

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6089273号
(P6089273)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

(51) Int.Cl. F I
H05B 37/02 (2006.01) H05B 37/02 J
H02M 3/155 (2006.01) H02M 3/155 H

請求項の数 10 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2013-1929 (P2013-1929)	(73) 特許権者	314012076 パナソニックIPマネジメント株式会社
(22) 出願日	平成25年1月9日(2013.1.9)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(65) 公開番号	特開2014-135176 (P2014-135176A)	(74) 代理人	100087767 弁理士 西川 恵清
(43) 公開日	平成26年7月24日(2014.7.24)	(72) 発明者	松本 大志 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内
審査請求日	平成27年9月29日(2015.9.29)	(72) 発明者	稲田 義之 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	高松 健一 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】 点灯装置および、これを用いた照明器具、車載用照明器具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のインダクタを有し、スイッチング素子がオンされると、直流電源から前記スイッチング素子を介して前記第1のインダクタに電流が流れることで、前記第1のインダクタにエネルギーが蓄積され、前記スイッチング素子がオフされると、前記第1のインダクタに蓄積されたエネルギーが放出されることで、コンデンサに電荷を蓄積する第1のコンバータ回路および、第2のインダクタを有し、前記スイッチング素子がオンされると、前記コンデンサから前記スイッチング素子を介して前記第2のインダクタに電流が流れることで、前記第2のインダクタにエネルギーが蓄積され、前記スイッチング素子がオフされると、前記第2のインダクタに蓄積されたエネルギーが放出されることで、光源に電流を供給する第2のコンバータ回路からなる電力変換回路と、

前記電力変換回路から前記光源に供給される出力電流を検出する電流検出部と、

前記スイッチング素子をスイッチング制御しており、前記電流検出部の検出結果に基づいて前記スイッチング素子のオンデューティを設定することで、前記出力電流が目標値となるようにフィードバック制御する制御部とを備え、

前記制御部は、前記出力電流をゼロの状態から前記目標値に向かって増加させる前記出力電流の立ち上げ時における前記スイッチング素子の駆動周波数を、前記出力電流を前記目標値まで増加させた後である前記出力電流の定常時における前記駆動周波数よりも高く設定することを特徴する点灯装置。

【請求項2】

10

20

前記制御部は、

前記目標値から前記出力電流を引いた差分値が、第1の閾値以上である場合、前記駆動周波数を第1の周波数に設定し、

前記差分値が、前記第1の閾値以下となる第2の閾値未満である場合、前記駆動周波数を前記第1の周波数より低い第2の周波数に設定することを特徴とする請求項1記載の点灯装置。

【請求項3】

前記第2の閾値は、前記定常時における前記出力電流のバラツキ幅と前記出力電流のリップル幅との和よりも大きいことを特徴とする請求項2記載の点灯装置。

【請求項4】

前記第2の閾値は、前記第1の閾値と同じ値であることを特徴とする請求項2または3記載の点灯装置。

【請求項5】

前記第2の閾値は、前記第1の閾値より小さく、

前記制御部は、前記差分値が第1の閾値未満かつ前記第2の閾値以上である場合、前記差分値が小さくなるにつれて、前記駆動周波数を前記第1の周波数から前記第2の周波数に向かって一次関数的に減少させることを特徴とする請求項2または3記載の点灯装置。

【請求項6】

前記第2の閾値は、前記第1の閾値より小さく、

前記制御部は、前記差分値が第1の閾値未満かつ前記第2の閾値以上である場合、前記差分値が小さくなるにつれて、前記駆動周波数を減少させる傾きが小さくなるように、前記駆動周波数を前記第1の周波数から前記第2の周波数に向かって減少させることを特徴とする請求項2または3記載の点灯装置。

【請求項7】

前記制御部が起動してからの経過時間をカウントするタイマーを備え、

前記制御部は、

前記経過時間が第3の閾値未満である場合、前記駆動周波数を第1の周波数に設定し、

前記経過時間が前記第3の閾値以上である場合、前記駆動周波数を前記第1の周波数より低い第2の周波数に設定することを特徴とする請求項1記載の点灯装置。

【請求項8】

前記電力変換回路は、C u k コンバータ回路または変形C u k コンバータ回路で構成されることを特徴とする請求項1乃至7のうちいずれか1項に記載の点灯装置。

【請求項9】

請求項1乃至8のうちいずれか1項に記載の点灯装置と、

発光素子で構成され、前記点灯装置から電力が供給される光源と、

前記点灯装置および前記光源が取り付けられる器具本体とを備えることを特徴とする照明器具。

【請求項10】

請求項1乃至8のうちいずれか1項に記載の点灯装置と、

発光素子で構成され、前記点灯装置から電力が供給される光源と、

前記点灯装置および前記光源が取り付けられ、車両に設けられる灯具とを備えることを特徴とする車載用照明器具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、点灯装置および、これを用いた照明器具、車載用照明器具に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、LEDの効率化、高輝度化に伴い、ダウンライト照明、直管型照明、および車

10

20

30

40

50

両用前照灯などの光源としてLEDの需要が高まってきた。そして、このLEDの急速な普及に伴い、LEDを点灯させる点灯装置の開発が急務とされている。

【0003】

また、車載業界においてもLED光源を用いた前照灯の点灯装置の開発が盛んに行われており、中でも低コスト化が重要な課題にあげられている。点灯装置の低コスト化のためには、高価な大型トランスを用いたDC-DCコンバータ方式や、高ビットマイコンを用いた制御を避け、安価なコイル・小型トランスや低ビットマイコンを採用することが手段の一つといえる。

【0004】

そこで、トランスを使用せずチョークコイルで構成し、入出力電流のリプルが安定するCukコンバータ回路が注目されている(例えば、特許文献1参照)。図18に、Cukコンバータ回路を用いた点灯装置の回路構成図を示す。

10

【0005】

この点灯装置は、電力変換回路101, 制御部102, 電流検出部103を主構成とし、直流電源E101を入力電源として、複数のLED素子Ld101からなる光源104を点灯させるものである。

【0006】

電力変換回路101は、コンデンサC101~コンデンサC103, インダクタL101, インダクタL102, スwitching素子Q101, ダイオードD101からなるCukコンバータ回路で構成されている。

20

【0007】

コンデンサC101は、直流電源E101の出力端間に接続されており、直流電源E101から印加される入力電圧Viの雑音などを低減する。このコンデンサC101と並列に、インダクタL101, スwitching素子Q101を順に接続した直列回路が接続されている。Switching素子Q101は、nチャンネルMOSFETで構成されており、後述する制御部102によってSwitching制御される。また、Switching素子Q101と並列に、コンデンサC102, ダイオードD101を順に接続した直列回路が接続されている。さらに、ダイオードD101と並列に、コンデンサC103, インダクタL102を順に接続した直列回路が接続されている。具体的には、ダイオードD101のアノードにインダクタL102が接続され、ダイオードD101のカソードにコンデンサC103が接続されている。

30

【0008】

そして、上記構成の電力変換回路101は、Switching素子Q101がオン・オフ駆動されることで、コンデンサC103の両端間に、直流電源E101から印加される入力電圧Viを変換した所望の出力電圧Voを生成する。なお、電力変換回路101は、入力電圧Viの極性を反転させた出力電圧Voを生成する。したがって、コンデンサC103における、ダイオードD101側が正極となり、インダクタL102側が負極となる。

【0009】

コンデンサC103と並列に、抵抗R101を介して複数のLED素子Ld101からなる光源104が接続されている。したがって、電力変換回路101の出力電圧Voが光源104に印加されることで、各LED素子Ld101に出力電流Ioが供給されて点灯する。

40

【0010】

抵抗R101は、光源104に供給される出力電流Ioの検出用抵抗である。電流検出部103は、抵抗R101の両端電圧を検出することで出力電流Ioを検出し、出力電流検出値Y(以降、検出値Yと略称する)を制御部102に出力する。

【0011】

制御部102は、入力電圧検知部121, 駆動信号設定部122, 駆動信号発信部123, コンパレータ124を有するマイコンで構成されている。そして、制御部102は、検出値Yに基づいてSwitching素子Q101のオンデューティを設定することで、出力

50

電流 I_o が目標値となるようにフィードバック制御する。

【0012】

入力電圧検知部 121 は、電力変換回路 101 の入力端に接続されており、直流電源 E101 から印加される入力電圧 V_i を検出する。

【0013】

コンパレータ 124 は、反転入力端子に検出値 Y が入力され、非反転入力端子に出力電流 I_o の指令値 X (目標値に相当) が入力される。そして、コンパレータ 124 は、指令値 X から検出値 Y を減算した値を、駆動信号設定部 122 に出力する。

【0014】

駆動信号設定部 122 は、コンパレータ 124 の出力に基づいて、スイッチング素子 Q101 のオンデューティを設定する。

10

【0015】

駆動信号発信部 123 は、駆動信号をスイッチング素子 Q101 に出力することで、スイッチング素子 Q101 をオン・オフ駆動している。スイッチング素子 Q101 (駆動信号) の駆動周波数 f は、予め所定値に設定されている。また、スイッチング素子 Q101 (駆動信号) のオンデューティは、駆動信号設定部 122 によって設定される。

【0016】

このように、制御部 102 は、検出値 Y に基づいてスイッチング素子 Q101 のオンデューティを設定することで、出力電流 I_o が目標値となるようにフィードバック制御する。

20

【0017】

次に、電力変換回路 101 の動作について説明する。

【0018】

まず、スイッチング素子 Q101 がオンされると、直流電源 E101 インダクタ L101 スwitching素子 Q101 直流電源 E101 の閉回路に電流が流れることで、インダクタ L101 にエネルギーが蓄積される。そして、スイッチング素子 Q101 がオフされると、インダクタ L101 に蓄積されたエネルギーが放出される。このとき、インダクタ L101 コンデンサ C102 ダイオード D101 直流電源 E101 インダクタ L101 の閉回路に電流が流れることで、コンデンサ C102 に電荷が蓄積される。このように、スイッチング素子 Q101 がオン・オフ駆動されることによって、コンデンサ C102 の両端電圧が、直流電源 E101 の入力電圧 V_i よりも高い電圧に昇圧される。

30

【0019】

そして、次にスイッチング素子 Q101 がオンされると、上記動作で電荷が蓄積されたコンデンサ C102 が電源となり、コンデンサ C102 の蓄積電荷が放出される。このとき、コンデンサ C102 スwitching素子 Q101 コンデンサ C103 インダクタ L102 コンデンサ C102 の閉回路に電流が流れることで、コンデンサ C103 に電荷が蓄積されると共に、インダクタ L102 にエネルギーが蓄積される。そして、スイッチング素子 Q101 がオフされると、インダクタ L102 に蓄積されたエネルギーが放出される。このとき、インダクタ L102 に逆起電力が発生し、スイッチング素子 Q101 のオン時の電流方向を維持するように、インダクタ L102 ダイオード D101 コンデンサ C103 インダクタ L102 の閉回路に電流が流れる。このように、スイッチング素子 Q101 がオン・オフ駆動されることによって、コンデンサ C103 の両端電圧 (出力電圧 V_o) は、コンデンサ C102 の両端電圧よりも低い電圧に降圧される。なお、コンデンサ C103 の両端間に生成される出力電圧 V_o が、直流電源 E101 の入力電圧 V_i より高いか低いかは、スイッチング素子 Q1 のスイッチング制御 (オンデューティ, 駆動周波数 f) や回路定数によって設定される。

40

【0020】

このように、電力変換回路 101 は、スイッチング素子 Q101 がオン・オフ駆動されることによって、入力電圧 V_i を昇圧または降圧した出力電圧 V_o を生成し、光源 104 に印加することで光源 104 を点灯させる。

50

【0021】

また、スイッチング素子のオフ時にも電源のエネルギーを有効に活用でき、フライバックコンバータ回路と比べてトランスを小型化することができる変形Cukコンバータ回路も注目されている。図19に、変形Cukコンバータ回路を用いた点灯装置の回路構成図を示す。なお、図18の点灯装置と同様の構成には同一符号を付して説明を省略する。

【0022】

この点灯装置は、電力変換回路201、制御部102、電流検出部103を主構成とし、直流電源E101を入力電源として、複数のLED素子Ld101からなる光源104を点灯させるものである。

【0023】

電力変換回路201は、コンデンサC201～コンデンサC203、トランスT201、インダクタL203、スイッチング素子Q201、ダイオードD201からなる変形Cukコンバータ回路で構成されている。

【0024】

コンデンサC201は、直流電源E101の出力端間に接続されており、直流電源E101から印加される入力電圧Viの雑音などを低減する。このコンデンサC201と並列に、トランスT201の一次巻線L201、スイッチング素子Q201を順に接続した直列回路が接続されている。スイッチング素子Q201は、nチャンネルMOSFETで構成されており、制御部102によってスイッチング制御される。また、スイッチング素子Q201と並列に、コンデンサC202、トランスT201の二次巻線L202、ダイオードD201を順に接続した直列回路が接続されている。さらに、二次巻線L202、ダイオードD201の直列回路と並列に、コンデンサC203、インダクタL203を順に接続した直列回路が接続されている。具体的には、ダイオードD201のカソードがコンデンサC203に接続され、二次巻線L202がインダクタL203に接続されている。

【0025】

そして、上記構成の電力変換回路201は、スイッチング素子Q201がオン・オフ駆動されることで、コンデンサC203の両端間に、直流電源E101から印加される入力電圧Viを変換した所望の出力電圧Voを生成する。なお、電力変換回路201は、入力電圧Viの極性を反転させた出力電圧Voを生成する。したがって、コンデンサC203におけるダイオードD201側が正極となり、インダクタL203側が負極となる。

【0026】

コンデンサC203と並列に、抵抗R101を介して、複数のLED素子Ld101からなる光源104が接続されている。したがって、電力変換回路201の出力電圧Voが光源104に印加されることで、各LED素子Ld101に出力電流Ioが供給されて点灯する。

【0027】

制御部102、電流検出部103は、図18を用いて説明した点灯装置と同様の構成であるので、説明を省略する。

【0028】

次に、電力変換回路201の動作について説明する。

【0029】

まず、スイッチング素子Q201がオンされると、直流電源E101 一次巻線L201 スwitchング素子Q201 直流電源E101の閉回路に電流が流れることで、トランスT201にエネルギーが蓄積される。そして、スイッチング素子Q201がオフされると、トランスT201に蓄積されたエネルギーが放出される。このとき、二次巻線L202 ダイオードD201 直流電源E101 一次巻線L201 コンデンサC202 二次巻線L202の閉回路に電流が流れることで、コンデンサC202に電荷が蓄積される。このように、スイッチング素子Q201がオン・オフ駆動されることによって、コンデンサC202の両端電圧が、直流電源E101の入力電圧Viよりも高い電圧に昇圧される。

10

20

30

40

50

【0030】

そして、次にスイッチング素子Q201がオンされると、上記動作で電荷が蓄積されたコンデンサC202が電源となり、コンデンサC202の蓄積電荷が放出される。このとき、コンデンサC202 スwitching素子Q201 コンデンサC203 インダクタL203 コンデンサC202の閉回路に電流が流れることで、コンデンサC203に電荷が蓄積されると共に、インダクタL203にエネルギーが蓄積される。そして、スイッチング素子Q201がオフされると、インダクタL203に蓄積されたエネルギーが放出される。このとき、インダクタL203に逆起電力が発生し、スイッチング素子Q201のオン時の電流方向を維持するように、インダクタL203 二次巻線L202 ダイオードD201 コンデンサC203 インダクタL203の閉回路に電流が流れる。このように、スイッチング素子Q201がオン・オフ駆動されることによって、コンデンサC203の両端電圧(出力電圧 V_o)は、コンデンサC202の両端電圧よりも低い電圧に降圧される。なお、コンデンサC203の両端間に生成される出力電圧 V_o が、直流電源E101の入力電圧 V_i より高いか低いかは、スイッチング素子Q201のスイッチング制御(オンデューティ, 駆動周波数 f)や回路定数によって設定される。

10

【0031】

このように、電力変換回路201は、スイッチング素子Q201がオン・オフ駆動されることによって、入力電圧 V_i を昇圧または降圧した出力電圧 V_o を生成し、光源104に印加することで光源104を点灯させる。

【0032】

そして、上述したCukコンバータ回路からなる電力変換回路101または、変形Cukコンバータ回路からなる電力変換回路201を用い、さらに、演算速度が遅いが安価な低ビットマイコンからなる制御部102を採用することで、点灯装置のコストを削減することができる。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0033】

【特許文献1】特開2005-224094号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0034】

しかしながら、上述したCukコンバータ回路(電力変換回路101)または変形Cukコンバータ回路(電力変換回路201)と、演算速度の遅い低ビットマイコン(制御部102)とを組み合わせ、さらに駆動周波数 f を固定した場合、以下の問題が発生する。図18に示した点灯装置(電力変換回路1をCukコンバータ回路で構成)を用いて説明する。

【0035】

上述したように、制御部102は、出力電流 I_o の検出値 Y に基づいてスイッチング素子Q101のオンデューティを設定することで、出力電流 I_o が目標値となるようにフィードバック制御している。したがって、光源104を消灯状態(出力電流 I_o がゼロ)から定格点灯(出力電流 I_o が目標値)させる場合、制御部102は、スイッチング素子Q101のオンデューティを増加させることで、出力電流 I_o を目標値まで増加させる。

40

【0036】

しかし、演算速度が遅い低ビットマイコンで制御部102を構成しているため、出力電流 I_o のフィードバック制御(オンデューティの更新)が遅い。そのため、出力電流 I_o をゼロの状態から目標値に向かって増加させる出力電流 I_o の立ち上げ時において、出力電流 I_o のオーバーシュートを抑制するために、オンデューティの増加度合いを緩やかにする必要がある。

【0037】

また、上述したように、スイッチング素子Q101がオン・オフ駆動されることで、C

50

ukコンバータ回路を構成するコンデンサC102が充放電を繰り返す。しかし、出力電流I_oの立ち上げ時は、スイッチング素子Q101のオンデューティが低いため、コンデンサC102から入力側チョークコイル(インダクタL101)に向かって電流が流れる、すなわち逆流が発生する。この逆流によって出力電流I_oが増加しなくなる期間(以降、停滞期間T_Aと称す)が発生する。図20(a)に、出力電流I_oの立ち上げ時における出力電流I_oの波形図を示す。図20(a)に示すように、出力電流I_oの停滞期間T_Aによって、出力電流I_oの立ち上がり波形が段階的になり、結果的に出力電流I_oが定格値(目標値)に達するまでの時間(出力電流I_oの立ち上げ時間)が遅くなる。なお、出力電流I_oが増加する期間を増加期間T_Bとする

図20(b)に、出力電流I_oの立ち上げ時におけるインダクタL101に流れるチョーク電流I_lの波形図を示す。なお、図20(b)の実線は、増減を繰り返すチョーク電流I_lのピーク値およびボトム値の包絡線を示す。また、図21(a)に、出力電流I_oの停滞期間T_Aにおける、チョーク電流I_lの拡大波形図を示す。また、図21(b)に、出力電流I_oが増加期間T_Bにおけるチョーク電流I_lの拡大波形図を示す。

【0038】

インダクタL101に流れるチョーク電流I_lは、スイッチング素子Q101がオンしているオン期間T_{on}において増加し、スイッチング素子Q101がオフしているオフ期間T_{off}において低減する。

【0039】

ここで、出力電流I_oの立ち上げ時は、オンデューティが小さいため、チョーク電流I_lが不連続モードとなる。したがって、オフ期間T_{off}において、チョーク電流I_lが低減してゼロになった以降もスイッチング素子Q101のオフ状態が継続する。このとき、寄生容量とインダクタL101のインダクタンスとによって、チョーク電流I_lがゼロを境にして自由振動(発振)する。このチョーク電流I_lの発振によって、チョーク電流I_lが負、すなわちコンデンサC102からインダクタL101に向かって電流が流れる(逆流する)タイミングが発生する。

【0040】

インダクタL101は、チョーク電流I_lが正であるときに正のエネルギーが蓄積される。したがって、図21(b)に示すように、チョーク電流I_lが正のタイミングでスイッチング素子Q101がターンオンした場合、スイッチング素子Q101のターンオフ時におけるチョーク電流I_lの値が高く、インダクタL101に蓄積されるエネルギーも大きくなる。

【0041】

しかし、図21(a)に示すように、チョーク電流I_lが負(逆流している)のタイミングでスイッチング素子Q101がターンオンした場合、オン期間T_{on}におけるチョーク電流I_lが正となる期間が短くなる。したがって、スイッチング素子Q101のターンオフ時におけるチョーク電流I_lの値が低くなる。これにより、インダクタL101に蓄積されるエネルギーが小さくなる。すなわち、チョーク電流I_lが負のタイミングでスイッチング素子Q101がターンオンした場合、インダクタL101に蓄積されるエネルギーが小さいので、出力電流I_oの増加が停滞する。

【0042】

また、図20(b)に示すように、出力電流I_oが定格値付近では、スイッチング素子Q101のオンデューティが増加することによってチョーク電流I_lが連続モードとなるので、チョーク電流I_lが負となるタイミングは発生しない。

【0043】

以上より、出力電流I_oの立ち上げ時間が遅くなる原因は、チョーク電流I_lの不連続モード時において、チョーク電流I_lが負のタイミングでスイッチング素子Q101がターンオンすることにある。

【0044】

上記問題を解決する方法として、コンパレータを用いてチョーク電流I_lがゼロとなる

10

20

30

40

50

タイミングを検出し、スイッチング素子 Q_{101} の駆動周波数 f を制御して、チョーク電流 I_L が臨界モードとなるように制御する方法が考えられる。この方法によって、チョーク電流 I_L の逆流が発生しなくなり、出力電流 I_o の立ち上げ時間を大幅に改善することが可能となる。しかし、制御が複雑化するので、演算処理性能の低い安価なマイコンを用いる場合、他の機能を削る必要がある。また、外付けで回路を構成するとコストが上がるという問題がある。

【0045】

また、駆動周波数 f を高く設定し、連続モードに遷移するまでの時間を短くする方法が考えられる。図22(a)に、駆動周波数 f が低く、オン期間 T_{on} が短い場合におけるチョーク電流 I_L の波形図を示す。また、図22(b)に、駆動周波数 f が低く、オン期間 T_{on} が長い場合におけるチョーク電流 I_L の波形図を示す。また、図22(c)に、駆動周波数 f が高く、オン期間 T_{on} が短い場合におけるチョーク電流 I_L の波形図を示す。図22(d)に、駆動周波数 f が高く、オン期間 T_{on} が長い場合におけるチョーク電流 I_L の波形図を示す。なお、図22(a)(b)におけるスイッチング周期(=1/駆動周波数 f)を T_{101} 、図22(c)(d)におけるスイッチング周期を T_{102} ($< T_{101}$)とする。また、図22(a)(c)におけるオン期間を T_{on101} 、図22(b)(d)におけるオン期間を T_{on102} ($> T_{on101}$)とする。

【0046】

例えば、出力電流 I_o の立ち上げ時において、オン期間を T_{on101} (例えば $1.0 \mu s$)から T_{on102} (例えば $1.5 \mu s$)まで増加させる(オンデューティを増加させる)とする。このとき、駆動周波数 f を低く設定している場合(スイッチング周期 T_{101})、オン期間を T_{on102} まで増加させてもチョーク電流 I_L は不連続モードとなっている(図22(a)(b)参照)。一方、駆動周波数 f を高く設定している場合(スイッチング周期 T_{202})、オン期間を T_{on102} まで増加させることでチョーク電流 I_L が連続モードとなる(図22(c)(d)参照)。

【0047】

したがって、駆動周波数 f を高く設定することで、出力電流 I_o の立ち上げ時において、オン期間 T_{on} の増加量が少なくても、チョーク電流 I_L を不連続モードから連続モードに遷移させることができる。すなわち、駆動周波数 f を高く設定することで、連続モードに遷移するまでの時間を短くすることができ、結果的に出力電流 I_o の立ち上げ時間を短くすることができる。しかし、駆動周波数 f を高く設定した場合、スイッチング素子 Q_{101} のスイッチングロスが増加し、回路効率が低下するという問題がある。

【0048】

本発明は、上記事由に鑑みてなされたものであり、その目的は、安価な構成で、回路効率の低下を抑制し、出力電流の立ち上げ時間を短縮することができる点灯装置および、これを用いた照明器具、車載用照明器具を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0049】

本発明の点灯装置は、第1のインダクタを有し、スイッチング素子がオンされると、直流電源から前記スイッチング素子を介して前記第1のインダクタに電流が流れることで、前記第1のインダクタにエネルギーが蓄積され、前記スイッチング素子がオフされると、前記第1のインダクタに蓄積されたエネルギーが放出されることで、コンデンサに電荷を蓄積する第1のコンバータ回路および、第2のインダクタを有し、前記スイッチング素子がオンされると、前記コンデンサから前記スイッチング素子を介して前記第2のインダクタに電流が流れることで、前記第2のインダクタにエネルギーが蓄積され、前記スイッチング素子がオフされると、前記第2のインダクタに蓄積されたエネルギーが放出されることで、光源に電流を供給する第2のコンバータ回路からなる電力変換回路と、前記電力変換回路から前記光源に供給される出力電流を検出する電流検出部と、前記スイッチング素子をスイッチング制御しており、前記電流検出部の検出結果に基づいて前記スイッチング素子のオンデューティを設定することで、前記出力電流が目標値となるようにフィードバ

10

20

30

40

50

ック制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記出力電流をゼロの状態から前記目標値に向かって増加させる前記出力電流の立ち上げ時における前記スイッチング素子の駆動周波数を、前記出力電流を前記目標値まで増加させた後である前記出力電流の定常時における前記駆動周波数よりも高く設定することを特徴する。

【0050】

この点灯装置において、前記制御部は、前記目標値から前記出力電流を引いた差分値が、第1の閾値以上である場合、前記駆動周波数を第1の周波数に設定し、前記差分値が、前記第1の閾値以下となる第2の閾値未満である場合、前記駆動周波数を前記第1の周波数より低い第2の周波数に設定することが好ましい。

【0051】

この点灯装置において、前記第2の閾値は、前記定常時における前記出力電流のバラツキ幅と前記出力電流のリプル幅との和よりも大きいことが好ましい。

【0052】

この点灯装置において、前記第2の閾値は、前記第1の閾値と同じ値であることが好ましい。

【0053】

この点灯装置において、前記第2の閾値は、前記第1の閾値より小さく、前記制御部は、前記差分値が第1の閾値未満かつ前記第2の閾値以上である場合、前記差分値が小さくなるにつれて、前記駆動周波数を前記第1の周波数から前記第2の周波数に向かって一次関数的に減少させることが好ましい。

【0054】

この点灯装置において、前記第2の閾値は、前記第1の閾値より小さく、前記制御部は、前記差分値が第1の閾値未満かつ前記第2の閾値以上である場合、前記差分値が小さくなるにつれて、前記駆動周波数を減少させる傾きが小さくなるように、前記駆動周波数を前記第1の周波数から前記第2の周波数に向かって減少させることが好ましい。

【0055】

この点灯装置において、前記制御部が起動してからの経過時間をカウントするタイマーを備え、前記制御部は、前記経過時間が第3の閾値未満である場合、前記駆動周波数を第1の周波数に設定し、前記経過時間が前記第3の閾値以上である場合、前記駆動周波数を前記第1の周波数より低い第2の周波数に設定することが好ましい。

【0056】

この点灯装置において、前記電力変換回路は、Cukコンバータ回路または変形Cukコンバータ回路で構成されることが好ましい。

【0057】

本発明の照明器具は、第1のインダクタを有し、スイッチング素子がオンされると、直流電源から前記スイッチング素子を介して前記第1のインダクタに電流が流れることで、前記第1のインダクタにエネルギーが蓄積され、前記スイッチング素子がオフされると、前記第1のインダクタに蓄積されたエネルギーが放出されることで、コンデンサに電荷を蓄積する第1のコンバータ回路および、第2のインダクタを有し、前記スイッチング素子がオンされると、前記コンデンサから前記スイッチング素子を介して前記第2のインダクタに電流が流れることで、前記第2のインダクタにエネルギーが蓄積され、前記スイッチング素子がオフされると、前記第2のインダクタに蓄積されたエネルギーが放出されることで、前記光源に電流を供給する第2のコンバータ回路からなる電力変換回路と、前記電力変換回路から前記光源に供給される出力電流を検出する電流検出部と、前記スイッチング素子をスイッチング制御しており、前記電流検出部の検出結果に基づいて前記スイッチング素子のオンデューティを設定することで、前記出力電流が目標値となるようにフィードバック制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記出力電流をゼロの状態から前記目標値に向かって増加させる前記出力電流の立ち上げ時における前記スイッチング素子の駆動周波数を、前記出力電流を前記目標値まで増加させた後である前記出力電流の定常時における前記駆動周波数よりも高く設定する点灯装置と、発光素子で構成され、前記点灯装

10

20

30

40

50

置から電力が供給される光源と、前記点灯装置および前記光源が取り付けられる器具本体とを備えることを特徴とする。

【0058】

本発明の車載用照明器具は、第1のインダクタを有し、スイッチング素子がオンされると、直流電源から前記スイッチング素子を介して前記第1のインダクタに電流が流れることで、前記第1のインダクタにエネルギーが蓄積され、前記スイッチング素子がオフされると、前記第1のインダクタに蓄積されたエネルギーが放出されることで、コンデンサに電荷を蓄積する第1のコンバータ回路および、第2のインダクタを有し、前記スイッチング素子がオンされると、前記コンデンサから前記スイッチング素子を介して前記第2のインダクタに電流が流れることで、前記第2のインダクタにエネルギーが蓄積され、前記スイッチング素子がオフされると、前記第2のインダクタに蓄積されたエネルギーが放出されることで、前記光源に電流を供給する第2のコンバータ回路からなる電力変換回路と、前記電力変換回路から前記光源に供給される出力電流を検出する電流検出部と、前記スイッチング素子をスイッチング制御しており、前記電流検出部の検出結果に基づいて前記スイッチング素子のオンデューティを設定することで、前記出力電流が目標値となるようにフィードバック制御する制御部とを備え、前記制御部は、前記出力電流をゼロの状態から前記目標値に向かって増加させる前記出力電流の立ち上げ時における前記スイッチング素子の駆動周波数を、前記出力電流を前記目標値まで増加させた後である前記出力電流の定常時における前記駆動周波数よりも高く設定する点灯装置と、発光素子で構成され、前記点灯装置から電力が供給される光源と、前記点灯装置および前記光源が取り付けられ、車両に設けられる灯具とを備えることを特徴とする。

10

20

【発明の効果】

【0059】

以上説明したように、本発明では、出力電流の立ち上げ時におけるスイッチング素子の駆動周波数を、出力電流の定常時における駆動周波数よりも高く設定することで、安価な構成で、回路効率の低下を抑制し、出力電流の立ち上げ時間を短縮することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0060】

【図1】本発明の実施形態1の点灯装置10の回路構成図である。

30

【図2】同上の制御部2の動作フローチャートである。

【図3】(a) 同上の検出値Yの波形図である。(b) 同上の差分値Zの波形図である。

【図4】同上の出力電流I_oの波形図である。

【図5】同上の出力電流I_oの波形図である。

【図6】(a)(b) スwitchング素子Q1のゲート電圧の波形図である。

【図7】実施形態2の制御部2の動作フローチャートである。

【図8】同上の差分値Zに対する駆動周波数fのグラフである。

【図9】同上の出力電流I_oの波形図である。

【図10】実施形態3の制御部2の動作フローチャートである。

【図11】同上の差分値Zに対する駆動周波数fのグラフである。

40

【図12】同上の検出値Yの波形図である。

【図13】実施形態4の制御部2の動作フローチャートである。

【図14】同上の差分値Zに対する駆動周波数fのグラフである。

【図15】実施形態5の点灯装置10の回路構成図である。

【図16】同上の制御部2の動作フローチャートである。

【図17】同上の出力電流I_oの波形図である。

【図18】Cukコンバータ回路を有する従来の点灯装置の回路構成図である。

【図19】変形Cukコンバータ回路を有する従来の点灯装置の回路構成図である。

【図20】(a) 従来の点灯装置の出力電流I_oの波形図である。(b) 従来の点灯装置のチョーク電流I_lの波形図である。

50

【図 2 1】(a) (b) 同上のチョーク電流 I_L の拡大波形図である。

【図 2 2】(a) ~ (d) チョーク電流 I_L の拡大波形図である。

【発明を実施するための形態】

【0061】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0062】

(実施形態 1)

図 1 に本実施形態の点灯装置 10 の回路構成図を示す。

【0063】

本実施形態の点灯装置 10 は、電力変換回路 1、制御部 2、電流検出部 3 を主構成とし、直流電源 E_1 を入力電源として、複数の LED 素子 $L_d 1$ (発光素子) からなる光源 4 を点灯させるものである。

10

【0064】

電力変換回路 1 は、第 1 のコンバータ回路 1 A と第 2 のコンバータ回路 1 B とを形成する Cuk コンバータ回路で構成されている。

【0065】

第 1 のコンバータ回路 1 A は、コンデンサ C_1 、コンデンサ C_2 、インダクタ L_1 (第 1 のインダクタ)、スイッチング素子 Q_1 、ダイオード D_1 からなる昇圧チョップ回路で構成される。コンデンサ C_1 は、直流電源 E_1 の出力端間に接続されており、直流電源 E_1 から印加される入力電圧 V_i の雑音などを低減する。このコンデンサ C_1 と並列に、インダクタ L_1 、スイッチング素子 Q_1 を順に接続した直列回路が接続されている。スイッチング素子 Q_1 は、n チャンネル MOSFET で構成されており、後述する制御部 2 によってスイッチング制御される。また、スイッチング素子 Q_1 と並列に、コンデンサ C_2 、ダイオード D_1 を順に接続した直列回路が接続されている。

20

【0066】

また、第 2 のコンバータ回路 1 B は、コンデンサ C_2 、コンデンサ C_3 、インダクタ L_2 (第 2 のインダクタ)、スイッチング素子 Q_1 、ダイオード D_1 からなる降圧チョップ回路で構成される。なお、コンデンサ C_2 、スイッチング素子 Q_1 、ダイオード D_1 は、第 1 のコンバータ回路 1 A と第 2 のコンバータ回路 1 B との構成を兼用している。上述したダイオード D_1 と並列に、コンデンサ C_3 、インダクタ L_2 を順に接続した直列回路が接続されている。具体的には、ダイオード D_1 のアノードにインダクタ L_2 が接続され、ダイオード D_1 のカソードにコンデンサ C_3 が接続されている。

30

【0067】

そして、上記構成の電力変換回路 1 は、スイッチング素子 Q_1 がオン・オフ駆動されることで、コンデンサ C_3 の両端間に、直流電源 E_1 から印加される入力電圧 V_i を変換した所望の出力電圧 V_o を生成する。なお、電力変換回路 1 は、入力電圧 V_i の極性を反転させた出力電圧 V_o を生成する。したがって、コンデンサ C_3 における、ダイオード D_1 側が正極となり、インダクタ L_2 側が負極となる。

【0068】

コンデンサ C_3 と並列に、抵抗 R_1 を介して複数の LED 素子 $L_d 1$ からなる光源 4 が接続されている。したがって、電力変換回路 1 の出力電圧 V_o が光源 4 に印加されることで、LED 素子 $L_d 1$ に出力電流 I_o が供給されて点灯する。なお、光源 4 を構成する発光素子は、LED 素子 $L_d 1$ に限定するものではなく、有機 EL 素子等で構成されていてもよい。

40

【0069】

抵抗 R_1 は、光源 4 に供給される出力電流 I_o の検出用抵抗である。電流検出部 3 は、抵抗 R_1 の両端電圧を検出することで出力電流 I_o を検出し、出力電流検出値 Y (以降、検出値 Y と略称する) を制御部 2 に出力する。

【0070】

制御部 2 は、入力電圧検知部 2 1、駆動信号設定部 2 2、駆動信号発信部 2 3、コンパ

50

レータ 24, コンパレータ 25 を有するマイコンで構成されている。そして、制御部 2 は、検出値 Y に基づいてスイッチング素子 Q1 のオンデューティ Don を設定することで、出力電流 Io が目標値となるようにフィードバック制御する。

【0071】

入力電圧検知部 21 は、電力変換回路 1 の入力端に接続されており、直流電源 E1 から印加される入力電圧 Vi を検出する。

【0072】

コンパレータ 24 は、反転入力端子に検出値 Y が入力され、非反転入力端子に出力電流 Io の指令値 X (目標値に相当) が入力される。そして、コンパレータ 24 は、指令値 X から検出値 Y を引いた値 (以降、差分値 Z と称す) を、駆動信号設定部 22 に出力する。

10

【0073】

また、コンパレータ 25 は、反転入力端子に検出値 Y が入力され、非反転入力端子に指令値 X が入力される。そして、コンパレータ 25 は、指令値 X から検出値 Y を引いた差分値 Z を、駆動信号設定部 22 に出力する。

【0074】

そして、駆動信号設定部 22 は、コンパレータ 24 の出力 (差分値 Z) に基づいて、駆動信号 (スイッチング素子 Q1) のオンデューティ Don を設定し、コンパレータ 25 の出力 (差分値 Z) に基づいて、駆動信号 (スイッチング素子 Q1) の駆動周波数 f を設定する。

【0075】

20

駆動信号発信部 23 は、駆動信号をスイッチング素子 Q1 に出力することで、スイッチング素子 Q1 をオン・オフ駆動している。

【0076】

このように、制御部 2 は、検出値 Y に基づいてスイッチング素子 Q1 のオンデューティ Don, 駆動周波数 f を設定することで、出力電流 Io が目標値となるようにフィードバック制御する。

【0077】

次に、電力変換回路 1 の動作について説明する。

【0078】

まず、第 1 のコンバータ回路 1A の動作について説明する。スイッチング素子 Q1 がオンされると、直流電源 E1 インダクタ L1 スwitching 素子 Q1 直流電源 E1 の閉回路に電流が流れることで、インダクタ L1 にエネルギーが蓄積される。そして、スイッチング素子 Q1 がオフされると、インダクタ L1 に蓄積されたエネルギーが放出される。このとき、インダクタ L1 コンデンサ C2 ダイオード D1 直流電源 E1 インダクタ L1 の閉回路に電流が流れることで、コンデンサ C2 に電荷が蓄積される。このように、第 1 のコンバータ回路 1A は、スイッチング素子 Q1 がオン・オフ駆動されることで、直流電源 E1 の入力電圧 Vi よりも高く昇圧された電圧を、コンデンサ C2 の両端間に生成する。

30

【0079】

次に、第 2 のコンバータ回路 1B の動作について説明する。第 2 のコンバータ回路 1B は、第 1 のコンバータ回路 1A によって電荷が蓄積されたコンデンサ C2 を電源として動作する。スイッチング素子 Q1 がオンされると、コンデンサ C2 の蓄積電荷が放出される。このとき、コンデンサ C2 スwitching 素子 Q1 コンデンサ C3 インダクタ L2

40

コンデンサ C2 の閉回路に電流が流れることで、インダクタ L2 にエネルギーが蓄積される。そして、スイッチング素子 Q1 がオフされると、インダクタ L2 に蓄積されたエネルギーが放出される。このとき、インダクタ L2 に逆起電力が発生し、スイッチング素子 Q1 のオン時における電流方向を維持するように、インダクタ L2 ダイオード D1 コンデンサ C3 インダクタ L2 の閉回路に電流が流れる。このように、第 2 のコンバータ回路 1B は、スイッチング素子 Q1 がオン・オフ駆動されることで、コンデンサ C2 の両端電圧よりも低く降圧された電圧 (出力電圧 Vo) を、コンデンサ C3 の両端間に生成す

50

る。なお、コンデンサ C_3 の両端間に生成される出力電圧 V_o が、直流電源 E_1 の入力電圧 V_i より高いか低いかは、スイッチング素子 Q_1 のスイッチング制御（オンデューティ D_{on} ，駆動周波数 f ）や回路定数によって設定される。

【0080】

このように、電力変換回路1は、スイッチング素子 Q_1 がオン・オフ駆動されることによって、入力電圧 V_i を昇圧または降圧した出力電圧 V_o を生成し、光源4に印加することで光源4を点灯させる。

【0081】

ここで、本実施形態の点灯装置10の始動時、すなわち出力電流 I_o をゼロの状態から目標値（定格値）に向かって増加させる出力電流 I_o の立ち上げ時における、制御部2の動作について、図2に示すフローチャートを用いて説明する。

10

【0082】

まず、直流電源 E_1 が投入されると、制御部2がリセットされ、入力電圧検知部21が入力電圧 V_i の電圧値を検出する（ステップS1）。そして、入力電圧検知部21が、入力電圧 V_i が所定範囲（制御部2の動作可能電圧）の電圧値であることを検知すると、制御部2が起動する（ステップS2）。

【0083】

次に、電流検出部3は、出力電流 I_o を検出し、検出値 Y を制御部2に出力する（ステップS3）。制御部2は、コンパレータ24，25を用いて、指令値 X から検出値 Y を減算して差分値 Z を算出する（ステップS4）。

20

【0084】

そして、駆動信号設定部22は、差分値 Z と予め設定された閾値 A （第1の閾値＝第2の閾値）とを比較し、比較結果に基づいて駆動信号（スイッチング素子 Q_1 の駆動周波数 f ，オンデューティ D_{on} ）を設定する。図3（a）に、点灯装置10の始動時における検出値 Y の波形図を示す。また、図3（b）に、点灯装置10の始動時における差分値 Z の波形図を示す。

【0085】

差分値 Z が閾値 A 以上である場合（ $Z \geq A$ ）、駆動信号設定部22は、駆動周波数 f を第1の周波数 f_1 に設定する（ステップS5）。また、この場合、差分値 Z はゼロよりも大きい、すなわち出力電流 I_o が目標値よりも小さいので、駆動信号設定部22は、駆動信号に設定するオンデューティ D_{on} を増加させる（ステップS6）。そして、駆動信号発信部23は、駆動周波数 f ，オンデューティ D_{on} が設定された駆動信号をスイッチング素子 Q_1 のゲートに出力することで、スイッチング素子 Q_1 がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップS3に戻る。なお、駆動周波数 f に第1の周波数 f_1 が設定される期間を、高周波期間 T_{fH} とする。

30

【0086】

一方、差分値 Z が閾値 A 未満である場合（ $Z < A$ ）、駆動信号設定部22は、駆動周波数 f を第1の周波数 f_1 より低い第2の周波数 f_2 に設定する（ステップS7）。また、差分値 Z がゼロよりも大きい、すなわち出力電流 I_o が目標値も小さい場合、駆動信号設定部22は、駆動信号に設定するオンデューティ D_{on} を増加させる。一方、差分値 Z がゼロよりも小さい、すなわち出力電流 I_o が目標値よりも大きい場合、駆動信号設定部22は、駆動信号に設定するオンデューティ D_{on} を低減させる（ステップS8）。そして、駆動信号発信部23は、駆動周波数 f ，オンデューティ D_{on} が設定された駆動信号をスイッチング素子 Q_1 のゲートに出力することで、スイッチング素子 Q_1 がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップS3に戻る。なお、駆動周波数 f に第2の周波数 f_2 が設定される期間を、低周波期間 T_{fL} とする。

40

【0087】

上記制御によって駆動周波数 f ，オンデューティ D_{on} の設定が繰り返されることで、出力電流 I_o が目標値となるようにフィードバック制御される。

【0088】

50

ここで、本実施形態は、差分値 Z と閾値 A とを比較し、比較結果に基づいて駆動周波数 f を切り替えることに特徴を有している。

【0089】

制御部 2 は、差分値 Z が閾値 A 以上である場合、出力電流 I_o をゼロの状態から目標値に向かって増加させる出力電流 I_o の立ち上げ中であると判断し、駆動周波数 f に高い第 1 の周波数 f_1 を設定する（高周波期間 T_{fH} ）。これにより、オンデューティ D_{on} を増加させる出力電流 I_o の立ち上げ時において、オン期間 T_{on} の少ない増加量でインダクタ L_1 に流れるチョーク電流 I_L を不連続モードから連続モードに遷移させることができる（図 22 (a) ~ (d) 参照）。

【0090】

図 4 に、本実施形態の出力電流 I_o の立ち上げ時における出力電流 I_o の波形図を示す。なお、図 4 における、実線は本実施形態の点灯装置 10 における出力電流 I_o の波形図であり、破線は従来の点灯装置における出力電流 I_o の波形図である（図 20 (a) 参照）。本実施形態では、出力電流 I_o の立ち上げ時において、駆動周波数 f に高い第 1 の周波数 f_1 が設定されることで、図 4 に示すように、出力電流 I_o の立ち上げ時間を従来よりも短縮することができる。

【0091】

さらに、制御部 2 は、差分値 Z が閾値 A 未満である場合、出力電流 I_o が比較的大きく目標値付近であると判断し、駆動周波数 f に低い第 2 の周波数 f_2 を設定する（低周波期間 T_{fL} ）。これにより、出力電流 I_o の定常時は、スイッチング素子 Q_1 のスイッチングロスによる回路効率の低下を抑制することができる。また、出力電流 I_o の定常時において駆動周波数 f に設定される第 2 の周波数 f_2 は、光源 4 を定格点灯させるのに適した値に設定されている。したがって、出力電流 I_o の定常時において、光源 4 を安定に定格点灯させることができる。

【0092】

また、出力電流 I の定常時において、出力電流 I_o のバラツキやリップルによって、出力電流 I_o が目標値に対して増減するおそれがある。そこで、閾値 A は、目標値に対して減少方向の出力電流 I_o のバラツキ幅 B と、減少方向の出力電流 I_o のリップル幅 C との和よりも大きい値に設定する。バラツキ幅 B とリップル幅 C との和は、出力電流 I の定常時における検出値 Y が変動（減少）し得る幅である。したがって、閾値 A をバラツキ幅 B とリップル幅 C との和よりも大きい値（ $A > B + C$ ）に設定することで、出力電流 I_o の定常時において差分値 Z が閾値 A 以上になり駆動周波数 f が変動することを防止している。これにより、光源 4 の定格点灯時において、安定した点灯制御を行うことができ、光源 4 の点灯状態を安定させることができる。

【0093】

さらに、本実施形態では、光源 4 に出力電流 I_o を供給する電力変換回路 1 は、 Cuk コンバータ回路で構成されている。 Cuk コンバータ回路は、高価な大型トランスを使用せず安価なチョークコイルで構成されているので、コストを削減することができ、点灯装置 10 を安価に構成することができる。また、 Cuk コンバータ回路は、入出力電流のリップルが安定するという利点もある。

【0094】

また、上記制御方式は、点灯装置 10 の始動に伴う出力電流 I_o の立ち上げ時だけでなく、出力電流 I_o が一時的に低下して目標値まで復帰させる際にも有効である。出力電流 I_o が一時的に低下して、差分値 Z が閾値 A 以上となった場合、駆動周波数 f が第 1 の周波数 f_1 に設定されるため、短い時間で出力電流 I_o を目標値まで復帰させることができる。

【0095】

また、駆動周波数 f は、指令値 X ，検出値 Y のみに基づいて設定されるので、入力電圧 V_i や光源 4（負荷）の変動を踏まえたマージンの設計が不要となる。

【0096】

10

20

30

40

50

なお、本実施形態では、電力変換回路 1 が C u k コンバータ回路で構成された例を用いて説明したが、電力変換回路 1 が変形 C u k コンバータ回路（図 19 の電力変換回路 201）で構成されている場合でも、上記同様の効果を得ることができる。また、変形 C u k コンバータ回路を用いた場合、スイッチング素子のオフ時にも電源のエネルギーを有効に活用でき、フライバックコンバータ回路と比べてトランスを小型化することができるという利点がある。

【0097】

また、上記制御方式は、光源 4 に直流電流を供給する D C 点灯方式（図 4 参照）だけでなく、光源 4 に直流電流を断続的に供給するパルス（P W M）点灯方式（図 5 参照）においても有効であり、上記同様の効果を得ることができる。

10

【0098】

（実施形態 2）

本実施形態の点灯装置 10 は、駆動周波数 f を第 1 の周波数 f_1 から第 2 の周波数 f_2 に切り替える際に、駆動周波数 f の変動を緩やかに制御することに特徴を有する。なお、他の制御および点灯装置 10 の構成は、実施形態 1 と同様であるので説明を省略する。

【0099】

実施形態 1 では、差分値 Z が閾値 A 以上である場合、駆動周波数 f を第 1 の周波数 f_1 に設定し、差分値 Z が閾値 A 未満である場合、駆動周波数 f を第 2 の周波数 f_2 に設定していた（図 2 参照）。したがって、駆動周波数 f は、閾値 A を境にして大きく変化することとなる。

20

【0100】

駆動周波数 f が急変することによって、スイッチング素子 Q_1 のオン期間 T_{on} が一定にもかかわらず、オンデューティ D_{on} が変動することとなる。図 6 (a) に、駆動周波数 f が第 1 の周波数 f_1 である場合における、スイッチング素子 Q_1 のゲート電圧の波形図を示す。また、図 6 (b) に、駆動周波数 f が第 2 の周波数 f_2 である場合における、スイッチング素子 Q_1 のゲート電圧の波形図を示す。なお、図 6 (a) における駆動周期を T_1 、図 6 (b) における駆動周期を T_2 ($> T_1$) とする。また、図 6 (a) (b) ともに、スイッチング素子 Q_1 のオン期間を T_{on} とする。

【0101】

ここで、図 6 (a) におけるオンデューティ D_{on1} は、オン期間 T_{on} / 駆動周期 T_1 となる。一方、図 6 (b) におけるオンデューティ D_{on2} は、オン期間 T_{on} / 駆動周期 T_2 となる。駆動周期は $T_1 < T_2$ であるので、オンデューティ $D_{on1} > D_{on2}$ となる。したがって、駆動周波数 f が第 1 の周波数 f_1 から第 2 の周波数 f_2 に切り替わったタイミングで、オンデューティ D_{on} が小さくなり、出力電流 I_o が大きく低下する。一方、駆動周波数 f が第 2 の周波数 f_2 から第 1 の周波数 f_1 に切り替わったタイミングで、オンデューティ D_{on} が大きくなり、出力電流 I_o が増加して過電流が発生する。特に、出力電流 I_o の定常時において駆動周波数 f の増減が繰り返された場合、光源 4 にチラツキが発生する。

30

【0102】

そこで、本実施形態では、駆動周波数 f の変動を緩やかに制御することで、光源 4 のチラツキを抑制する。本実施形態の点灯装置 10 の始動時における、制御部 2 の動作について、図 7 に示すフローチャートを用いて説明する。

40

【0103】

まず、直流電源 E_1 が投入されると、制御部 2 がリセットされ、入力電圧検知部 21 が入力電圧 V_i の電圧値を検出する（ステップ S11）。そして、入力電圧検知部 21 が、入力電圧 V_i が所定範囲（制御部 2 の動作可能電圧）の電圧値であることを検知すると、制御部 2 が起動する（ステップ S12）。

【0104】

次に、電流検出部 3 は、出力電流 I_o を検出し、検出値 Y を制御部 2 に出力する（ステップ S13）。制御部 2 は、コンパレータ 24, 25 を用いて、指令値 X から検出値 Y を

50

減算して差分値 Z を算出する（ステップ S 1 4）。

【 0 1 0 5 】

そして、駆動信号設定部 2 2 は、差分値 Z と予め設定された閾値 A（第 2 の閾値）および指令値 X（第 1 の閾値）とを比較し、比較結果に基づいて駆動信号（スイッチング素子 Q 1 の駆動周波数 f，オンデューティ D o n）を設定する。図 8 に、差分値 Z に対する駆動周波数 f のグラフを示す。また、図 9 に、本実施形態の出力電流 I o の立ち上がり時の波形図を示す。なお、図 9 における実線は、本実施形態の出力電流 I o の波形であり、破線は、従来 of 出力電流 I o の波形である。

【 0 1 0 6 】

差分値 Z が指令値 X と同値である場合（ $Z = X$ ）、すなわち検出値 Y（出力電流 I o）がゼロである場合、駆動信号設定部 2 2 は、駆動周波数 f を第 1 の周波数 f 1 に設定する（ステップ S 1 5）。また、この場合、差分値 Z はゼロよりも大きい、すなわち出力電流 I o が目標値よりも小さいので、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ D o n を増加させる（ステップ S 1 6）。そして、駆動信号発信部 2 3 は、駆動周波数 f，オンデューティ D o n が設定された駆動信号をスイッチング素子 Q 1 のゲートに出力することで、スイッチング素子 Q 1 がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップ S 1 3 に戻る。

【 0 1 0 7 】

一方、差分値 Z が指令値 X 未満かつ閾値 A 以上である場合（ $A < Z < X$ ）、駆動信号設定部 2 2 は、駆動周波数 f を下記式（1）で演算された値に設定する（ステップ S 1 7）。

【 0 1 0 8 】

【数 1】

$$f = f_2 + \frac{f_1 - f_2}{X - A} \times (X - Y - A) \quad \dots (1)$$

【 0 1 0 9 】

すなわち、駆動信号設定部 2 2 は、差分値 Z が指令値 X 未満かつ閾値 A 以上である場合、差分値 Z が小さくなるにつれて、駆動周波数 f を第 1 の周波数 f 1 から第 2 の周波数 f 2 に向かって一次関数的に減少するように設定する。また、この場合、差分値 Z はゼロよりも大きい、すなわち出力電流 I o が目標値よりも小さいので、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ D o n を増加させる（ステップ S 1 8）。そして、駆動信号発信部 2 3 は、駆動周波数 f，オンデューティ D o n が設定された駆動信号をスイッチング素子 Q 1 のゲートに出力することで、スイッチング素子 Q 1 がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップ S 1 3 に戻る。なお、駆動周波数 f を第 1 の周波数 f 1 から第 2 の周波数 f 2 に向かって減少させる期間を、周波数減少期間 T f M とする。

【 0 1 1 0 】

一方、差分値 Z が閾値 A 未満である場合（ $Z < A$ ）、駆動信号設定部 2 2 は、駆動周波数 f を第 2 の周波数 f 2 に設定する（ステップ S 1 9）。また、差分値 Z がゼロよりも大きい、すなわち出力電流 I o が目標値も小さい場合、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ D o n を増加させる。一方、差分値 Z がゼロよりも小さい、すなわち出力電流 I o が目標値よりも大きい場合、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ D o n を低減させる（ステップ S 2 0）。そして、駆動信号発信部 2 3 は、駆動周波数 f，オンデューティ D o n が設定された駆動信号をスイッチング素子 Q 1 のゲートに出力することで、スイッチング素子 Q 1 がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップ S 1 3 に戻る。

【 0 1 1 1 】

上記制御によって駆動周波数 f，オンデューティ D o n の設定が繰り返されることで、出力電流 I o が目標値となるようにフィードバック制御される。

【 0 1 1 2 】

10

20

30

40

50

ステップS14～S20の制御が行われることによって、図8に示すように、差分値Zが閾値A以上である場合、差分値Zが小さくなるにつれて、駆動周波数fは第1の周波数f1から第2の周波数f2に向かって一次関数的（直線的）に減少する。したがって、本実施形態では、駆動周波数fが第1の周波数f1から第2の周波数f2に急変することなく、緩やかに変動するように制御されるので、駆動周波数fの急変による出力電流I_oの変動が抑制される。これにより、出力電流I_oの定常時における光源4のチラツキを抑制することができる。

【0113】

出力電流I_oの立ち上げ時における駆動周波数fは、出力電流I_oの定常時における駆動周波数f（第2の周波数f2）よりも高いので、図9に示すように、出力電流I_oの立ち上げ時間を短縮することができる。

10

【0114】

（実施形態3）

本実施形態の点灯装置10は、駆動周波数fを第1の周波数f1に設定する期間（高周波期間T_{fH}）を拡大することに特徴を有する。なお、他の制御および点灯装置10の構成は、実施形態2と同様であるので説明を省略する。

【0115】

実施形態2では、駆動周波数fの変動を緩やかにすることで、光源4のチラツキを抑制している。しかし、実施形態1のように駆動周波数fを急変させる場合に比べて、駆動周波数fが高い期間が短くなることとなり、出力電流I_oの立ち上げ時間短縮の効果が小さくなる。

20

【0116】

そこで、本実施形態では、駆動周波数fを第1の周波数f1に設定する期間（高周波期間T_{fH}）を拡大することで、出力電流I_oの立ち上げ時間の短縮と光源4のチラツキ抑制とを両立する。本実施形態の点灯装置10の始動時における、制御部2の動作について、図10に示すフローチャートを用いて説明する。

【0117】

まず、直流電源E1が投入されると、制御部2がリセットされ、入力電圧検知部21が入力電圧V_iの電圧値を検出する（ステップS31）。そして、入力電圧検知部21が、入力電圧V_iが所定範囲（制御部2の動作可能電圧）の電圧値であることを検知すると、制御部2が起動する（ステップS32）。

30

【0118】

次に、電流検出部3は、出力電流I_oを検出し、検出値Yを制御部2に出力する（ステップS33）。制御部2は、コンパレータ24, 25を用いて、指令値Xから検出値Yを減算して差分値Zを算出する（ステップS34）。

【0119】

そして、駆動信号設定部22は、差分値Zと予め設定された閾値A（第2の閾値）および閾値D（第1の閾値）とを比較し、比較結果に基づいて駆動信号（スイッチング素子Q1の駆動周波数f, オンデューティDon）を設定する。なお、閾値Dは、閾値Aより大きく、指令値Xより小さい。図11に、差分値Zに対する駆動周波数fのグラフを示す。また、図12に、点灯装置10の始動時における検出値Yの波形図を示す。なお、図12における実線は、本実施形態の検出値Yの波形であり、破線は、実施形態2の検出値Yの波形である。

40

【0120】

差分値Zが閾値D以上である場合（Z>D）、駆動信号設定部22は、駆動周波数fを第1の周波数f1に設定する（ステップS35）。また、この場合、差分値Zはゼロよりも大きい、すなわち出力電流I_oが目標値よりも小さいので、駆動信号設定部22は、駆動信号に設定するオンデューティDonを増加させる（ステップS36）。そして、駆動信号発信部23は、駆動周波数f, オンデューティDonが設定された駆動信号をスイッチング素子Q1のゲートに出力することで、スイッチング素子Q1がオン・オフ駆動する

50

。以降は、上記ステップ S 3 3 に戻る。

【 0 1 2 1 】

一方、差分値 Z が閾値 D 未満かつ閾値 A 以上である場合 ($A < Z < D$)、駆動信号設定部 2 2 は、駆動周波数 f を下記式 (2) で演算された値に設定する (ステップ S 3 7)。

【 0 1 2 2 】

【 数 2 】

$$f = f_2 + \frac{f_1 - f_2}{D - A} \times (X - Y - A) \quad \dots (2)$$

【 0 1 2 3 】

すなわち、駆動信号設定部 2 2 は、差分値 Z が閾値 D 未満かつ閾値 A 以上である場合、差分値 Z が小さくなるにつれて、駆動周波数 f を第 1 の周波数 f 1 から第 2 の周波数 f 2 に向かって一次関数的に減少するように設定する。また、この場合、差分値 Z はゼロよりも大きい、すなわち出力電流 I o が目標値よりも小さいので、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ D o n を増加させる (ステップ S 3 8)。そして、駆動信号発信部 2 3 は、駆動周波数 f , オンデューティ D o n が設定された駆動信号をスイッチング素子 Q 1 のゲートに出力することで、スイッチング素子 Q 1 がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップ S 3 3 に戻る。

10

【 0 1 2 4 】

一方、差分値 Z が閾値 A 未満である場合 ($Z < A$)、駆動信号設定部 2 2 は、駆動周波数 f を第 2 の周波数 f 2 に設定する (ステップ S 3 9)。また、差分値 Z がゼロよりも大きい、すなわち出力電流 I o が目標値も小さい場合、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ D o n を増加させる。一方、差分値 Z がゼロよりも小さい、すなわち出力電流 I o が目標値よりも大きい場合、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ D o n を低減させる (ステップ S 4 0)。そして、駆動信号発信部 2 3 は、駆動周波数 f , オンデューティ D o n が設定された駆動信号をスイッチング素子 Q 1 のゲートに出力することで、スイッチング素子 Q 1 がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップ S 3 3 に戻る。

20

【 0 1 2 5 】

上記制御によって駆動周波数 f , オンデューティ D o n の設定が繰り返されることで、出力電流 I o が目標値となるようにフィードバック制御される。

30

【 0 1 2 6 】

図 1 1 に示すように、上記制御 (ステップ S 3 4 ~ S 4 0) が行われることによって、差分値 Z が閾値 D 以上である場合、駆動周波数 f が上限値に設定される。そして、差分値 Z が閾値 D から閾値 A に近づくにつれて、駆動周波数 f は第 1 の周波数 f 1 から第 2 の周波数 f 2 に近づくように設定される。

【 0 1 2 7 】

このように、本実施形態では、実施形態 2 に比べて駆動周波数 f を第 1 の周波数 f 1 に設定している高周波期間 T f H が長いので、図 1 2 に示すように、実施形態 2 に比べて出力電流 I o の立ち上げ時間短縮の効果が大きくなる。さらに、駆動周波数 f は、第 1 の周波数 f 1 から第 2 の周波数 f 2 に向かって一次関数的に減少するように設定 (周波数減少期間 T f M) されるので、駆動周波数 f の急変による光源 4 のチラツキも抑制することができる。

40

【 0 1 2 8 】

また、閾値 D を調整することで、駆動周波数 f が第 1 の周波数 f 1 に設定される高周波期間 T f H と、駆動周波数 f が第 1 の周波数 f 1 から第 2 の周波数 f 2 に向かって減少する傾きとのバランスを容易に調整することができる。すなわち、出力電流 I o の立ち上げ時間と、駆動周波数 f の変動による出力電流 I o の変動とを容易に調整することができる。

【 0 1 2 9 】

50

(実施形態4)

本実施形態の点灯装置10は、差分値Zが閾値A以上かつ閾値D未満である場合、駆動周波数fを二次関数的(曲線的)に減少させることに特徴を有する。なお、他の制御および点灯装置10の構成は、実施形態3と同様であるので説明を省略する。

【0130】

本実施形態では、実施形態3で説明した高周波期間TfHを拡大する制御に加えて、差分値Zが閾値A以上かつ閾値D未満である場合、差分値Zが小さくなるにつれて、駆動周波数fを減少させる傾きを小さくする制御を加える。本実施形態の点灯装置10の始動時における、制御部2の動作について、図13に示すフローチャートを用いて説明する。

【0131】

まず、直流電源E1が投入されると、制御部2がリセットされ、入力電圧検知部21が入力電圧Viの電圧値を検出する(ステップS51)。そして、入力電圧検知部21が、入力電圧Viが所定範囲(制御部2の動作可能電圧)の電圧値であることを検知すると、制御部2が起動する(ステップS52)。

【0132】

次に、電流検出部3は、出力電流Ioを検出し、検出値Yを制御部2に出力する(ステップS53)。制御部2は、コンパレータ24, 25を用いて、指令値Xから検出値Yを減算して差分値Zを算出する(ステップS54)。

【0133】

そして、駆動信号設定部22は、差分値Zと予め設定された閾値A(第2の閾値)および閾値D(第1の閾値)とを比較し、比較結果に基づいて駆動信号(スイッチング素子Q1の駆動周波数f, オンデューティDon)を設定する。図14に、差分値Zに対する駆動周波数fのグラフを示す。

【0134】

差分値Zが閾値D以上である場合(Z>D)、駆動信号設定部22は、駆動周波数fを第1の周波数f1に設定する(ステップS55)。また、この場合、差分値Zはゼロよりも大きい、すなわち出力電流Ioが目標値よりも小さいので、駆動信号設定部22は、駆動信号に設定するオンデューティDonを増加させる(ステップS56)。そして、駆動信号発信部23は、駆動周波数f, オンデューティDonが設定された駆動信号をスイッチング素子Q1のゲートに出力することで、スイッチング素子Q1がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップS53に戻る。

【0135】

一方、差分値Zが閾値D未満かつ閾値A以上である場合(A<Z<D)、駆動信号設定部22は、駆動周波数fを下記式(3)で演算された値に設定する(ステップS57)。

【0136】

【数3】

$$f = f2 + \frac{f1 - f2}{(D - A)^2} \times (X - Y - A)^2 \quad \dots (3)$$

【0137】

すなわち、駆動信号設定部22は、差分値Zが閾値D未満かつ閾値A以上である場合、差分値Zが小さくなるにつれて、駆動周波数fが第1の周波数f1から第2の周波数f2に向かって減少する。このとき、差分値Zが閾値Dから閾値Aに近づくにつれて、駆動周波数fを減少させる傾きが小さくなる、また、この場合、差分値Zはゼロよりも大きい、すなわち出力電流Ioが目標値よりも小さいので、駆動信号設定部22は、駆動信号に設定するオンデューティDonを増加させる(ステップS58)。そして、駆動信号発信部23は、駆動周波数f, オンデューティDonが設定された駆動信号をスイッチング素子Q1のゲートに出力することで、スイッチング素子Q1がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップS53に戻る。

【0138】

10

20

30

40

50

一方、差分値 Z が閾値 A 未満である場合 ($Z < A$)、駆動信号設定部 22 は、駆動周波数 f を第 2 の周波数 f_2 に設定する (ステップ S59)。また、差分値 Z がゼロよりも大きい、すなわち出力電流 I_o が目標値も小さい場合、駆動信号設定部 22 は、駆動信号に設定するオンデューティ D_o を増加させる。一方、差分値 Z がゼロよりも小さい、すなわち出力電流 I_o が目標値よりも大きい場合、駆動信号設定部 22 は、駆動信号に設定するオンデューティ D_o を低減させる (ステップ S60)。そして、駆動信号発信部 23 は、駆動周波数 f 、オンデューティ D_o が設定された駆動信号をスイッチング素子 Q_1 のゲートに出力することで、スイッチング素子 Q_1 がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップ S53 に戻る。

【0139】

10

上記制御によって駆動周波数 f 、オンデューティ D_o の設定が繰り返されることで、出力電流 I_o が目標値となるようにフィードバック制御される。

【0140】

図 14 に示すように、差分値 Z が閾値 D 未満かつ閾値 A 以上である場合、差分値 Z が小さくなるにつれて、駆動周波数 f が第 1 の周波数 f_1 から第 2 の周波数 f_2 に向かって減少する。このとき、差分値 Z が閾値 D から閾値 A に近づくにつれて、駆動周波数 f を減少させる傾きが小さくなる、すなわち駆動周波数 f の変化量が小さくなる。これにより、出力電流 I_o が定格値に近づくにつれて、駆動周波数 f の変化による出力電流 I_o の変動が小さくなる。したがって、出力電流 I_o の定格値付近において、出力電流 I_o の収束が容易となり、出力電流 I_o を安定させることができる。

20

【0141】

(実施形態 5)

図 15 に本実施形態の点灯装置 10 の回路構成図を示す。本実施形態の点灯装置 10 は、制御部 2 が起動してからの経過時間 t_s に基づいて、駆動周波数 f を切り替えることに特徴を有する。本実施形態の制御部 2 は、実施形態 1 ~ 4 の制御部 2 が具備していたコンパレータ 25 を備えておらず、代わりにタイマー 26 を備えている。他の構成は実施形態 1 ~ 4 と同様であり、実施形態 1 と同一符号を付して説明を省略する。

【0142】

タイマー 26 は、点灯装置 10 に入力電圧 V_i が印加され、制御部 2 が起動してからの経過時間 t_s をカウントする。そして、タイマー 26 は、カウントした経過時間 t_s を駆動信号設定部 22 に出力する。

30

【0143】

次に、本実施形態の点灯装置 10 の始動時における、制御部 2 の動作について、図 16 に示すフローチャートを用いて説明する。

【0144】

まず、直流電源 E_1 が投入されると、制御部 2 がリセットされ、入力電圧検知部 21 が入力電圧 V_i の電圧値を検出する (ステップ S71)。そして、入力電圧検知部 21 が、入力電圧 V_i が所定範囲 (制御部 2 の動作可能電圧) の電圧値であることを検知すると、制御部 2 が起動する (ステップ S72)。そして、タイマー 26 は、制御部 2 が起動した時間を始点として、経過時間 t_s のカウントを開始する。

40

【0145】

そして、駆動信号設定部 22 は、経過時間 t_s と予め設定された閾値時間 E (第 3 の閾値) とを比較し、比較結果に基づいて駆動周波数 f を設定する (ステップ S73)。図 17 に、点灯装置 10 の始動時における出力電流 I_o の波形図を示す。

【0146】

経過時間 t_s が閾値時間 E 未満である場合 ($t < E$)、駆動信号設定部 22 は、駆動周波数 f を第 1 の周波数 f_1 に設定する (ステップ S74)。ここで、閾値時間 E は、駆動周波数 f が第 1 の周波数 f_1 に設定されている場合に、制御部 2 が起動してから出力電流 I_o が定格値 (目標値) に到達するのに要する時間以上に設定されている。

【0147】

50

次に、電流検出部 3 は、出力電流 I_o を検出し、検出値 Y を制御部 2 に出力する（ステップ S 7 5）。制御部 2 は、コンパレータ 2 4 を用いて、指令値 X から検出値 Y を減算して差分値 Z を算出する。そして、駆動信号設定部 2 2 は、差分値 Z に基づいて駆動信号のオンデューティ $D_o n$ を設定する。差分値 Z がゼロよりも大きい、すなわち出力電流 I_o が目標値も小さい場合、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ $D_o n$ を増加させる。一方、差分値 Z がゼロよりも小さい、すなわち出力電流 I_o が目標値よりも大きい場合、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ $D_o n$ を低減させる（ステップ S 7 6）。そして、駆動信号発信部 2 3 は、駆動周波数 f 、オンデューティ $D_o n$ が設定された駆動信号をスイッチング素子 Q_1 のゲートに出力することで、スイッチング素子 Q_1 がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップ S 7 3 に戻る。

10

【0148】

一方、経過時間 t_s が閾値時間 E 以上である場合（ $t \geq E$ ）、駆動信号設定部 2 2 は、駆動周波数 f を第 2 の周波数 f_2 に設定する（ステップ S 7 7）。次に、電流検出部 3 は、出力電流 I_o を検出し、検出値 Y を制御部 2 に出力する（ステップ S 7 8）。制御部 2 は、コンパレータ 2 4 を用いて、指令値 X から検出値 Y を減算して差分値 Z を算出する。そして、駆動信号設定部 2 2 は、差分値 Z に基づいて駆動信号のオンデューティ $D_o n$ を設定する。差分値 Z がゼロよりも大きい、すなわち出力電流 I_o が目標値も小さい場合、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ $D_o n$ を増加させる。一方、差分値 Z がゼロよりも小さい、すなわち出力電流 I_o が目標値よりも大きい場合、駆動信号設定部 2 2 は、駆動信号に設定するオンデューティ $D_o n$ を低減させる（ステップ S 7 9）。そして、駆動信号発信部 2 3 は、駆動周波数 f 、オンデューティ $D_o n$ が設定された駆動信号をスイッチング素子 Q_1 のゲートに出力することで、スイッチング素子 Q_1 がオン・オフ駆動する。以降は、上記ステップ S 7 8 に戻る。

20

【0149】

このように、本実施形態では、経過時間 t_s と閾値時間 E とを比較することで、出力電流 I_o の立ち上げ時であるか出力電流 I_o の定常時であるかを判断する。そして、経過時間 t_s が閾値時間 E 未満である場合、駆動信号設定部 2 2 は、出力電流 I_o の立ち上げ時であると判断して駆動周波数 f を第 1 の周波数 f_1 に設定する。これにより、出力電流 I_o の立ち上げ時間を短縮することができる。そして、経過時間 t_s が閾値時間 E 以上である場合、駆動信号設定部 2 2 は、出力電流 I_o の定常時であると判断して駆動周波数 f を第 2 の周波数 f_2 に設定する。これにより、スイッチング素子 Q_1 のスイッチングロスによる回路効率の低下を抑制することができる。

30

【0150】

なお、出力電流 I_o の立ち上げ時間は、入力電圧 V_i や負荷（光源 4）の変動や、回路素子のバラツキ等、さまざまな要因によってバラツキが発生する。そのため、出力電流 I_o の立ち上げ時間のバラツキを考慮したマージンをもたせて、閾値時間 E を設定するのが望ましい。

【0151】

また、本実施形態では、経過時間 t_s のカウンタの始点である制御部 2 が起動した時間を、入力電圧 V_i が所定範囲（制御部 2 の動作可能電圧）となった時間としているが、この時間に限定するものではない。例えば、制御部 2 がスイッチング素子 Q_1 のスイッチング制御を開始した時間または、光源 4 に出力電流 I_o の供給を開始した時間などを、制御部 2 が起動した時間として、経過時間 t_s のカウンタを開始してもよい。

40

【0152】

また、各実施形態に示した点灯装置 1 0 と、この点灯装置 1 0 から電力供給される光源 4 とを器具本体（図示なし）に取り付けることで、照明器具を構成することができる。

【0153】

また、各実施形態に示した点灯装置 1 0 と、この点灯装置 1 0 から電力供給され前照灯として用いる光源 4 とを、車両に設ける灯具（図示なし）に取り付けることで、車載用照明器具を構成することができる。

50

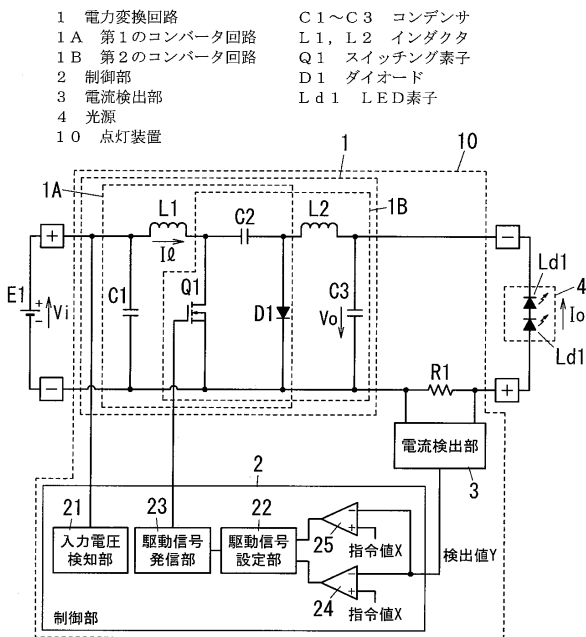
【符号の説明】

【 0 1 5 4 】

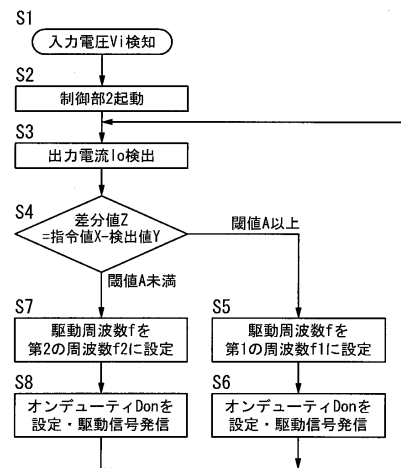
- 1 電力変換回路
- 1 A 第1のコンバータ回路
- 1 B 第2のコンバータ回路
- 2 制御部
- 3 電流検出部
- 4 光源
- 1 0 点灯装置
- C 1 ~ C 3 コンデンサ
- L 1 インダクタ (第1のインダクタ)
- L 2 インダクタ (第2のインダクタ)
- Q 1 スイッチング素子
- D 1 ダイオード
- L d 1 LED素子 (発光素子)

10

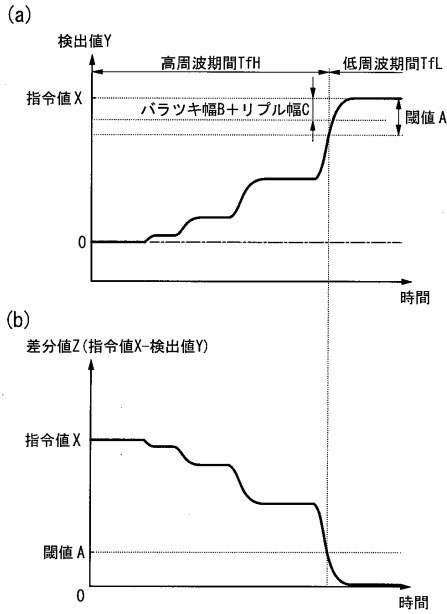
【図1】



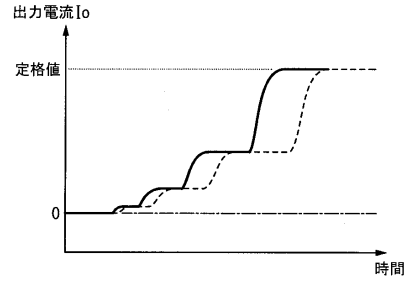
【図2】



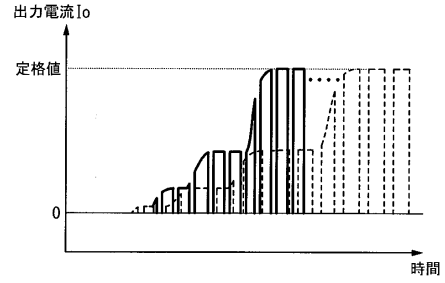
【図3】



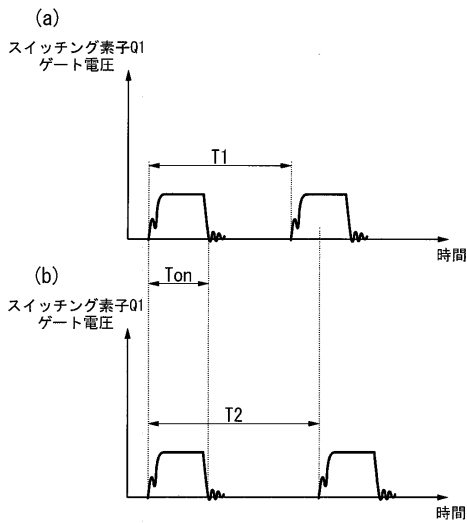
【図4】



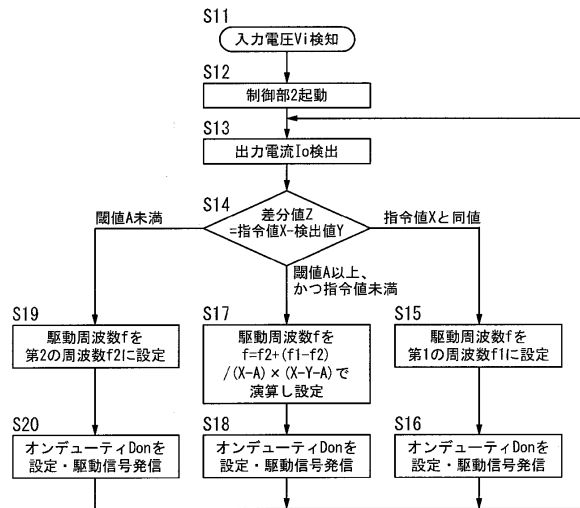
【図5】



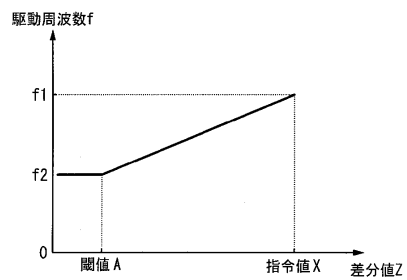
【図6】



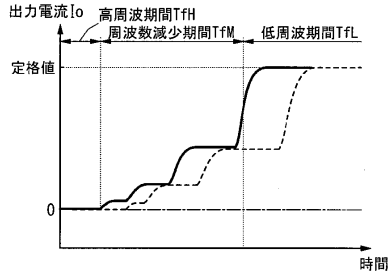
【図7】



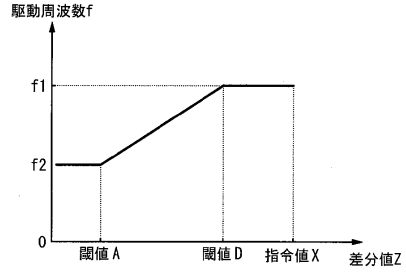
【図8】



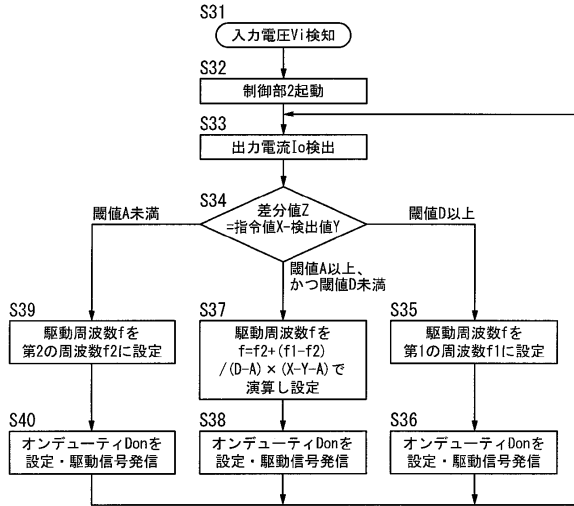
【図9】



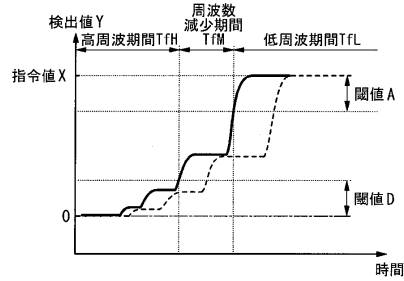
【図11】



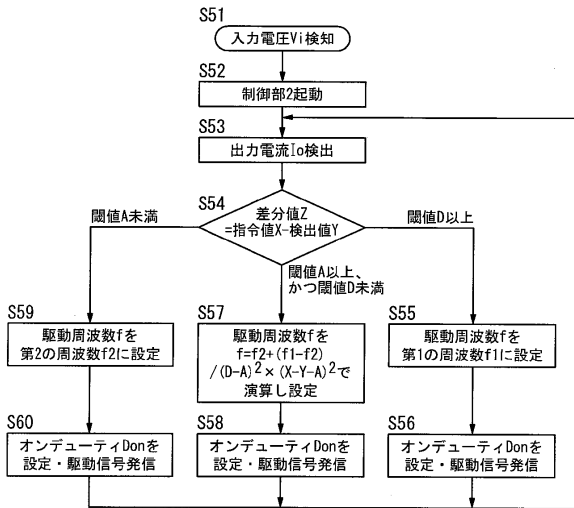
【図10】



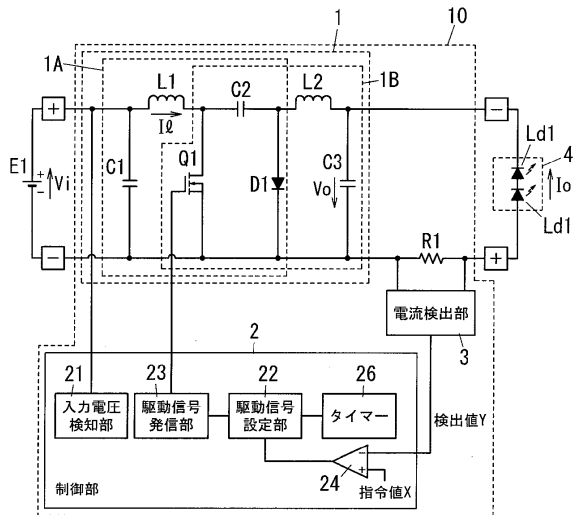
【図12】



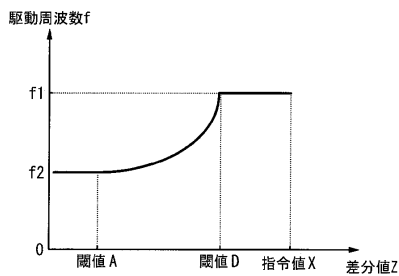
【図13】



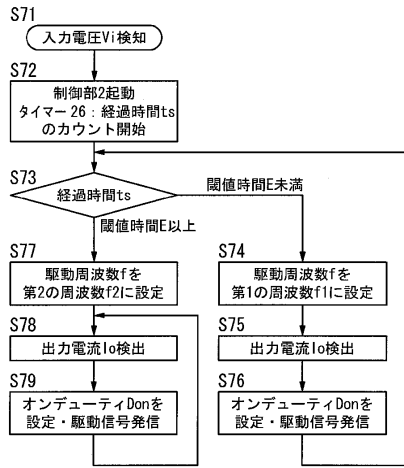
【図15】



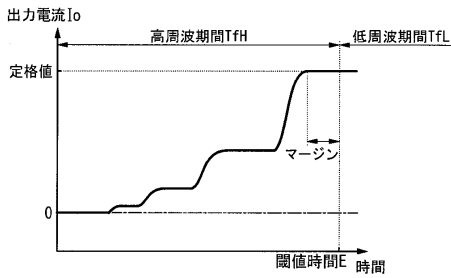
【図14】



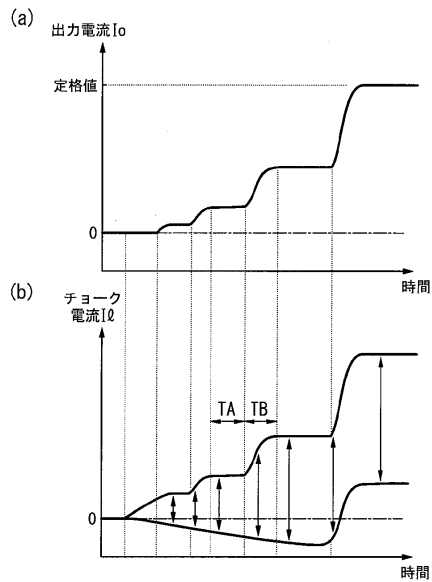
【図16】



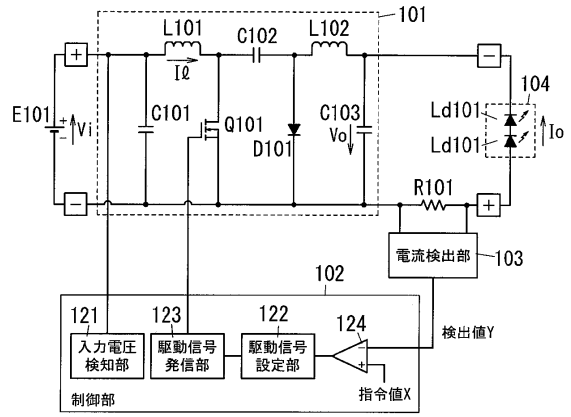
【図17】



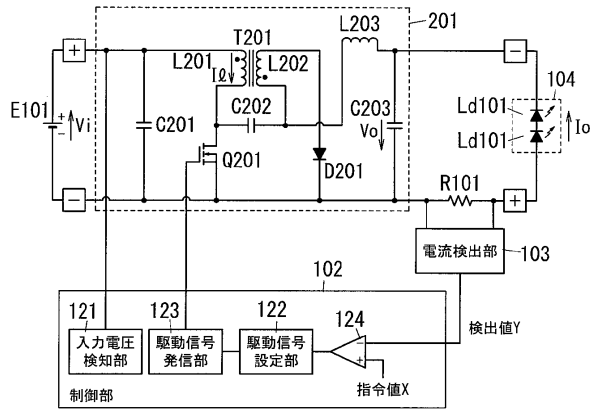
【図20】



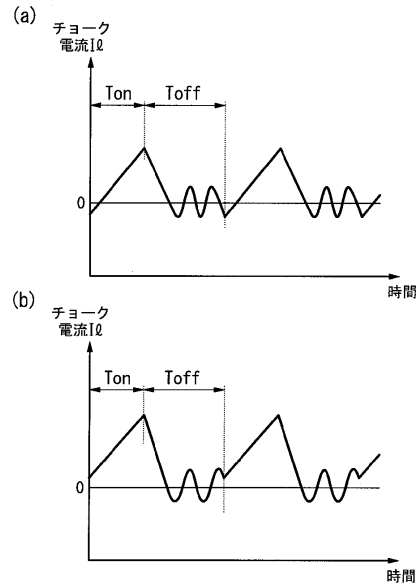
【図18】



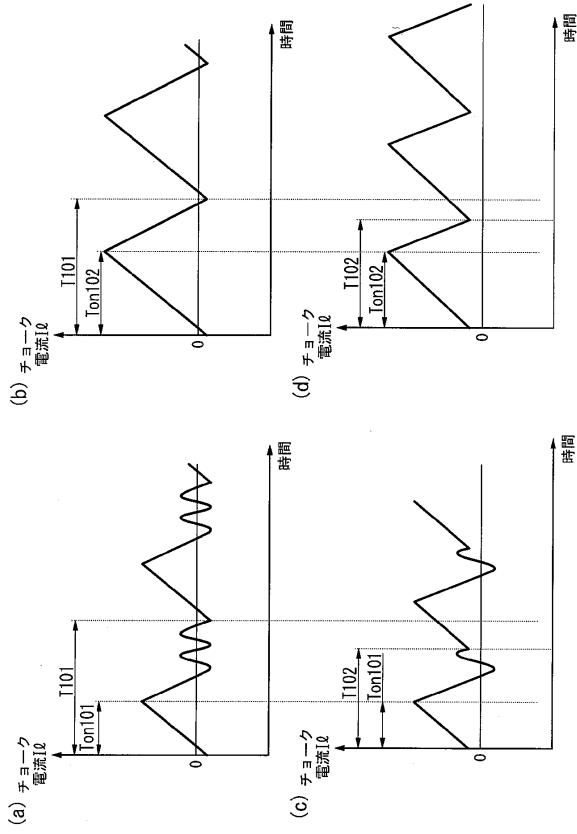
【図19】



【図21】



【 2 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 相田 隆志
大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 安食 泰秀

(56)参考文献 特開2012-227045(JP,A)
特開平03-226266(JP,A)
国際公開第2011/055533(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 37/02
H02M 3/155