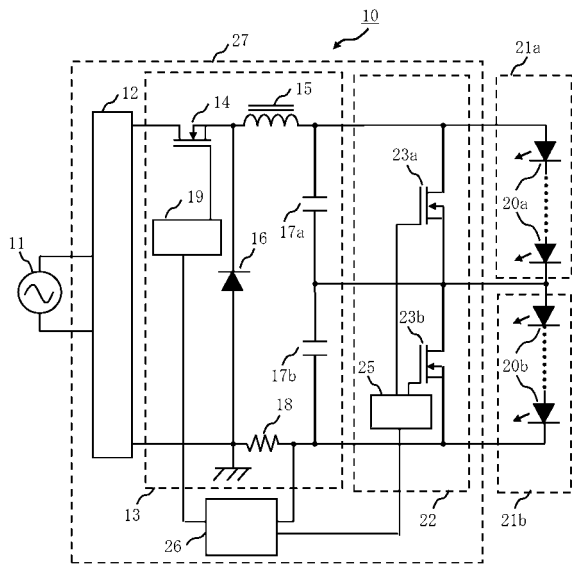
【 図 3 】



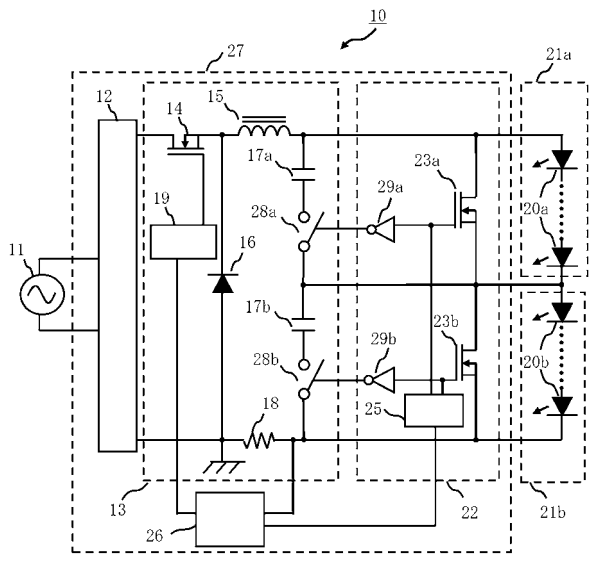
【 図 4 】



【 図 5 】

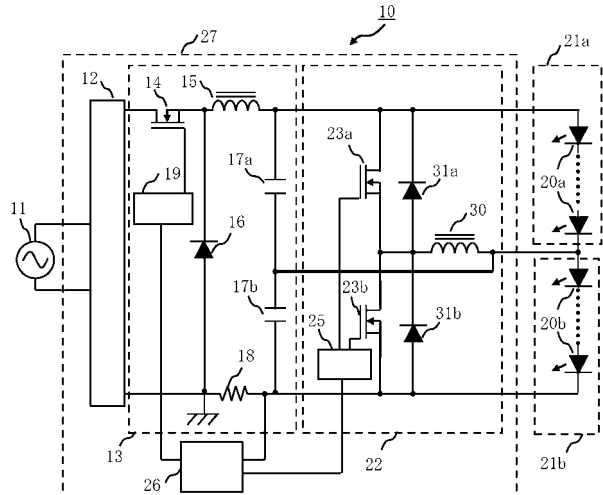
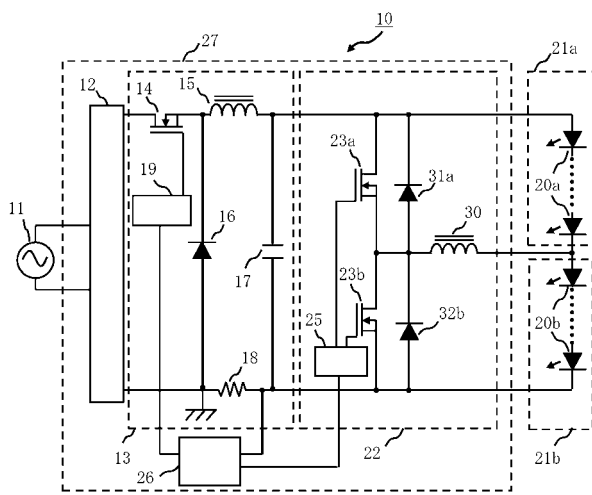


【 図 6 】



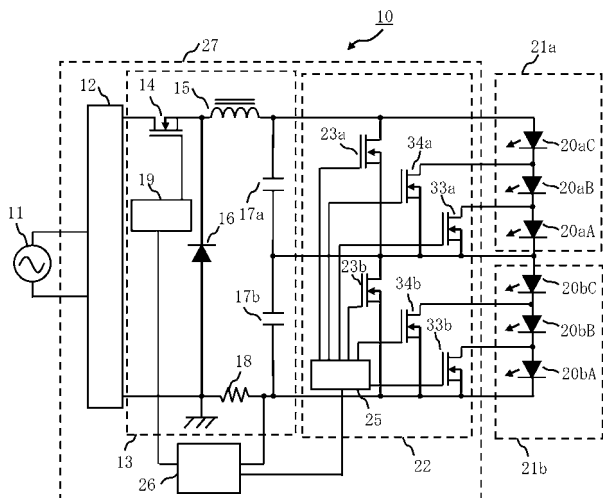
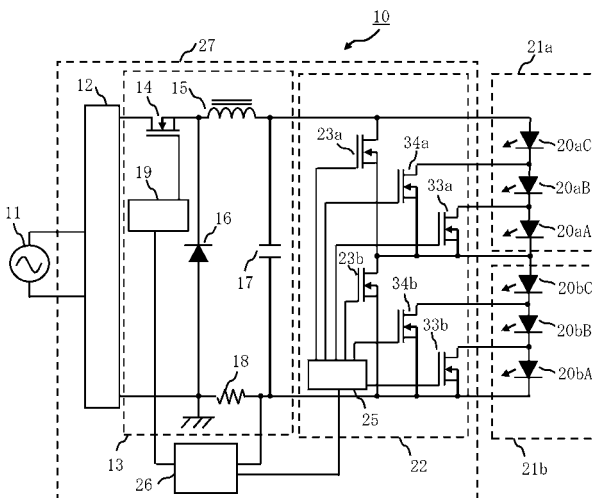
【図 7】

【図 8】

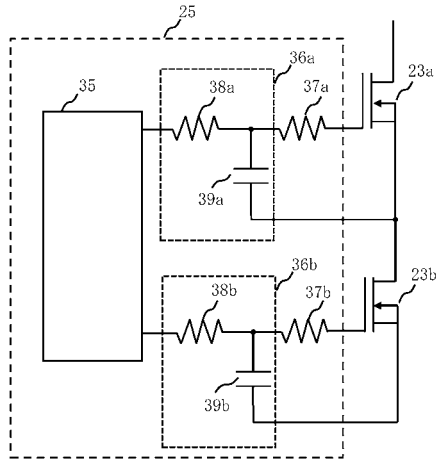


【図 9】

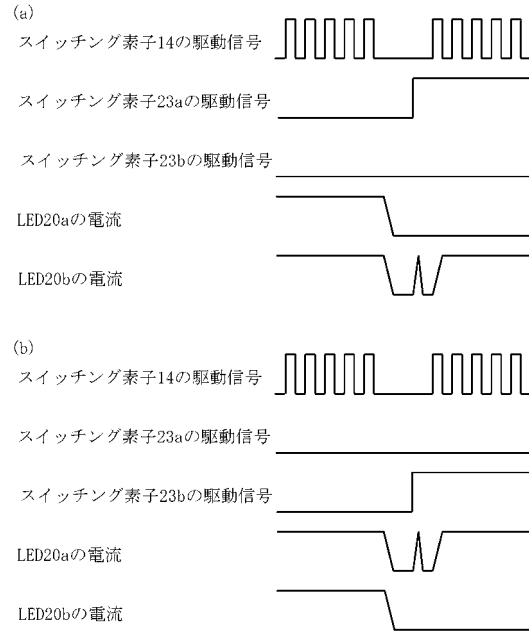
【図 10】



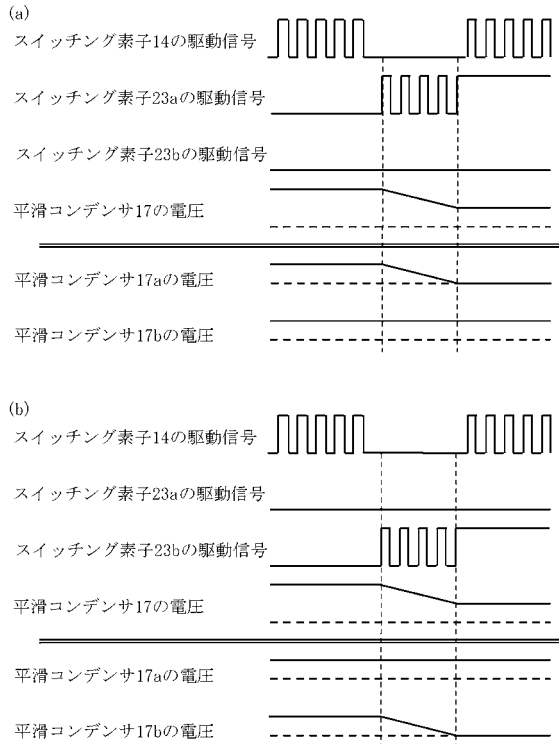
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

- (72)発明者 伊藤 雄一郎
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 船山 信介
神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号 三菱電機照明株式会社内
- (72)発明者 前田 貴史
神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号 三菱電機照明株式会社内

審査官 三島木 英宏

- (56)参考文献 特開2008-226473(JP,A)
特開2004-233714(JP,A)
特開2009-004483(JP,A)
特開2007-123562(JP,A)
特開2008-53663(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 37/02