

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-107777

(P2017-107777A)

(43) 公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.
H05B 37/02 (2006.01)

F I
H05B 37/02

テーマコード(参考)
3K273

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2015-241613 (P2015-241613)
(22) 出願日 平成27年12月10日(2015.12.10)

(71) 出願人 314012076
パナソニックIPマネジメント株式会社
大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(74) 代理人 100109210
弁理士 新居 広守
(74) 代理人 100137235
弁理士 寺谷 英作
(74) 代理人 100131417
弁理士 道坂 伸一
(72) 発明者 楠田 駿
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内
(72) 発明者 鴨井 武志
大阪府門真市大字門真1006番地 パナ
ソニック株式会社内

最終頁に続く

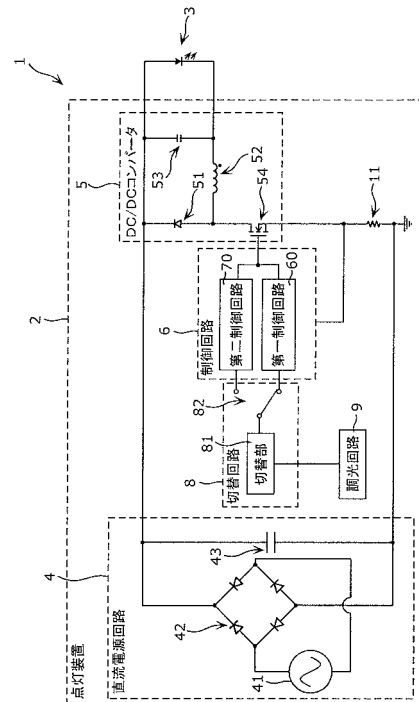
(54) 【発明の名称】 点灯装置及びそれを備えた照明器具

(57) 【要約】

【課題】スイッチング動作とリニア動作とを切替えることで高い調光レベルから低い調光レベルまで安定した調光を行いつつ、小型化及び製造コストの低廉化を実現することができる点灯装置及びそれを備えた照明器具を提供する。

【解決手段】点灯装置2は、スイッチング素子54を用いて、入力された直流電圧を発光素子3に印加する直流電圧に変換する降圧コンバータ5と、スイッチング素子54が調光レベルに応じたスイッチング動作をする第1制御回路60と、スイッチング素子54が調光レベルに応じたりニア動作をする第2制御回路70と、調光レベルが所定値以上の場合に第1制御回路60及び第2制御回路70のうち第1制御回路60のみを動作させ、調光レベルが所定値未満の場合に第1制御回路60及び第2制御回路70のうち第2制御回路70のみを動作させる切替部81とを備えている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

外部から指示される調光レベルに応じて発光素子に電流を流す点灯装置であって、
 スwitching素子を有し、前記Switching素子を用いて、入力された直流電圧を前記発光素子に印加する直流電圧に変換するDC/DCコンバータと、
 前記Switching素子が前記調光レベルに応じたSwitching動作をするように前記Switching素子を制御する第1制御回路と、
 前記Switching素子が前記調光レベルに応じたリニア動作をするように前記Switching素子を制御する第2制御回路と、
 前記調光レベルが所定値以上の場合に前記第1制御回路及び前記第2制御回路のうち前記第1制御回路のみを動作させ、前記調光レベルが所定値未満の場合に前記第1制御回路及び前記第2制御回路のうち前記第2制御回路のみを動作させる切替回路と
 を備える点灯装置。

10

【請求項 2】

前記第1制御回路は、前記調光レベルに応じて、前記Switching素子のオンオフの繰り返しにおけるオン時間を変化させることで、前記Switching素子を制御し、
 前記切替回路は、前記調光レベルに対応する前記オン時間が所定時間以上か未満かを判断することで、前記第1制御回路及び前記第2制御回路の一方のみを動作させる
 請求項1記載の点灯装置。

20

【請求項 3】

前記第1制御回路は、前記調光レベルに応じて、前記Switching素子のオンオフの繰り返し周波数を変化させることで、前記Switching素子を制御し、
 前記切替回路は、前記調光レベルに対応する前記繰り返し周波数が所定周波数以上か未満かを判断することで、前記第1制御回路及び前記第2制御回路の一方のみを動作させる
 請求項1記載の点灯装置。

【請求項 4】

前記切替回路は、前記調光レベルに対応する前記繰り返し周波数が人の可聴域よりも高い所定周波数より小さい場合に前記第2制御回路を動作させる
 請求項3記載の点灯装置。

【請求項 5】

前記切替回路は、前記調光レベルに対応して前記発光素子に流れる電流が所定電流値以上か未満かを判断することで、前記第1制御回路及び前記第2制御回路の一方のみを動作させる
 請求項1記載の点灯装置。

30

【請求項 6】

外部から指示される前記調光レベルは、前記Switching素子が一定周期ごとにオンになるデューティ比を示す調光信号によって特定され、
 前記切替回路は、前記調光信号を示す前記デューティ比が所定値以上か未満かを判断することで、前記第1制御回路及び前記第2制御回路の一方のみを動作させる
 請求項1記載の点灯装置。

40

【請求項 7】

さらに、前記DC/DCコンバータに入力される前記直流電圧を生成する直流電源回路を備え、
 前記切替回路は、前記第2制御回路を動作させる場合に、前記直流電源回路を制御することで前記DC/DCコンバータに入力される前記直流電圧を低下させる
 請求項1～6のいずれか1項に記載の点灯装置。

【請求項 8】

発光素子と、
 前記発光素子に電流を印加する請求項1～7のいずれか1項に記載の点灯装置とを備える

50

照明器具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオード（LED：Light Emitting Diode）等の発光素子の点灯装置及びそれを備えた照明器具に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、発光ダイオードを用いたLED照明の点灯、調光を行う照明器具の一例としてLED照明装置が知られている（例えば特許文献1参照）。このLED照明装置に用いられているLED駆動回路が調光を行うには、定電流動作する発光素子に出力される電流値を増減させることで行われている。このLED照明装置に構成されるDC/DCコンバータの駆動方式としては、スイッチング動作（PWM制御）やリニア動作（線形駆動方式やDC駆動方式とも呼ばれる）がある。

10

【0003】

スイッチング動作は、調光信号のパルス幅を可変させることによりDC/DCコンバータから出力される平均電流値を可変させる。この方式の長所は、スイッチング素子によるオンオフの動作を繰り返すため、省エネルギーでLED照明装置を動作することができることである。一方、短所は、スイッチング素子がオンしている期間であるオン時間 T_{on} が短くなり過ぎると、スイッチング素子が正常にオンオフの動作を行うことができず、発光素子が正常に点灯できなくなってしまうことである。また、スイッチング素子を高速にスイッチング動作することで、ノイズが発生するなどの問題もある。

20

【0004】

また、リニア動作は、発光素子に印加される電圧を可変抵抗などで変換して一定電圧を生み出し、発光素子に流れる電流を可変させる。この方式の長所は、回路の簡略化や低コスト化である。一方、短所は、可変抵抗に流れる電流に比例した電力損失が発生することである。

【0005】

そこで、このLED駆動回路では、第1制御部が調光レベルの高い状態でスイッチング動作を行い、第2制御部が調光レベルの低い状態でリニア動作を行っている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2014-7078号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、特許文献1に記載されたLED駆動回路では、第1制御部が高い調光レベルでスイッチング動作を行い、第2制御部が低い調光レベルでリニア動作を行っている。つまり、このLED駆動回路では、スイッチング動作を行うスイッチング素子と、リニア動作を行うスイッチング素子とは、それぞれ異なるスイッチング素子を用いて制御を行っている。このため、このLED駆動回路では、部品点数の増加により、製造コストの高騰化、大型化及び電力エネルギーの増加によりランニングコストの増加が生じてしまう。

40

【0008】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、スイッチング動作とリニア動作とを切替えることで高い調光レベルから低い調光レベルまで安定した調光を行いつつ、小型化及び製造コストの低廉化を実現することができる点灯装置及びそれを備えた照明器具を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

50

上記課題を解決するために、本発明に係る点灯装置の一態様は、外部から指示される調光レベルに応じて発光素子に電流を流す点灯装置であって、スイッチング素子を有し、前記スイッチング素子を用いて、入力された直流電圧を前記発光素子に印加する直流電圧に変換するDC/DCコンバータと、前記スイッチング素子が前記調光レベルに応じたスイッチング動作をするように前記スイッチング素子を制御する第1制御回路と、前記スイッチング素子が前記調光レベルに応じたリニア動作をするように前記スイッチング素子を制御する第2制御回路と、前記調光レベルが所定値以上の場合に前記第1制御回路及び前記第2制御回路のうち前記第1制御回路のみを動作させ、前記調光レベルが所定値未満の場合に前記第1制御回路及び前記第2制御回路のうち前記第2制御回路のみを動作させる切替回路とを備える。

10

【発明の効果】**【0010】**

本発明によれば、スイッチング動作とリニア動作とを切替えることで高い調光レベルから低い調光レベルまで安定した調光を行いつつ、小型化及び製造コストの低廉化を実現することができる。

【図面の簡単な説明】**【0011】**

【図1】実施の形態1における点灯装置及びそれを備えた照明器具の構成を示す回路図である。

【図2】実施の形態1における点灯装置の制御部及びDC/DCコンバータの構成を示す回路図である。

20

【図3】(A)は、実施の形態1における点灯装置のスイッチング素子の動作を示すタイミング図である。(B)は、実施の形態1における点灯装置のインダクタの動作を示すタイミング図である。(C)は、実施の形態1における点灯装置のダイオードの動作を示すタイミング図である。

【図4】(A)は、実施の形態1における点灯装置のスイッチング素子の電圧と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。(B)は、実施の形態1における点灯装置のスイッチング素子の電流と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。

【図5】(A)は、実施の形態1の変形例1における点灯装置のスイッチング素子の電圧と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。(B)は、実施の形態1の変形例1における点灯装置のスイッチング素子の電流と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。

30

【図6】(A)は、実施の形態1の変形例2における点灯装置のスイッチング素子の電圧と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。(B)は、実施の形態1の変形例2における点灯装置のスイッチング素子の電流と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。

【図7】実施の形態2における点灯装置の一部の構成を示す回路図である。

【図8】実施の形態2における点灯装置の動作を示すグラフである。

【図9】実施の形態3における点灯装置の制御部及びDC/DCコンバータの構成を示す回路図である。

40

【図10】実施の形態4における照明器具の外観図である。

【図11】実施の形態4における照明器具の外観図である。

【図12】実施の形態4における照明器具の外観図である。

【発明を実施するための形態】**【0012】**

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。以下に説明する実施の形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。したがって、以下の実施の形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態などは、一例であって本発明を限定する主旨ではない。よって、以下の実施の形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない構成要素につ

50

いては、任意の構成要素として説明される。

【0013】

なお、各図は、模式図であり、必ずしも厳密に図示されたものではない。また、各図において、実質的に同一の構成に対しては同一の符号を付しており、重複する説明は省略又は簡略化する。

【0014】

(実施の形態1)

[構成]

以下、本発明の実施の形態1に係る点灯装置の構成について、図1を用いて説明する。

【0015】

図1は、実施の形態1における点灯装置及びそれを備えた照明器具の構成を示す回路図である。

10

【0016】

図1に示されるように、照明器具1は、点灯装置2と、発光素子3とを有している。

【0017】

点灯装置2は、外部から指示される調光レベル(光出力)に応じて発光素子3に電流を流す。点灯装置2は、直流電源回路4と、降圧コンバータ5(DC/DCコンバータの一例)と、制御回路6と、切替回路8と、調光回路9とを備えている。なお、調光レベルとは、発光素子3の明るさを調整するための変数であり、数値が大きいほど(最大値は100%)、発光素子3の明るさを増加させることができる。また、調光レベルは、例えば、調光率、調光比などと表現することもある。

20

【0018】

直流電源回路4は、降圧コンバータ5に入力する直流電圧を生成する。直流電源回路4は、交流電源41と、ダイオードブリッジ42と、コンデンサ43とを有している。

【0019】

交流電源41は、ダイオードブリッジ42に交流電圧を出力する電源であり、例えば、商用交流電源などの系統電源である。

【0020】

ダイオードブリッジ42及びコンデンサ43は、商用交流電源などの交流電源41から供給される交流電圧を整流及び平滑化し、直流電圧に変換する整流平滑回路であり、この直流電圧を降圧コンバータ5に入力する。ダイオードブリッジ42の入力端子間には、交流電源41が接続されている。ダイオードブリッジ42の出力端子間には、平滑化用のコンデンサ43が接続されている。

30

【0021】

降圧コンバータ5は、スイッチング素子54を用いて、整流平滑回路から入力された直流電圧を、所定の直流電圧に変換して発光素子3に印加する回路である。降圧コンバータ5は、入力された直流電圧をチョッピングするチョッパ回路を構成している。降圧コンバータ5は、ダイオード51と、インダクタ52と、コンデンサ53と、スイッチング素子54とを有している。

【0022】

ダイオード51は、インダクタ52に蓄積されたエネルギーを回生させる。ダイオード51のアノード電極は、インダクタ52の一端側の端子と、スイッチング素子54のドレイン電極とに接続されている。ダイオード51のカソード電極は、ダイオードブリッジ42及びコンデンサ43で構成される整流平滑回路の高電位側の出力端子と、コンデンサ53の一端側の端子と、発光素子3のアノード電極とに接続されている。

40

【0023】

インダクタ52の一端側の端子も、さらに、スイッチング素子54のドレイン電極に接続されている。インダクタ52の他端側の端子は、コンデンサ53の他端側の端子と、発光素子3のカソード電極とに接続されている。

【0024】

50

コンデンサ 5 3 は、発光素子 3 と並列に接続している。コンデンサ 5 3 は、ダイオード 5 1、インダクタ 5 2 及びコンデンサ 5 3 で構成している点灯回路で発生する出力電圧及び出力電流を平滑化する。

【 0 0 2 5 】

スイッチング素子 5 4 は、M O S F E T (M e t a l - O x i d e S e m i c o n d u c t o r F i e l d - E f f e c t T r a n s i s t o r) 等の素子である。本実施の形態では、スイッチング素子 5 4 は、nチャネル型の M O S F E T である。スイッチング素子 5 4 のソース電極には、抵抗 1 1 の一端側の端子と、制御回路 6 とが接続されている。スイッチング素子 5 4 のゲート電極には、制御回路 6 が接続されている。スイッチング素子 5 4 は、制御回路 6 から出力された制御信号に基づいてダイオード 5 1 及びインダクタ 5 2 と抵抗 1 1 との間をオンオフする。

10

【 0 0 2 6 】

抵抗 1 1 は、スイッチング素子 5 4 と直列に接続され、スイッチング素子 5 4 に流れる電流を検出する電流検出用の抵抗である。この抵抗 1 1 の他端側の端子は、グラウンドに接続されている。この抵抗 1 1 は、スイッチング素子 5 4 の出力電流を検出する。この検出された電流値は、制御回路 6 に入力される。

【 0 0 2 7 】

調光回路 9 は、制御回路 6 に、切替回路 8 を介して調光信号を入力する回路である。調光回路 9 は、例えば、図示しないリモコンなどによる外部から信号を受信し、発光素子 3 が所望の光出力をすることができるように調光信号を算出する。つまり、調光回路 9 は、調光レベルに応じた調光信号を決定している。

20

【 0 0 2 8 】

調光信号は、発光素子 3 の調光レベルを指定する信号であり、例えば、直流電圧、又は、P W M 信号等である。本実施の形態では、調光信号は、P W M 信号であるとして説明している。P W M 信号は、スイッチング素子 5 4 を P W M 制御により駆動させるための矩形波状の電圧波形を有する信号である。

【 0 0 2 9 】

切替回路 8 は、切替部 8 1 と、スイッチ 8 2 とを有している。切替部 8 1 の入力側は、調光回路 9 に接続されている。切替部 8 1 の出力側は、スイッチ 8 2 に接続されている。切替部 8 1 は、調光レベルに応じてスイッチ 8 2 を後述する第 1 制御回路 6 0 か後述する第 2 制御回路 7 0 かに切替える。

30

【 0 0 3 0 】

切替回路 8 は、調光回路 9 から出力された調光信号を制御回路 6 に入力する。切替回路 8 は、調光レベルが所定値以上の場合に第 1 制御回路 6 0 及び第 2 制御回路 7 0 のうち第 1 制御回路 6 0 のみを動作させ、調光レベルが所定値未満の場合に第 1 制御回路 6 0 及び第 2 制御回路 7 0 のうち第 2 制御回路 7 0 のみを動作させる。つまり、切替部 8 1 は、調光レベルに対応するオン時間 T_{on} が所定時間以上か未満かを判断することで、スイッチ 8 2 を切替えて第 1 制御回路 6 0 及び第 2 制御回路 7 0 のいずれか一方のみを動作させる。本実施の形態では、切替回路 8 は、直流電圧に行うローパスフィルタを有し、調光回路 9 から入力された調光信号 (P W M 信号) を平滑化して出力する。

40

【 0 0 3 1 】

制御回路 6 は、切替回路 8 を介して調光回路 9 が出力した調光信号をスイッチング素子 5 4 のゲート電極に供給する。制御回路 6 は、第 1 制御回路 6 0 及び第 2 制御回路 7 0 を有している。

【 0 0 3 2 】

図 2 は、実施の形態 1 における点灯装置の制御部及び降圧コンバータの構成を示す回路図である。

【 0 0 3 3 】

図 2 に示すように、制御回路 6 の第 1 制御回路 6 0 は、調光回路 9 から切替回路 8 を介して入力される調光信号に応じて発光素子 3 に流れる電流が変化するようにスイッチング

50

素子 5 4 のオンオフ又は導通抵抗を制御する。第 1 制御回路 6 0 は、スイッチング素子 5 4 が調光レベルに応じたスイッチング動作をするようにスイッチング素子 5 4 を制御する。第 1 制御回路 6 0 は、パルス電源 6 1 と抵抗 6 2 とを有している。

【 0 0 3 4 】

パルス電源 6 1 は、抵抗 6 2 を介してスイッチング素子 5 4 のゲート電極に接続されている。パルス電源 6 1 は、調光回路 9 から切替回路 8 を介して入力される調光信号を、調光信号に応じてオン時間 T_{on} 又はオフ時間 T_{off} を変更したり、周波数を変更したりするような、矩形波状の調光信号をスイッチング素子 5 4 のゲート電極に出力する。

【 0 0 3 5 】

具体的には、調光回路 9 から出力された調光信号は切替回路 8 で平滑化され、パルス電源 6 1 には、この平滑化した信号（直流電圧）が入力される。パルス電源 6 1 は、発光素子 3 に流れる電流（ドレイン電流）が一定となるように、調光回路 9 から入力された調光信号に応じ、自らがスイッチング素子 5 4 のゲート電極に発する調光信号の幅を調節する。ここにおいて、調光信号の幅を変化させると、スイッチング素子 5 4 がオンオフの繰り返しにおけるオン時間 T_{on} の割合（オンデューティ）が変化する。つまり、スイッチング素子 5 4 は、調光信号によってオンオフのタイミングが決定される。

10

【 0 0 3 6 】

第 2 制御回路 7 0 は、スイッチング素子 5 4 が調光レベルに応じたりニア動作をするようにスイッチング素子 5 4 を制御する。第 2 制御回路 7 0 は、オペアンプ 7 1 と、抵抗 7 2、7 3 と、コンデンサ 7 4 とを備えている。

20

【 0 0 3 7 】

オペアンプ 7 1 の非反転入力端子には切替回路 8 で平滑された電圧が入力され、反転入力端子には抵抗 7 3 に印加される電圧が入力される。また、オペアンプ 7 1 の出力端子は、抵抗 7 2 を介してスイッチング素子 5 4 のゲート電極に接続されている。さらに、オペアンプ 7 1 の出力端子と非反転入力端子とは、コンデンサ 7 4 を介して接続されている。つまり、オペアンプ 7 1 は、フィードバック経路（スイッチング素子 5 4 のソース電極から制御回路 6 に向かう経路）に抵抗 7 2、スイッチング素子 5 4 及び抵抗 7 3 が接続されたボルテージフォロワを構成している。言い換えれば、オペアンプ 7 1 は、非反転入力端子に調光信号（直流電圧）が入力されると、非反転入力端子と反転入力端子とがイマジナリショートとなるようにスイッチング素子 5 4 を駆動する（導通抵抗を制御する）。

30

【 0 0 3 8 】

発光素子 3 は、点灯回路から直流電流が入力される素子であり、降圧コンバータ 5 から供給される直流電圧により発光する。発光素子 3 は、例えば、LED、有機 EL (Electro-Luminescence) などである。なお、発光素子 3 は、直列接続された複数の LED から構成されてもよい。発光素子 3 は、1 つに限らず、2 以上であってもよい。

【 0 0 3 9 】

[動作]

次に、本発明の実施の形態 1 に係る点灯装置 2 の動作について説明する。

【 0 0 4 0 】

図 3 の (A) は、実施の形態 1 における点灯装置のスイッチング素子の動作を示すタイミング図である。図 3 の (B) は、実施の形態 1 における点灯装置のインダクタの動作を示すタイミング図である。図 3 の (C) は、実施の形態 1 における点灯装置のダイオードの動作を示すタイミング図である。

40

【 0 0 4 1 】

図 3 の (A) は、スイッチング素子 5 4 に印加される電圧と時間との関係を示している。図 3 の (B) は、インダクタ 5 2 に流れる電流と時間との関係を示している。図 3 の (C) は、ダイオード 5 1 に印加される電圧と時間との関係を示している。図 3 に示す太い実線は、図 3 の (A) ではスイッチング素子 5 4 に印加される電圧、図 3 の (B) ではインダクタ 5 2 に流れる電流、図 3 の (C) では降圧コンバータ 5 に入力される電圧の波形

50

を示している。図3に示す細い実線は、図3の(B)ではインダクタ52から出力される出力電流を示し、図3の(C)ではダイオード51から出力される出力電圧を示している。インダクタ52から出力される出力電流は、三角波形状に示されている電流のピーク値の1/2の値で求められる。ダイオード51から出力される出力電圧は、オン時間 T_{on} と、1周期 T と、ダイオード51の電圧のピーク値である入力電圧 E_i とにより、以下の式で表すことができる。

【0042】

ダイオードの出力電圧 = $(T_{on} / T) \times E_i$

【0043】

図2及び図3の(A)に示すように、パルス電源61は、調光回路9が切替回路8を介して入力された調光信号を降圧コンバータ5に入力する。ここで、スイッチング素子54が1回ずつ行うオンオフの動作を1周期とする。図3の(A)では、この調光信号は、デューティ比を示すオン時間 T_{on} と、オフ時間 T_{off} とから構成される。例えば、50%のデューティ比をもつ調光信号を生成している。ここで、デューティ比とは、調光信号における1周期に占めるオン時間 T_{on} の割合である。

10

【0044】

次に、制御回路6の第1制御回路60がスイッチング動作をする場合の点灯装置2の動作について説明する。

【0045】

図2及び図3の(A)に示すように、第1制御回路60のスイッチング動作は、オン時間 T_{on} が所定時間以上(高輝度領域での駆動)の場合である。第1制御回路60は、調光回路9で生成された調光信号が切替回路8を介して入力されると、降圧コンバータ5に入力する電流をパルス駆動させる。つまり、スイッチング素子54は、入力された調光信号により、オンオフを繰り返す。スイッチング素子54がオン時間 T_{on} のときには、交流電源41が直流電源回路4で直流にされた電流が発光素子3に流れる。一方、スイッチング素子54がオフ時間 T_{off} のときには、インダクタ52に蓄積されていたエネルギーが回生電流となってダイオード51を介して発光素子3に流れる。このような動作により、図3の(A)に示されるような波形の電圧が生じる。

20

【0046】

図1及び図3の(B)に示すように、インダクタ52に流れる電流は、図3の(A)に示す調光信号の波形に対応した波形をもつ。インダクタ52に流れる電流は、スイッチング素子54がオン時間 T_{on} のときにその高さが次第に大きくなる続く立ち上がり期間と、スイッチング素子54がオフ時間 T_{off} のときにその高さが次第に小さくなる立ち下り期間とからなる。具体的には、スイッチング素子54がオン時間 T_{on} である場合に、発光素子3、インダクタ52、スイッチング素子54及び抵抗11に電流が流れ、インダクタ52に流れる電流が増加する。一方、スイッチング素子54がオフ時間 T_{off} である場合に、インダクタ52に蓄積されていたエネルギーがダイオード51を介して放出されることで、インダクタ52、ダイオード51及び発光素子3に電流が流れる。すると、インダクタ52に流れる電流は次第に減少していく。こうして、スイッチング素子54のスイッチングにより、インダクタ52には、一定周期の三角波形状の電流が流れる。

30

40

【0047】

図1及び図3の(C)に示すように、ダイオード51に流れる電流は、スイッチング素子54がオフであるときに、インダクタ52に蓄積されていたエネルギーの放出による。そして、インダクタ52、ダイオード51及び発光素子3に電流が流れる。一方、スイッチング素子54がオン時間 T_{on} である場合は、発光素子3、インダクタ52、スイッチング素子54及び抵抗11に電流が流れ、ダイオード51に電流は流れない。こうして、発光素子3は、オフ時間 T_{off} でもコンデンサ53の平滑化により、一定の出力電流が発光素子3に供給され、発光し続ける。このような動作により、図3の(C)に示されるような波形の電圧が生じる。

【0048】

50

図4の(A)は、実施の形態1における点灯装置のスイッチング素子の電圧と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。図4の(B)は、実施の形態1における点灯装置のスイッチング素子の電流と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。

【0049】

図4の(A)では、スイッチング素子54のゲート電極にかかる電圧と調光レベルとを示すグラフである。図4の(B)では、スイッチング素子54のゲート電極にかかる電流と調光レベルとを示すグラフである。図4は、オン時間 T_{on} が所定時間以上である場合にスイッチング動作を行い、オン時間 T_{on} が所定時間未満である場合にリニア動作を行う。また、図4において、図4の(A)と図4の(B)とは対応している。例えば、図4の(A)の1周期当たりの電圧と図4の(B)の電流とが対応しており、調光レベルが5%の場合とオン時間 T_{on} の所定時間の場合とが対応している。

10

【0050】

図1及び図4に示すように、切替部81は、オン時間 T_{on} が所定時間以上か未満化を判断する。所定時間とは、スイッチング素子54がスイッチング動作を安定して動作でき難くなる時間を意味している。この所定時間は、スイッチング素子54の性能に依存している。切替回路8は、オン時間 T_{on} が所定時間以上である場合は、第1制御回路60を動作させる。

【0051】

図4の(A)及び図4の(B)に示すように、第1制御回路60のパルス電源61は、調光レベルに応じて、スイッチング素子54のオンオフの繰り返しにおけるオン時間 T_{on} を変化させることで、スイッチング素子54を制御する。つまり、第1制御回路60のパルス電源61は、スイッチング素子54がオンオフを行う各周期を同一にする。そして、1周期当たりのスイッチング素子54のオン時間 T_{on} の割合を変化させることで、スイッチング素子54のデューティ比を変えて発光素子3の調光レベル(明るさ)を調節する。

20

【0052】

具体的には、第1制御回路60は、スイッチング素子54がオンオフを行う各周期を同一にした状態で、調光レベルを低下する場合に、スイッチング素子54のオン時間 T_{on} を短くし、スイッチング素子54のオフ時間 T_{off} を長くさせる。この場合、デューティ比は減少する。発光素子3では、1周期当たり、オン時間 T_{on} の割合が短くなるとともにオフ時間 T_{off} の割合が長くなり、調光レベルが低い状態となる。また、第1制御回路60は、発光素子3の調光レベルを上昇させる場合に、1周期当たり、スイッチング素子54のオン時間 T_{on} の割合を長くし、スイッチング素子54のオフ時間 T_{off} の割合を短くさせてデューティ比を上昇させる。

30

【0053】

ここで、1周期当たりのスイッチング素子54のオン時間 T_{on} の割合が極端に短い(オン時間 T_{on} の幅が極端に狭く)と、1周期当たりのスイッチング素子54のオフ時間 T_{off} が極端に長く(オフ時間 T_{off} の幅が極端に広く)なる。この場合、オン時間 T_{on} が極端に短いため、スイッチング素子54が安定的にオン状態にされなくなったり、回路動作が不安定になったり、発光素子3が点灯しなくなったりしてしまう。そこで、この場合は、第2制御回路70がリニア動作を行う。

40

【0054】

次に、制御回路6の第2制御回路70がリニア動作をする場合の点灯装置2の動作について説明する。

【0055】

図4の(B)に示すように、切替部81は、オン時間 T_{on} が所定時間未満となると、スイッチ82を第1制御回路60から第2制御回路70に切替える(スイッチング動作からリニア動作に切替える)。このとき、第1制御回路60の出力電流と、第2制御回路70の出力電流とを一致させた状態とする。つまり、スイッチング素子54のゲート電極には、第1制御回路60から第2制御回路70に切替わる際の等しい出力電流を入力する。

50

なお、第2制御回路70から第1制御回路60に切替える場合も、第1制御回路60の出力電流と、第2制御回路70の出力電流とを一致させた状態とする。

【0056】

第2制御回路70は、切替回路8で平滑化された調光回路9からの調光信号が入力されると、この調光信号に応じたゲート電圧となるようにスイッチング素子54に電圧を出力する。つまり、第2制御回路70では、リニア制御により降圧コンバータ5の出力電流が一定となるように制御を行う。この点灯装置2では、オン時間 T_{on} が所定時間未満の場合において、スイッチング素子54を第2制御回路70に切替えることで発光素子3の調光が安定する。

【0057】

[作用・効果]

次に、本実施の形態1における点灯装置2の作用効果について説明する。

【0058】

上述したように、実施の形態1に係る点灯装置2は、外部から指示される調光レベルに応じて発光素子3に電流を流す点灯装置2である。点灯装置2は、降圧コンバータ5と、第1制御回路60と、第2制御回路70と、切替回路8とを備えている。降圧コンバータ5は、スイッチング素子54を有し、スイッチング素子54を用いて、入力された直流電圧を発光素子3に印加する直流電圧に変換する。また、第1制御回路60は、スイッチング素子54が調光レベルに応じたスイッチング動作をするようにスイッチング素子54を制御する。さらに、第2制御回路70は、スイッチング素子54が調光レベルに応じたリニア動作をするようにスイッチング素子54を制御する。そして、切替回路8は、調光レベルが所定値以上の場合に第1制御回路60及び第2制御回路70のうち第1制御回路60のみを動作させ、調光レベルが所定値未満の場合に第1制御回路60及び第2制御回路70のうち第2制御回路70のみを動作させる。

【0059】

この構成によれば、切替回路8は、調光レベルが所定値以上の場合にスイッチング動作を行う制御回路6の第1制御回路60に切替え、調光レベルが所定値未満の場合にリニア動作を行う制御回路6の第2制御回路70かに切替える。このため、この点灯装置では、スイッチング動作を行うスイッチング素子と、リニア動作を行うスイッチング素子とは、それぞれ異なる部材を用いている場合に比べ、第1制御回路60と第2制御回路70とが1つのスイッチング素子54を制御するため、部品点数が削減される。また、個々に異なるスイッチング素子54を備える場合に比べて制御回路6を小型化することができるため、点灯装置2を小型化することができる。

【0060】

また、この点灯装置2では、調光レベルが所定値以上であれば、第1制御回路60によりスイッチング動作が行われ、発光素子3の消費電力を抑制することができる。また、この点灯装置2では、調光レベルが所定値未満であれば、第2制御回路70によりリニア動作が行われ、低い調光レベルでも安定した点灯動作を行うことができる。つまり、この点灯装置2において、高輝度領域では低消費電力のスイッチング動作で駆動し、低輝度領域では電圧が安定しているリニア動作で駆動することができる。

【0061】

さらに、この点灯装置2では、第1制御回路60及び第2制御回路70のうちいずれか一方に切替わる際に、第1制御回路60及び第2制御回路70から等しい出力電流がスイッチング素子54のゲート電極に入力する。このため、スイッチング動作とリニア動作とが切替わる際でも発光素子3の調光が安定する。

【0062】

したがって、この点灯装置2及び点灯装置2を備えた照明器具1では、スイッチング動作とリニア動作とを切替えることで高い調光レベルから低い調光レベルまで安定した調光を行いつつ、小型化及び製造コストの低廉化を実現することができる。

【0063】

10

20

30

40

50

さらに、実施の形態 1 に係る点灯装置 2 では、第 1 制御回路 60 は、調光レベルに応じて、スイッチング素子 54 のオンオフの繰り返しにおけるオン時間 T_{on} を変化させることで、スイッチング素子 54 を制御する。そして、切替回路 8 は、調光レベルに対応するオン時間 T_{on} が所定時間以上か未満かを判断することで、第 1 制御回路 60 及び第 2 制御回路 70 の一方のみを動作させる。

【0064】

この構成によれば、第 1 制御回路 60 は、スイッチング素子 54 がオンオフを行う各周期を同一にした状態で、スイッチング素子 54 のオン時間 T_{on} を変化させることでデューティ比を変化させる。このため、この点灯装置 2 では、オン時間 T_{on} が所定時間以上であれば、第 1 制御回路 60 によりスイッチング動作が行われ、発光素子 3 の消費電力を抑制することができる。また、この点灯装置 2 では、オン時間 T_{on} が所定時間未満であれば、第 2 制御回路 70 によりリニア動作が行われ、低い調光レベルでも安定した点灯動作を行うことができる。つまり、この点灯装置 2 において、高輝度領域では低消費電力のスイッチング動作で駆動し、低輝度領域では電圧が安定しているリニア動作で駆動することができる。

【0065】

(実施の形態 1 の変形例 1)

[構成]

次に、本実施の形態 1 の変形例 1 における点灯装置 2 の構成について図 5 を用いて説明する。

【0066】

実施の形態 1 の変形例 1 の構成及び作用効果は、実施の形態 1 と同様である。このため、実施の形態 1 と実施の形態 1 の変形例 1 と同一の構成及び作用効果については、同一の符号を付して構成及び作用効果に関する詳細な説明を省略する。

【0067】

図 5 の (A) は、実施の形態 1 の変形例 1 における点灯装置のスイッチング素子の電圧と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。図 5 の (B) は、実施の形態 1 の変形例 1 における点灯装置の発光素子の電流と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。

【0068】

図 5 の (A) では、スイッチング素子 54 のゲート電極にかかる電圧と調光レベルとを示すグラフである。図 5 の (B) では、スイッチング素子 54 のゲート電極にかかる電流と調光レベルとを示すグラフである。図 5 では、スイッチング素子 54 のオンオフの繰り返し周波数が所定周波数以上である場合にスイッチング動作を行い、スイッチング素子 54 のオンオフの繰り返し周波数が所定周波数未満である場合にリニア動作を行う。図 5 では、図 5 の (A) と図 5 の (B) とは対応している。例えば、図 5 の (A) の 1 周期当たりの電圧と図 5 の (B) の電流とが対応しており、調光レベルが 5% の場合と所定周波数の場合とが対応している。

【0069】

図 1 及び図 5 に示すように、切替回路 8 は、調光レベルに対応する繰り返し周波数が所定周波数以上か未満かを判断する。切替回路 8 は、繰り返し周波数が所定周波数以上である場合に、第 1 制御回路 60 を動作させる。第 1 制御回路 60 は、調光レベルに応じて、スイッチング素子 54 のオンオフの繰り返し周波数を変化させることで、スイッチング素子 54 を制御する。つまり、第 1 制御回路 60 のパルス電源 61 は、スイッチング素子 54 のオン時間 T_{on} を一定にした状態でオフ時間 T_{off} を変更することで、スイッチング素子 54 のオンオフを行う各周期を変更させた調光信号をスイッチング素子 54 に出力する。パルス電源 61 は、デューティ比を変えて発光素子 3 の調光レベルを調節する。

【0070】

具体的には、第 1 制御回路 60 は、発光素子 3 の調光レベルを低下させる場合に、スイッチング素子 54 のオン時間 T_{on} を一定とし、スイッチング素子 54 の 1 周期当たりの

10

20

30

40

50

オフ時間 T_{off} の割合を増加させる。この場合、スイッチング素子 54 がオンオフを行う 1 周期当たりのデューティ比が減少する。オン時間 T_{on} が一定でも、1 周期当たりのオフ時間 T_{off} の割合が大きくなれば、繰り返し周波数が低い状態となる。つまり、繰り返し周波数は、オフ時間 T_{off} の増加に反比例して減少する。

【0071】

また、発光素子 3 の調光レベルが上昇する場合は、スイッチング素子 54 のオン時間 T_{on} が一定である場合に、スイッチング素子 54 がオンオフを行う 1 周期当たりのオフ時間 T_{off} の割合を減少させる。一方、発光素子 3 の調光レベルが低下する場合は、スイッチング素子 54 のオフ時間 T_{off} が一定である場合に、スイッチング素子 54 がオンオフを行う 1 周期当たりのオン時間 T_{on} の割合を減少させる。

10

【0072】

なお、発光素子 3 の調光レベルが変化する場合では、スイッチング素子 54 のオフ時間 T_{off} が一定である場合に、スイッチング素子 54 がオンオフを行う 1 周期当たりのオン時間 T_{on} の割合を変化させてもよい。

【0073】

なお、この点灯装置 2 では、第 1 制御回路 60 で動作するスイッチング素子 54 のオフ時間 T_{off} においても、このオフ時間 T_{off} が極度に短くなると、スイッチング素子 54 が安定的にオフできなくなり、発光素子 3 の点灯状態が継続し、省エネルギー化を図れない。

【0074】

20

切替回路 8 は、繰り返し周波数が所定周波数未満となると、第 1 制御回路 60 から第 2 制御回路 70 に切替える（スイッチング動作からリニア動作に切替える）。このとき、第 1 制御回路 60 の出力電流と、第 2 制御回路 70 の出力電流とを一致させた状態とする。つまり、スイッチング素子 54 のゲート電極には、第 1 制御回路 60 から第 2 制御回路 70 に切替わる際の等しい出力電流を入力する。なお、第 2 制御回路 70 から第 1 制御回路 60 に切替える場合も、第 1 制御回路 60 の出力電流と、第 2 制御回路 70 の出力電流とを一致させた状態とする。

【0075】

切替回路 8 は、繰り返し周波数が所定周波数未満である場合に、第 2 制御回路 70 を動作させる。第 2 制御回路 70 は、調光レベルに応じてリニア動作を行う。

30

【0076】

[作用・効果]

次に、本実施の形態 1 の変形例 1 における点灯装置 2 の作用効果について説明する。

【0077】

上述したように、実施の形態 1 の変形例 1 に係る点灯装置 2 では、第 1 制御回路 60 は、調光レベルに応じて、スイッチング素子 54 のオンオフの繰り返し周波数を変化させることで、スイッチング素子 54 を制御する。切替回路 8 は、調光レベルに対応する繰り返し周波数が所定周波数以上か未満かを判断することで、第 1 制御回路 60 及び第 2 制御回路 70 の一方のみを動作させる。そして、切替回路 8 は、調光レベルに対応する繰り返し周波数が人の可聴域（20 Hz ~ 20 kHz）よりも高い所定周波数より小さい場合に第 2 制御回路 70 を動作させる。

40

【0078】

この構成によれば、切替回路 8 は、繰り返し周波数に応じてスイッチング動作とリニア動作とを行うことができる。切替回路 8 は、繰り返し周波数が人の可聴域よりも高い所定周波数よりも小さくなる前に、第 2 制御回路 70 を作動させリニア動作を行う。このため、この点灯装置 2 では、スイッチング素子 54 のオンオフの繰り返し周波数が低下しても、この繰り返し周波数が人の可聴域に到達しない。その結果、この点灯装置 2 では、人に不快感を与えることなく調光することができる。なお、本実施の形態では、繰り返し周波数を 30 kHz とすることが好ましいが、繰り返し周波数が人の可聴域よりも大きければ、繰り返し周波数を 30 kHz よりも大きい周波数としてもよく、繰り返し周波数を 30

50

kHzよりも小さい周波数としてもよい。

【0079】

なお、この点灯装置2では、降圧コンバータ5を電流不連続モード(Discontinuous Current Mode)で駆動させ、オフ時間Toff(Toff幅ともいう)を一定としTon幅を可変させても良い。

【0080】

(実施の形態1の変形例2)

[構成]

次に、本実施の形態1の変形例2における点灯装置2について図6を用いて説明する。

【0081】

実施の形態1の変形例2の構成及び作用効果は、実施の形態1と同様である。このため、実施の形態1と実施の形態1の変形例2と同一の構成及び作用効果については、同一の符号を付して構成及び作用効果に関する詳細な説明を省略する。

【0082】

図6の(A)は、実施の形態1の変形例2における点灯装置のスイッチング素子の電圧と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。図6の(B)は、実施の形態1の変形例2における点灯装置のスイッチング素子の電流と調光レベルとの関係を示すタイミング図である。

【0083】

図6の(A)では、スイッチング素子54のゲート電極にかかる電圧と調光レベルとを示すグラフである。図6の(B)では、スイッチング素子54のゲート電極にかかる電流と調光レベルとを示すグラフである。図6は、調光信号を示すデューティ比が所定値以上である場合にスイッチング動作を行い、調光信号を示すデューティ比が所定値未満である場合にリニア動作を行う。図6では、図6の(A)と図6の(B)とは対応している。例えば、図6の(A)の1周期当たりの電圧と図6の(B)の電流とが対応しており、例えば、調光レベルが5%の場合と、デューティ比が所定値の場合とが対応している。

【0084】

図1及び図6に示すように、切替回路8は、調光信号を示すデューティ比が所定値以上か未満かを判断する。切替回路8は、調光信号を示すデューティ比が所定値以上である場合に、第1制御回路60を動作させる。第1制御回路60は、調光信号が示すデューティ比を一定にした状態で、スイッチング素子54のオン時間Tonとオフ時間Toffとを変化させることで、スイッチング素子54を制御する。つまり、第1制御回路60のパルス電源61は、調光回路9から入力される調光信号に応じ、オン時間Tonとオフ時間Toffとを変更させた調光信号をスイッチング素子54に出力する。パルス電源61は、調光信号を示すデューティ比を変えて発光素子3の調光レベルを調節する。

【0085】

具体的には、第1制御回路60は、発光素子3の調光レベルを低下させる場合に、スイッチング素子54のオン時間Tonとオフ時間Toffとを減少させる。例えば、オン時間Tonとオフ時間Toffとを減少させる割合は、1周期当たりにオン時間Tonが減少する割合よりも、1周期当たりにオフ時間Toffが減少する割合の方を小さくする。この場合、オフ時間Toffは、調光レベルの減少とともにオン時間Tonよりも長くなる。つまり、1周期当たりのデューティ比が減少する。言い換えれば、第1制御回路60は、調光信号の周期(以降、調光信号の周期を「PWM周期」と呼ぶ。)の長さが減少(調光信号の周波数が増加)するとともに、デューティ比が減少する。一方、第1制御回路60は、発光素子3の調光レベルを上昇させる場合に、オン時間Tonとオフ時間Toffとを増加させる割合を、オン時間Tonとオフ時間Toffとが異なる割合で増加させる。具体的には、第1制御回路60は、発光素子3の調光レベルを上昇させる場合に、1周期当たりにオン時間Tonが増加する割合よりも、1周期当たりにオフ時間Toffが所定時間当たりに増加する割合の方を小さくする。

【0086】

10

20

30

40

50

切替回路 8 は、デューティ比が所定値未満となると、第 1 制御回路 60 から第 2 制御回路 70 に切替える（スイッチング動作からリニア動作に切替える）。このとき、第 1 制御回路 60 の出力電流と、第 2 制御回路 70 の出力電流とを一致させた状態とする。つまり、スイッチング素子 54 のゲート電極には、第 1 制御回路 60 から第 2 制御回路 70 に切替わる際の等しい出力電流を入力する。なお、第 2 制御回路 70 から第 1 制御回路 60 に切替える場合も、第 1 制御回路 60 の出力電流と、第 2 制御回路 70 の出力電流とを一致させた状態とする。

【0087】

切替回路 8 は、調光信号が示すデューティ比が所定値未満である場合に、第 2 制御回路 70 を動作させる。第 2 制御回路 70 は、調光レベルに応じてリニア動作を行う。

10

【0088】

[作用・効果]

次に、本実施の形態 1 の変形例 2 における点灯装置 2 の作用効果について説明する。

【0089】

実施の形態 1 の変形例 2 に係る点灯装置 2 では、外部から指示される調光レベルは、スイッチング素子 54 が一定周期ごとにオンになるデューティ比を示す調光信号によって特定する。そして、切替回路 8 は、調光信号を示すデューティ比が所定値以上か未満かを判断することで、第 1 制御回路 60 及び第 2 制御回路 70 の一方のみを動作させる。

【0090】

この構成によれば、この点灯装置 2 では、デューティ比が所定値以上であれば、第 1 制御回路 60 によりスイッチング動作が行われ、発光素子 3 の消費電力を抑制することができる。また、この点灯装置 2 では、調光信号を示すデューティ比が所定値未満であれば、第 2 制御回路 70 によりリニア動作が行われ、低い調光レベルでも安定した点灯動作を行うことができる。つまり、この点灯装置 2 において、高輝度領域では低消費電力のスイッチング動作で駆動し、低輝度領域では電圧が安定しているリニア動作で駆動することができる。

20

【0091】

(実施の形態 2)

次に、本実施の形態 2 における点灯装置 2 について説明する。

【0092】

実施の形態 2 では、実施の形態 1 の切替部 81 としてコンパレータ 83（切替回路 8 の一例）を用いている点で実施の形態 1 と異なっている。実施の形態 2 では、他の点について実施の形態 1 と同一である。このため、実施の形態 1 と実施の形態 2 と同一の構成については、同一の符号を付して構成に関する詳細な説明を省略する。

30

【0093】

図 7 は、実施の形態 2 における点灯装置の一部の構成を示す回路図である。

【0094】

図 7 に示すように、調光回路 9 は、コンパレータ 83 の非反転入力端子に接続されている。コンパレータ 83 の反転入力端子は、スイッチング素子 54 と電流検出用の抵抗 11 との間で接続されている。

40

【0095】

切替回路 8 は、コンパレータ 83 と、スイッチ 82 とを有している。コンパレータ 83 の非反転入力端子には、スイッチング素子 54 がオンの場合に、降圧コンバータ 5 から流れてくる検出電流が入力される。コンパレータ 83 の反転入力端子には、所定電流値が入力される。スイッチ 82 は、コンパレータ 83 からの出力電流によりオンオフを切り替える構成となっている。例えば、所定電流値が発光素子 3 に流れる電流よりも低い場合（非反転入力端子よりも反転入力端子の方が高い電流の場合）は、コンパレータ 83 の出力が HIGH 状態となり、スイッチ 82 は第 1 制御回路 60 に切り替わる。一方、所定電流値が発光素子 3 に流れる電流よりも高い場合（非反転入力端子よりも反転入力端子の方が低い電流の場合）は、コンパレータ 83 の出力が LOW 状態となり、スイッチ 82 は第 2 制

50

御回路 70 に切り替わる。

【0096】

コンパレータ 83 が第 1 制御回路 60 を作動させている場合に、電流検出用の抵抗 11 は、発光素子 3 に流れた電流値を検出し、その電流（検出電流）をコンパレータ 83 に帰還させる。また、コンパレータ 83 は、この検出電流値と、調光させたときの電流値である所定電流値とを比較する。さらに、コンパレータ 83 は、調光レベルに対応して発光素子 3 に流れる電流が所定電流値以上か未満かを判断する。そして、コンパレータ 83 は、検出電流値が所定電流値以上であれば、第 1 制御回路 60 に切替え、スイッチング動作によって発光素子 3 を発光させる。一方、コンパレータ 83 は、検出電流値未満であれば、第 2 制御回路 70 に切替え、リニア動作によって発光素子 3 を発光させる。

10

【0097】

図 8 は、実施の形態 2 における点灯装置の動作を示すタイミング図である。

【0098】

図 8 のグラフでは、検出電流と調光レベルとを示すグラフである。図 8 は、発光素子 3 に流れる電流が所定電流値以上である場合にスイッチング動作を行い、発光素子 3 に流れる電流が所定電流値未満である場合にリニア動作を行う。図 8 では、例えば、調光レベルが 5 % の場合の所定電流値を示している。

【0099】

切替回路 8 は、電流が所定電流値未満となると、第 1 制御回路 60 から第 2 制御回路 70 に切替える（スイッチング動作からリニア動作に切替える）。このとき、第 1 制御回路 60 の出力電流と、第 2 制御回路 70 の出力電流とを一致させた状態とする。つまり、スイッチング素子 54 のゲート電極には、第 1 制御回路 60 から第 2 制御回路 70 に切替わる際の等しい出力電流を入力する。なお、第 2 制御回路 70 から第 1 制御回路 60 に切替える場合も、第 1 制御回路 60 の出力電流と、第 2 制御回路 70 の出力電流とを一致させた状態とする。

20

【0100】

コンパレータ 83 は、調光レベルに対応して発光素子 3 に流れる電流が所定電流値未満である場合に、第 2 制御回路 70 を動作させる。第 2 制御回路 70 は、調光レベルに応じてリニア動作を行う。

【0101】

[作用・効果]

次に、本実施の形態 2 における点灯装置 2 の作用効果について説明する。

30

【0102】

実施の形態 2 に係る点灯装置 2 では、コンパレータ 83 は、調光レベルに対応して発光素子 3 に流れる電流が所定電流値以上か未満かを判断することで、第 1 制御回路 60 及び第 2 制御回路 70 の一方のみを動作させる。

【0103】

この構成によれば、電流検出用の抵抗 11 は、発光素子 3 に流れたこの電流値を検出（検出電流）し、検出電流をコンパレータ 83 に帰還させる。コンパレータ 83 は、この検出電流と、所定電流値を比較する。そして、コンパレータ 83 は、調光レベルに対応して発光素子 3 に流れる電流が所定電流値以上か未満かを判断する。コンパレータ 83 は、検出電流値が所定電流値以上であれば、第 1 制御回路 60 に切替え、スイッチング動作を行う。一方、コンパレータ 83 は、検出電流値が所定電流値未満であれば、第 2 制御回路 70 に切替え、リニア動作を行う。その結果、この点灯装置 2 では、高輝度領域では低消費電力のスイッチング動作で駆動し、低輝度領域では電圧が安定しているリニア動作で駆動することができる。

40

【0104】

また、実施の形態 2 の作用効果は、実施の形態 1 と同一の作用効果である。このため、実施の形態 1 と実施の形態 2 と同一の作用効果については、同一の符号を付して作用効果に関する詳細な説明を省略する。

50

【 0 1 0 5 】

(実施の形態 3)

[構成]

次に、本実施の形態 3 における点灯装置 2 について説明する。

【 0 1 0 6 】

実施の形態 3 では、実施の形態 1 のインダクタ 5 2 の代わりにトランス Tr を用いている点で実施の形態 1 と異なっている。実施の形態 3 では、他の点について実施の形態 1 と同一である。このため、実施の形態 1 と実施の形態 3 と同一の構成については、同一の符号を付して構成に関する詳細な説明を省略する。

【 0 1 0 7 】

図 9 は、実施の形態 3 における点灯装置の一部の構成を示す回路図である。

【 0 1 0 8 】

図 9 に示すように、実施の形態 3 における点灯装置 2 の制御回路 6 及び降圧コンバータ 5 の構成を示す回路図である。

【 0 1 0 9 】

ダイオードブリッジ 4 2 及びコンデンサ 4 3 で構成される整流平滑回路の出力端子間には、トランス Tr の一次巻線 T 1 とスイッチング素子 5 4 とが直列接続されている。また、トランス Tr の二次巻線 T 2 の両端間にはコンデンサ 5 3 が接続され、二次巻線 T 2 の一端とコンデンサ 5 3 との間にはダイオード 5 1 が接続されている。また、二次巻線 T 2 の極性は一次巻線 T 1 の極性と逆になっている。つまり、点灯装置 2 はフライバック方式を用いている。

【 0 1 1 0 】

スイッチング素子 5 4 のオンオフの繰り返しにより、一次巻線 T 1 へ供給される電圧 V_{in} が高周波電圧に変換される。変換された高周波電圧は、二次巻線 T 2 へ転送される。つまり、スイッチング素子 5 4 のオンオフの繰り返しにより、トランス Tr の二次巻線 T 2 には、それぞれの一次巻線 T 1 と二次巻線 T 2 との巻き数比に応じた交流電圧が発生する。この二次巻線 T 2 に発生する交流電圧は、ダイオード 5 1 によって電圧を整流化し、コンデンサ 5 3 が電圧を平滑化されて直流電圧の出力電圧 V_o が生成される。そして、この出力電圧 V_o は、発光素子 3 へ流れる。

【 0 1 1 1 】

[作用・効果]

次に、本実施の形態 3 における点灯装置 2 の作用効果について説明する。

【 0 1 1 2 】

また、実施の形態 1 に係る点灯装置 2 では、降圧コンバータ 5 に入力される直流電圧を生成する直流電源回路 4 を備えている。切替回路 8 は、第 2 制御回路 7 0 を動作させる場合に、直流電源回路 4 を制御することで降圧コンバータ 5 に入力される直流電圧を低下させる。

【 0 1 1 3 】

この構成によれば、降圧コンバータ 5 の入力側にある直流電源回路 4 は、切替回路 8 が第 2 制御回路 7 0 によりリニア動作させる場合に、降圧コンバータ 5 の入力電圧と出力電圧とを近づけるように制御する。このため、この点灯装置 2 では、降圧コンバータ 5 の入力電圧と出力電圧とを近づけることで、この入力電圧と出力電圧との間の電力ロス W を低減することができるとともに、高効率化を実現することができる。

【 0 1 1 4 】

例えば、降圧コンバータ 5 において、入力電圧 V_{in} が 100 (V) で、出力電圧 V_{out} が 60 (V) である場合に、入力電圧 V_{in} を 65 (V) にしても、出力電圧 V_{out} は 60 (V) のままである。この場合、電力ロス W を求める計算式は、入力電圧 V_{in} 、出力電圧 V_{out} 及び降圧コンバータ 5 の電流によって、以下の式で表すことができる。

【 0 1 1 5 】

10

20

30

40

50

$$W = (V_{in} - V_{out}) I$$

【0116】

このため、この電力ロスWの計算式を用いて計算すると、電力ロスWが40(W)から5(W)となる。つまり、この点灯装置2では、電力ロスWを8分の1まで低減することができる。その結果、この点灯装置2では、リニア動作を行う第2制御回路70において、省エネルギー化を実現することができる。

【0117】

(実施の形態4)

[構成]

次に、本実施の形態4における照明器具について説明する。

10

【0118】

実施の形態4では、上記実施の形態1～3及び実施の形態1の変形例1、2に係る点灯装置2を備える照明器具1について、図10～12を用いて説明する。

【0119】

図10～図12は、実施の形態4における照明器具の外観図である。

【0120】

図10に示す照明器具1はダウンライトであり、図11及び図12に示す照明器具1はスポットライトである。照明器具1は、回路ボックス101と、灯体102と、配線103とを有している。回路ボックス101は、点灯装置2を収納している。灯体102は、発光素子3を収納している。配線103は、回路ボックス101と灯体102と電氣的に接続している。

20

【0121】

実施の形態4の作用効果は、実施の形態1と同様である。このため、実施の形態4では、作用効果に関する詳細な説明を省略する。

【0122】

(その他変形例等)

以上、本発明に係る点灯装置2及び照明器具1について、実施の形態1～4及び実施の形態1の変形例1、2に基づいて説明したが、本発明は、これらの実施の形態1～4及び実施の形態1の変形例1、2に限定されるものではない。

【0123】

例えば、この点灯装置2では、複数の発光素子3を直列接続及び並列接続したものでよく、複数の発光素子3を接続してモジュール化(装置やシステム化)した物でもよく、モジュール化したものを組み合わせてもよい。

30

【0124】

また、この点灯装置2では、降圧コンバータ5の入力側に、昇圧降圧コンバータやPFC(Power Factor Correction)型フライバック式コンバータなどを組み合わせてもよい。

【0125】

その他、実施の形態1～4及び実施の形態1の変形例1、2に対して当業者が思いつく各種変形を施して得られる形態や、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で実施の形態1～4及び実施の形態1の変形例1、2における構成要素及び機能を任意に組み合わせることで実現される形態も本発明に含まれる。

40

【符号の説明】

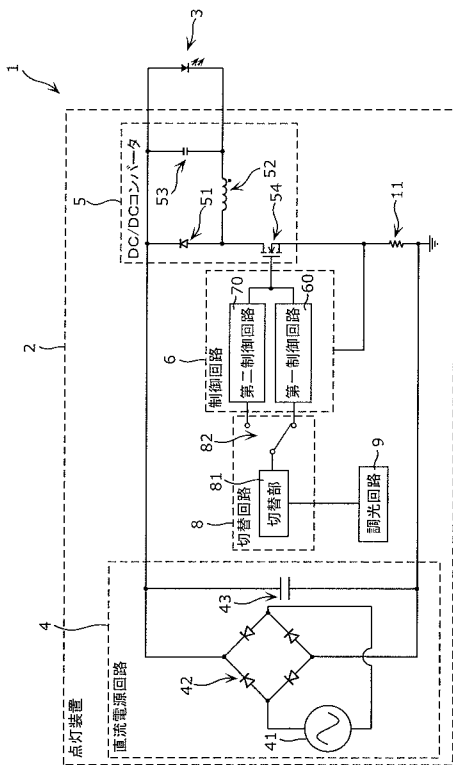
【0126】

- 1 照明器具
- 2 点灯装置
- 3 発光素子
- 4 直流電源回路
- 5 DC/DCコンバータ
- 8 切替回路

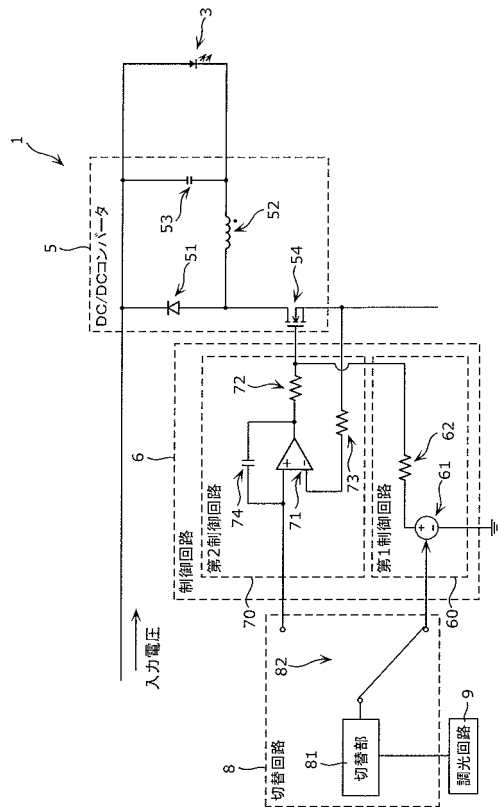
50

- 5 4 スイッチング素子
- 6 0 第 1 制御回路
- 7 0 第 2 制御回路
- T o n オン時間

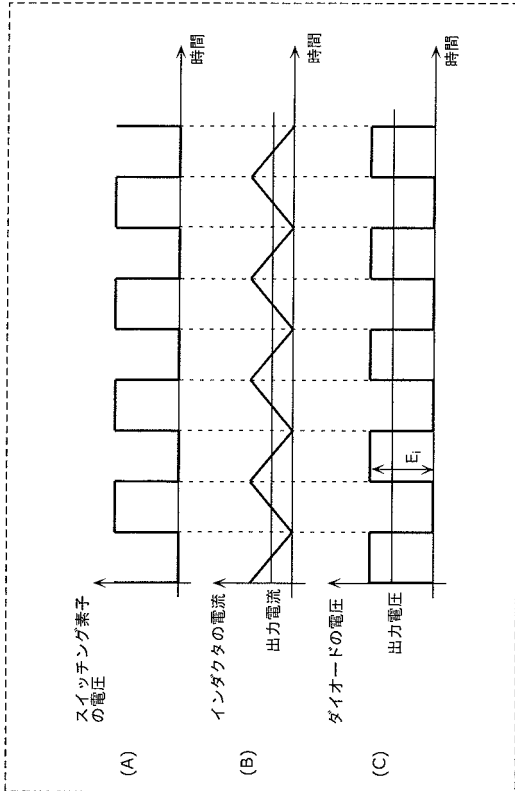
【 図 1 】



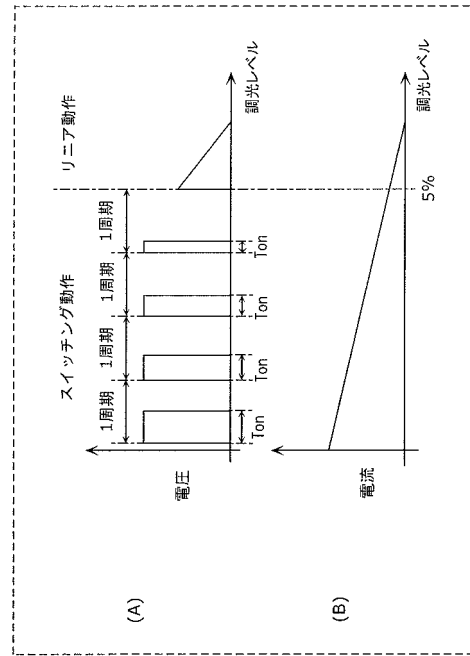
【 図 2 】



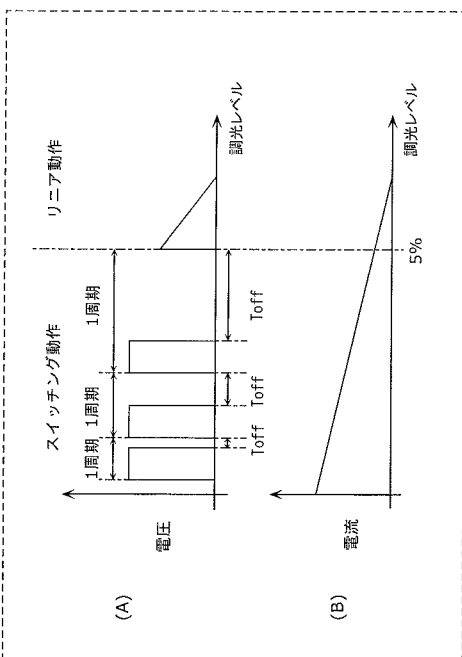
【 図 3 】



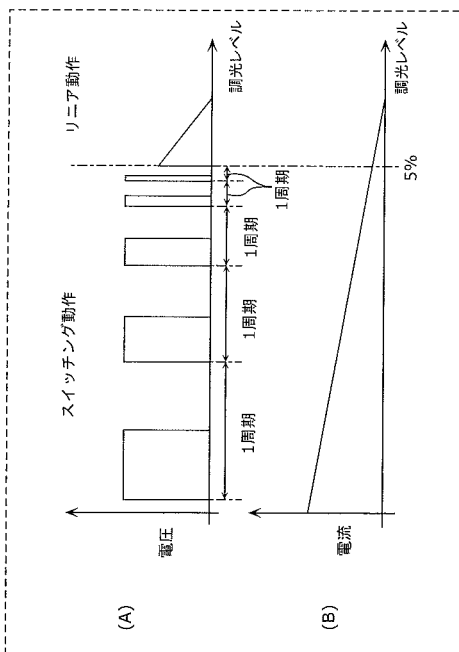
【 図 4 】



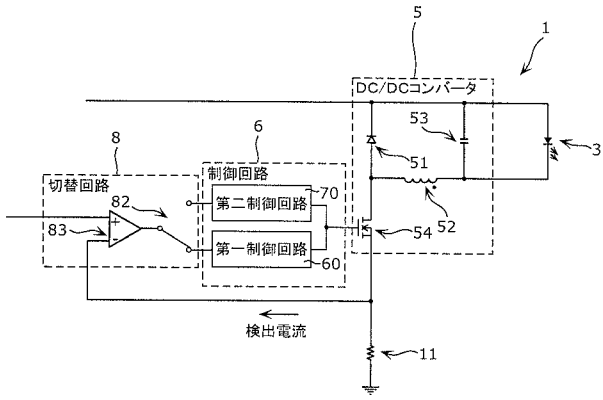
【 図 5 】



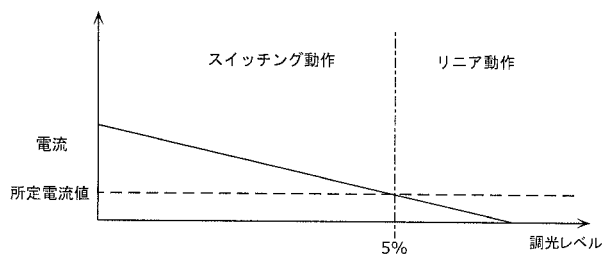
【 図 6 】



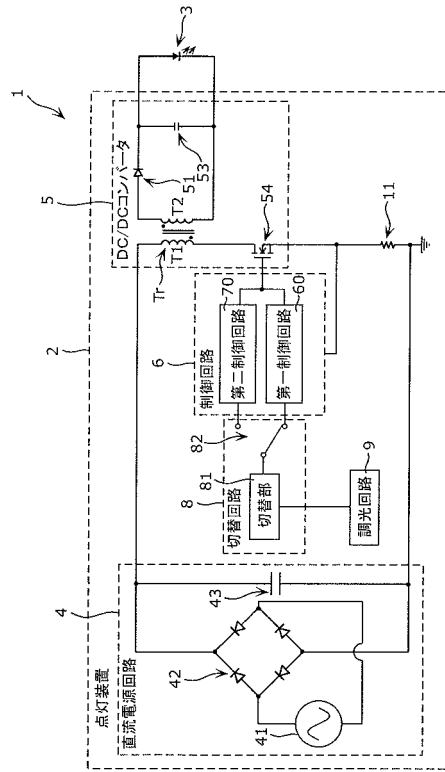
【図7】



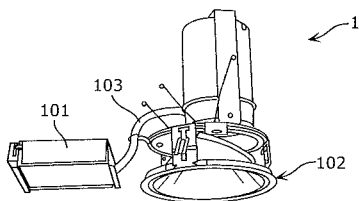
【図8】



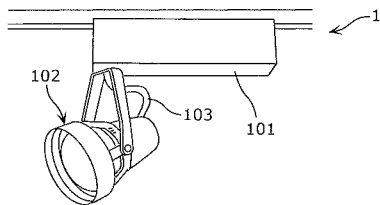
【図9】



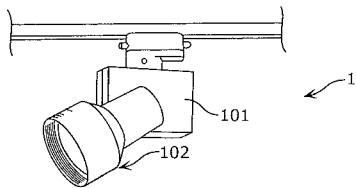
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 山原 大輔

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 パナソニック株式会社内

Fターム(参考) 3K273 AA10 BA08 BA24 BA25 BA27 CA02 CA03 CA12 DA02 EA07
EA11 EA24 EA25 EA35 EA36 FA03 FA07 FA13 FA14 FA22
FA26 FA27 FA32 GA03 GA12 GA14 GA15 GA18 GA27