(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2009-302017
(P2009-302017A)
(43)公開日　平成21年12月24日(2009.12.24)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H05B 37/02	(2006.01)	H05B	37/02	J	3K073
H01L 33/00	(2006.01)	H01L	33/00	J	5F041

審査請求 未請求　請求項の数 4　ＯＬ　（全 12 頁）

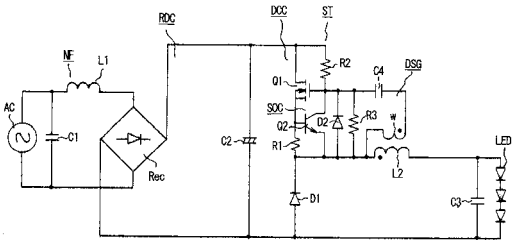
(21)出願番号　特願2008-158355 (P2008-158355)
(22)出願日　平成20年6月17日 (2008.6.17)

(71)出願人　000003757
東芝ライテック株式会社
神奈川県横須賀市船越町１丁目２０１番１
(74)代理人　100078020
弁理士　小野田　芳弘
(72)発明者　大武　寛和
東京都品川区東品川四丁目３番１号東芝ライテック株式会社内

Ｆターム(参考)　3K073 AA42 CJ17 CL10 CL14 CM02
5F041 BB23 BB24 BB25 BB26 BB33 FF11

(54)【発明の名称】発光ダイオード点灯装置および照明装置

(57)【要約】
【課題】
回路構成が簡単で部品点数が少ないとともに、スイッチングが良好かつ高効率な発光ダイオード点灯装置を提供する。
【解決手段】
発光ダイオード点灯装置は、電圧制御形スイッチング素子Q1、インダクタL2およびフライホールダイオードD1を備えた降圧チョッパDCCと、その出力端に接続した発光ダイオードLEDと、直流電源側の電圧を降圧チョッパの電圧制御形スイッチング素子の制御端に印加して電圧制御形スイッチング素子をＯＮさせる起動回路STと、インダクタを充電する電流に応動して駆動信号を発生して降圧チョッパの電圧制御形スイッチング素子をＯＮ状態に維持する自励式駆動信号発生回路DSGと、降圧チョッパの電圧制御形スイッチング素子に流れる電流が所定値に到達したときに当該スイッチング素子をＯＦＦさせるスイッチングオフ制御回路SOCとを具備している。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
直流電源と；
入力端、電圧制御形スイッチング素子、インダクタ、フライホールダイオードおよび出力端を含み、入力端が直流電源の出力端に接続し、入力端および出力端の間に電圧制御形スイッチング素子およびインダクタが直列に接続し、かつ出力端にフライホールダイオードおよびインダクタが直列に接続した降圧チョッパと；
降圧チョッパの出力端に接続した発光ダイオードと；
直流電源側の電圧を降圧チョッパの電圧制御形スイッチング素子の制御端に印加して電圧制御形スイッチング素子をＯＮさせて降圧チョッパを起動する起動回路と；
インダクタを充電する電流に応動して駆動信号を発生して降圧チョッパの電圧制御形スイッチング素子をＯＮ状態に維持する自励式駆動信号発生回路と；
降圧チョッパの電圧制御形スイッチング素子に流れる電流が所定値に到達したときに当該スイッチング素子をＯＦＦさせるスイッチングオフ制御回路と；
を具備していることを特徴とする発光ダイオード点灯装置。
【請求項２】
自励式駆動信号発生回路は、トリガーコンデンサを備え、駆動信号がトリガーコンデンサを介して電圧制御形スイッチング素子の制御端に印加されるように構成されていることを特徴とする請求項１記載の発光ダイオード点灯装置。
【請求項３】
起動回路は、直流電源と電圧制御形スイッチング素子の制御端との間を接続する抵抗器を備えており；
自励式駆動信号発生回路は、負荷の発光ダイオードを介して電圧制御形スイッチング素子の制御端に駆動信号が印加されるように構成されている；
ことを特徴とする請求項１または２記載の発光ダイオード点灯装置。
【請求項４】
請求項１ないし３のいずれか一記載の発光ダイオード点灯装置と；
前記発光ダイオード点灯装置を有する器具本体と；
を具備していることを特徴とする照明装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、降圧チョッパを備えた発光ダイオード点灯装置およびこれを用いた照明装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
整流回路からの電圧を入力するための入力端子と、ＬＥＤに電流を与えるための出力端子と、入力端子と出力端子との間に接続され、第１のスイッチング素子を有するスイッチング素子ブロックと、入力電圧から前記スイッチング素子ブロックの駆動及び制御用の電源電圧を形成するレギュレータ部および前記スイッチング素子ブロックのドレイン電流を検出するドレイン電流検出部を有し、前記ドレイン電流が所定値に達した場合に前記スイッチング素子ブロックの前記ドレイン電流を遮断するように前記第１のスイッチング素子を所定周波数でオンオフ制御する制御部とを有するＬＥＤ駆動用半導体装置は既知である（特許文献１参照。）。特許文献１によれば、ピーク電流値を一定に制御することで負荷電流をほぼ一定にできる。
【０００３】
また、トライアック等の制御素子を用いた調光器により商用交流電源の導通角を制御することによって白熱電球を調光するシステムにおいて、白熱電球に代えて発光ダイオードの調光可能にするために、平滑コンデンサを備えた整流化直流電源で調光器から出力される位相制御された交流電圧を電力変換してから、スイッチ素子、出力トランスおよび制御

用ＩＣを備えたスイッチングコンバータに入力して、ほぼ矩形波の交流出力電圧を出力させ、この交流出力電圧をダイオードおよびコンデンサで整流し、平滑してから発光ダイオードに印加して点灯させるように構成するとともに、調光器の出力が所定値より低くなると制御用ＩＣを制御してスイッチングコンバータの駆動信号の発生を停止させる制御回路を具備した調光時誤動作防止回路は既知である（特許文献２参照。）。特許文献２によれば、調光器から出力される電圧の実効値を電力変換して発光ダイオードを点灯し、調光器の出力が低下したときに誤動作を防止するために所定の電圧以下になったときに出力を制御して保護する。

【０００４】

【特許文献１】特開２００６－１９６６９７号公報

【特許文献２】特開２００５－０１１７３９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

特許文献１のＬＥＤ駆動用半導体装置は、所定周波数で動作するために、ＬＥＤ負荷の素子のばらつきや温度特性によって状態がばらついた場合にスイッチング素子に流れる電流が連続モードになったり、不連続モードになったりする。このため、ピーク電流を固定的に動作させると、負荷電流を一定にすることができない。

【０００６】

また、連続モードではスイッチング素子の導通開始直後にフライホイールダイオードに逆電流が流れるので、素子の温度上昇が大きくなるとともに雑音が悪化する。不連続モードでは負荷電流を一定にすると、回路電流のピークが増大し、回路効率が悪化する。

【０００７】

さらに、他励式の回路を用いているが、一般に集積回路や動作条件設定のための周辺部品、補助電源が必要であり、コストが高くなるばかりでなく、部品点数が多くなり、回路が大型となる傾向がある。

【０００８】

一方、特許文献２は、制御回路部分にＩＣを用いており、このＩＣを安定に動作させるために所定値以上の電圧を確保する必要がある。この電圧が所定値より低下すると、発光ダイオードに明るさのちらつきが発生するために、このような現象が生じる前に出力を低下または停止させるので、深い調光を行うことができなくなる。

【０００９】

本発明は、回路構成が簡単で部品点数が少ないとともに、スイッチングが良好かつ高効率な発光ダイオード点灯装置およびこれを用いた照明装置を提供することを目的とする。

【００１０】

また、本発明は、加えて調光器を用いた調光への対応が可能な発光ダイオード点灯装置およびこれを用いた照明装置を提供することを他の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明の発光ダイオード点灯装置は、直流電源と；入力端、電圧制御形スイッチング素子、インダクタ、フライホールダイオードおよび出力端を含み、入力端が直流電源の出力端に接続し、入力端および出力端の間に電圧制御形スイッチング素子およびインダクタが直列に接続し、かつ出力端にフライホールダイオードおよびインダクタが直列に接続した降圧チョッパと；降圧チョッパの出力端に接続した発光ダイオードと；直流電源側の電圧を降圧チョッパの電圧制御形スイッチング素子の制御端に印加して電圧制御形スイッチング素子をＯＮさせて降圧チョッパを起動する起動回路と；インダクタを充電する電流に応動して駆動信号を発生して降圧チョッパの電圧制御形スイッチング素子をＯＮ状態に維持する自励式駆動信号発生回路と；降圧チョッパの電圧制御形スイッチング素子に流れる電流が所定値に到達したときに当該スイッチング素子をＯＦＦさせるスイッチングオフ制御回路と；を具備していることを特徴としている。

【００１２】
本発明は、以下の態様を許容する。
【００１３】
直流電源は、発光ダイオードを点灯するための電力を直流の態様で後述する降圧チョッパに供給する。そして、直流を供給可能であれば電池電源および整流化直流電源など既知の各種直流電源のいずれであってもよい。しかし、容易に得られる商用交流電圧を整流して直流を得る整流化直流電源を用いるのが一般的である。
【００１４】
また、直流電源は、直流出力電圧が平滑化されている方が発光ダイオードに供給される電流の周期的変動が少ないので好ましい。しかし、所望により交流電圧を整流しただけの非平滑な直流電圧を出力する構成であってもよい。
【００１５】
降圧チョッパは、スイッチング素子に電圧制御形のものを用いるが、入力端、電圧制御形スイッチング素子、インダクタ、フライホールダイオードおよび出力端を含む一般的な回路構成であることを許容する。この場合、入力端は直流電源の出力端に接続して、降圧チョッパに直流入力電力を供給する。
【００１６】
また、入力端および出力端の間に電圧制御形スイッチング素子およびインダクタが直列に接続する。そして、出力端にフライホールダイオードおよびインダクタが直列に接続する。なお、出力端には後述する発光ダイオードが負荷として接続する。
【００１７】
さらに、電圧制御形スイッチング素子の具体的な構成は本発明において特段限定されないが、ＦＥＴ（電界効果形トランジスタ）およびＩＧＢＴなどのゲート電圧制御形の電圧制御形スイッチング素子が特に好適である。
【００１８】
そうして、降圧チョッパにおいては、電圧制御形スイッチング素子が後述する起動回路および自励式駆動信号発生回路の作用によりＯＮしたときに直流電源からインダクタに負荷を経由してほぼ直線的に増大する電流（充電電流）が流れてインダクタは充電される。そして、次に電圧制御形スイッチング素子が後述するスイッチングオフ制御回路の作用によりＯＦＦしたときに、インダクタはそこに蓄えた電磁的エネルギーを放出する。その結果、ほぼ直線的に減少する電流（放電電流）がフライホールダイオードおよび負荷を経由して流れる。以上の回路動作を通じて、負荷には充電電流と放電電流が合成されて三角波状をなす負荷電流が流れて負荷が動作する。
【００１９】
また、降圧チョッパにおいては、電圧制御形スイッチング素子のＯＮ、ＯＦＦの繰り返しによってインダクタに充電電流と放電電流とが交互に流れて、出力端からT_{ON}／Ｔに比例する入力電圧V_Pより降圧された直流電圧V_Oが出力される。なお、記号T_{ON}は電圧制御形スイッチング素子のＯＮ時間、Ｔはスイッチング周期で$T_{ON}+T_{OFF}$である。また、T_{OFF}は電圧制御形スイッチング素子のＯＦＦ時間である。
【００２０】
さらに、スイッチングのデューティＤ、ＯＮ時間T_{ON}、電圧制御形スイッチング素子に流れる電流I_Dは次に示すとおりである。また、このときのインダクタのインダクタンスＬは下記のように設定される。
【００２１】

$$D=(V_O/V_P)\times 100\ (\%)$$
$$T_{ON}=D/f$$
$$I_D=V_O\times 2$$
$$L=(V_P\times T_{ON})/I_D$$

発光ダイオードは、負荷として降圧チョッパの出力端に接続し、降圧チョッパの出力電流により付勢されて点灯する。降圧チョッパの出力端に接続する発光ダイオードの数は特

段限定されないので、１個および複数個のいずれであってもよい。また、発光ダイオードの発光特性およびパッケージ態様なども特段限定されないので、既知の各種発光特性、パッケージ態様および定格などを適宜選択して用いることができる。

【００２２】

起動回路は、降圧チョッパ動作の周期毎に都度降圧チョッパを起動する回路手段である。そして、直流電源側の電圧から得た起動電圧を電圧制御形スイッチング素子の制御端に印加することにより、電圧制御形スイッチング素子の制御端を順バイアスして、電圧制御形スイッチング素子をＯＮさせる。

【００２３】

なお、上記において、直流電源側の電圧とは、発光ダイオード点灯装置を位相制御形の調光器を用いた調光に対応可能な構成とする場合には、交流電圧を全波整流する整流化直流電源を直流電源として用いるとともに、直流電源内の非平滑の全波整流電圧とする。そして、起動回路が上記非平滑の全波整流電圧に応動して位相制御された起動電圧を電圧制御形スイッチング素子の制御端に印加するように構成すればよい。

【００２４】

また、その他の場合には、直流電源側の電圧とは、直流電源の平滑化された出力電圧であることを許容する。そして、上記出力電圧に起動回路が応動して平滑化された起動電圧を電圧制御形スイッチング素子の制御端に印加するように構成すればよい。

【００２５】

また、起動回路は、直流電源側の電圧に応動して電圧制御形スイッチング素子の制御端に起動電圧を印加するために、例えば抵抗器などの受動的回路素子を用いてこれを構成することができる。この受動的回路素子を直流電源側の所要の電圧が現れる部位と電圧制御形スイッチング素子の制御端との間を接続することにより、起動回路が構成される。すなわち、起動回路と後述する自励式駆動信号発生回路とにより直流電源を含む閉回路を形成すれば、電圧制御形スイッチング素子の制御端を所要に順バイアスすることができる。しかし、所望により自励式駆動信号発生回路を経由しないで起動回路および直流電源を含む閉回路を形成することもできる。この場合には、他の受動的回路素子を上記素子に追加して起動回路を形成すればよい。

【００２６】

上述のように、起動回路を電圧制御形スイッチング素子の制御端と直流電源との間に接続することにより、起動回路に電圧制御形スイッチング素子がその制御端を介して並列接続されることになる。このため、当該スイッチング素子がＯＮしている間、起動回路は、電圧制御形スイッチング素子によって短絡されるので、たとえ起動回路に抵抗器を用いている場合であっても、当該スイッチング素子がＯＮ中、起動回路の消費電力がゼロになる。したがって、回路効率が向上するとともに省エネにも貢献する。

【００２７】

さらに、起動回路が負荷の発光ダイオードを介して直流電源に接続するように構成することができる。この回路構成においては、負荷の発光ダイオードが何らかの異常で負荷電圧が上昇したときや負荷が未装着である場合には、起動回路が作動できないから、降圧チョッパの発振動作が停止して保護動作が行われるので、安全性が向上し、消費電力の低減を実現できる。

【００２８】

自励式駆動信号発生回路は、降圧チョッパ動作の各周期において、その電圧制御形スイッチング素子にＯＮするのに十分な値の電圧からなる駆動信号を供給して、当該素子をＯＮ状態にするための回路手段であり、この駆動信号を自励式の動作で発生する。すなわち、電圧制御形スイッチング素子によるスイッチングの各周期において、直流電源から上記スイッチング素子を経由してインダクタの充電電流が流れると、自励式駆動信号発生回路は、上記電流に応動して当該電圧制御形スイッチング素子の駆動信号を発生する。この駆動信号は、当該電圧制御形スイッチング素子の制御端に供給されて、当該電圧制御形スイッチング素子をＯＮ状態に維持する。このＯＮ中に直流電源からほぼ直線的に増大する充

電電流がインダクタに流れる。その結果、インダクタ内に電磁的エネルギーが蓄積されるとともに、上記充電電流が流れている間自励式駆動信号発生回路に駆動信号が発生する。

【００２９】

また、自励式駆動信号発生回路は、駆動信号を発生するための具体的な回路構成については特段限定されない。しかし、好適にはインダクタに電流が流れたときに電圧を誘起する巻線を配設し、かつ巻線の極性をインダクタの充電電流が流れたときに上記巻線に誘起される電圧が電圧制御形スイッチング素子の駆動信号として作用し得る極性を有するように設定する。これにより、インダクタに充電電流が流れている間、当該スイッチング素子をＯＮ状態に維持することができる。

【００３０】

さらに、インダクタ内に蓄積された電磁的エネルギーが放出されるときにフライホイールダイオードおよび負荷を経由してほぼ直線的に減少する放電電流が流れる。放電電流がゼロになると、続いて起動回路が作動して以上の回路動作を繰り返す。

【００３１】

前記巻線を備えた自励式駆動信号発生回路を用いる場合、インダクタに流れる電流に応じた電圧を巻線に誘起させるための回路構成として、巻線を降圧チョッパのインダクタに磁気結合させることができる。また、インダクタとは別に電流変成器を用意して、電流変成器の１次巻線をインダクタに対して直列に挿入し、２次巻線を上記巻線として用いることもできる。

【００３２】

さらに、自励式駆動信号発生回路は、トリガーコンデンサを備え、駆動信号がトリガーコンデンサを介して電圧制御形スイッチング素子の制御端に印加されるように構成することができる。この構成においては、電圧制御形スイッチング素子の制御端に駆動信号を印加して順バイアスしたときに、トリガーコンデンサが充電され、電圧制御形スイッチング素子の制御端のシュレッショルド電圧を超えたときに電圧制御形スイッチング素子がＯＮに転じて動作を開始するが、トリガーコンデンサを挿入することで駆動信号供給回路のインピーダンスが増加するために、起動回路の消費電流を低減し、起動性を向上させることが可能になる。

【００３３】

スイッチングオフ制御回路は、降圧チョッパの電圧制御形スイッチング素子に流れる電流が所定値に到達したときの電流をインダクタのピーク電流として検出して、当該スイッチング素子をＯＦＦさせる回路手段である。スイッチングオフ制御回路の具体的な回路は、本発明において特段限定されないが、例えば自励式駆動信号発生回路から供給される駆動信号を回路の短絡または開放により遮断するように構成することができる。また、電圧制御形スイッチング素子に流れる電流を検出する手段として当該スイッチング素子と直列に電流検出抵抗器を挿入することができる。

【００３４】

そうして、本発明においては、次のように回路動作する。すなわち、降圧チョッパ動作の各周期において、起動回路が直流電源側の電圧に応動して電圧制御形スイッチング素子をＯＮさせる。このＯＮによりインダクタに充電電流が負荷を経由して流れると、次に自励式駆動信号発生回路が作動して電圧制御形スイッチング素子の制御端を順バイアスして当該素子をＯＮ状態に維持する。そして、そこに流れる電流がピーク値に到達すると、スイッチングオフ制御回路が作動して電圧制御形スイッチング素子をＯＦＦさせる。すると、今度はインダクタに蓄積された電磁エネルギーが放出され、放電電流がフライホイールダイオードおよび負荷を経由して流れる。

【００３５】

上記放電電流がゼロに達したときに電圧制御形スイッチング素子がＯＦＦし、引続いて起動回路が当該スイッチング素子をＯＮするように構成することにより、降圧チョッパを臨界動作させて変換効率を高めることができる。

【００３６】

本発明の照明装置は、請求項１ないし３のいずれか一記載の発光ダイオード点灯装置と；前記発光ダイオード点灯装置を有する器具本体と；を具備していることを特徴としている。

【００３７】

本発明において、照明装置は、光源の一部または全部が発光ダイオードであり、この発光ダイオードを光源とする装置であればよい。器具本体は、照明装置から発光ダイオードおよびその点灯装置を除外した残余の部分である。

【発明の効果】

【００３８】

本発明によれば、回路構成が簡単で部品点数が少ないとともに、スイッチングが良好かつ高効率な発光ダイオード点灯装置およびこれを用いた照明装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３９】

以下、図面を参照して本発明を実施するための形態を説明する。

【００４０】

図１および図２は、本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第１の態様を示し、図１は回路図、図２は負荷電流の波形図である。本形態において、発光ダイオード点灯装置は、高周波フィルタＮＦ、直流電源ＲＤＣ、降圧チョッパＤＣＣ、発光ダイオードＬＥＤ、起動回路ＳＴ、自励式駆動信号発生回路ＤＳＧおよびスイッチングオフ制御回路ＳＯＣを具備し、入力端が低周波交流電源ＡＣに接続して作動する。

【００４１】

高周波フィルタＮＦは、低周波交流電源ＡＣに並列接続するコンデンサＣ１および直列接続するインダクタＬ１からなる。

【００４２】

直流電源ＲＤＣは、整流化直流電源からなり、ブリッジ形全波整流回路Ｒｅｃおよび平滑コンデンサＣ２を備えている。ブリッジ形全波整流回路Ｒｅｃは、その交流入力端がインダクタＬ１を介して低周波交流電源ＡＣに接続する。平滑コンデンサＣ２は、ブリッジ形全波整流回路Ｒｅｃの直流出力端間に接続して平滑化された直流電圧を形成して降圧チョッパＤＣＣに入力電力を供給する。

【００４３】

降圧チョッパＤＣＣは、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１、インダクタＬ２、フライホールダイオードＤ１およびコンデンサＣ３を備え、入力端が直流電源ＲＤＣに接続し、出力端に後述する発光ダイオードＬＥＤが接続する。電圧制御形スイッチング素子Ｑ１は、Ｎ形ＦＥＴからなり、そのドレインが直流電源ＲＤＣの正極に接続し、ソースが後述する電流検出抵抗器Ｒ１を直列に介してインダクタＬ２の一端に接続する。インダクタＬ２の他端は出力端の正極側に接続している。なお、出力端の負極側は直流電源ＲＤＣの負極に接続している。また、出力端間にコンデンサＣ３が並列接続している。

【００４４】

フライホールダイオードＤ１は、直流電源ＲＤＣの出力電圧、換言すれば降圧チョッパＤＣＣの入力電圧より十分に高い耐圧を有するダイオードが用いられていて、インダクタＬ２の放電電流を出力端に導くようにインダクタＬ２と直列接続する。そして、その極性がインダクタＬ２の放電電流に対して順方向になっている。

【００４５】

そうして、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１がＯＮすると、インダクタＬ２に直流電源ＲＤＣから負荷を経由して充電電流が流れる。電圧制御形スイッチング素子Ｑ１がＯＦＦすると、インダクタＬ２から負荷を経由して放電電流が流れる。

【００４６】

発光ダイオードＬＥＤは、降圧チョッパＤＣＣに対する負荷であり、降圧チョッパＤＣＣの出力端間に接続していて、上記充電電流および放電電流により点灯する。

【００４７】
起動回路ＳＴは、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のドレインとゲートの間に接続した抵抗器Ｒ２からなり、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のゲートに動作可能な順バイアスを与える。このとき、後述する自励式駆動信号発生回路ＤＳＧのトリガーコンデンサＣ４が充電され、トリガーコンデンサＣ４の両端電圧が電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のゲートのシュレッショルド電圧を超えたときに電圧制御形スイッチング素子Ｑ１がＯＮに転じ、動作を開始する。
【００４８】
なお、抵抗器Ｒ２は、降圧チョッパＤＣＣの通常の動作中における消費電力が大きくならないような抵抗値に設定される。また、起動回路ＳＴの動作時に前述のように自励式駆動信号発生回路ＤＳＧのトリガーコンデンサＣ４が起動電流により充電されることにより、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のゲート回路のインピーダンスが増加するために、起動回路の消費電流を低減しながら起動性を向上させることができる。さらに、起動電流が負荷の発光ダイオードＬＥＤを経由して直流電源ＲＤＣに戻るように構成されていることにより、負荷が未装着のときは起動されないため、無駄な消費電力が発生するのを防止することができる。
【００４９】
自励式駆動信号発生回路ＤＳＧは、巻線ｗ、ダイオードＤ２、トリガーコンデンサＣ４および抵抗器Ｒ３を含む。巻線ｗは、インダクタＬ２に磁気結合していて、負荷に流れる電流に応じた電圧を誘起する。そして、その一端が起動回路ＳＴのトリガーコンデンサＣ４を経由して電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のゲートに接続している。また、他端が電流検出抵抗器Ｒ１を介して電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のソースに接続して閉回路を形成して、インダクタＬ２に充電電流が流れたときに巻線ｗに誘起される電圧をトリガーコンデンサＣ４を介して電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のゲートに印加して上記ゲートを順バイアスする。
【００５０】
なお、巻線ｗの巻数をＮ２、インダクタＬ２の巻数をＮ１、入力電圧をV_P、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１を導通させるのに十分な駆動電圧をV_{GS}としたとき、$N2 > V_{GS} \times N1 / V_P$を満足するように設定すべきである。
【００５１】
ダイオードＤ２は、スイッチングオフ制御回路ＳＯＣが作動してターンオフしたときにトリガーコンデンサＣ４の電荷を素早く引き抜いてスイッチングを改善するように作用する。これにより電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のスイッチングが一層良好になる。トリガーコンデンサＣ４は、前述のように起動コンデンサとして起動回路ＳＴの抵抗器Ｒ２を流れる起動電流を低減する。抵抗器Ｒ３は、抵抗器Ｒ２を直流電源電圧を分圧して電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のゲートに対する順バイアスの程度を所要になるように制限する。
【００５２】
スイッチングオフ制御回路ＳＯＣは、前記電流検出抵抗器Ｒ１およびトランジスタＱ２を含んでいる。トランジスタＱ２は、そのベースとエミッタを電流検出抵抗器Ｒ１に並列接続している。そして、充電電流が所定値のピークに達したときにトランジスタＱ２がＯＮするように設定されている。
【００５３】
そうして、スイッチングオフ制御回路ＳＯＣの電流検出抵抗器Ｒ１に所定値のピーク電流が流れると、トランジスタＱ２がＯＮして、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のゲート・ソース間が短絡され、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１の順バイアスがなくなるので、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１がＯＦＦする。
【００５４】
電圧制御形スイッチング素子Ｑ１がＯＦＦすると、逆起電力によってインダクタＬ２に蓄積された電磁的エネルギーが放出されてインダクタＬ２および発光ダイオードＬＥＤに

放電電流が流れる。

【００５５】

放電電流がゼロになると、再び起動回路ＳＴが作動して電圧制御形スイッチング素子Ｑ１が再度ＯＮし、上述の回路動作を以後繰り返す。

【００５６】

したがって、負荷の発光ダイオードＬＥＤが充電電流および放電電流により点灯する。

【００５７】

図２は、以上の回路動作における電流波形を示している。すなわち、図中の符号I_Cは充電電流を、I_Dは放電電流を、それぞれ示している。降圧チョッパＤＣＣは、その一周期において、時間ｔ０で充電電流I_Cが流れだし、それが時間ｔ１でピーク値に到達すると、引き続いて放電電流I_Dが流れだし、時間ｔ２で放電電流I_Dがゼロになるという臨界動作を行う。そして、このような周期を連続して繰り返す。

【００５８】

以下、本発明を実施するためのその他の形態について図３ないし図１０を参照して説明する。なお、各図において、図１と同一部分については同一符号を付して説明は省略する。

【００５９】

図３は、本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第２の形態を示す回路図である。第２の形態は、直流電源ＲＤＣに対する電圧制御形スイッチング素子Ｑ１とダイオードＤ１の位置を入れ替えたもので、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１を安定電位側に、ダイオードＤ１を非安定電位側に接続し、これに伴いその他の回路を上記に関連して配置している。

【００６０】

図４は、本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第３の形態を示す回路図である。第３の形態は、自励式駆動信号発生回路ＤＳＧの巻線ｗをインダクタＬ２とは別に挿入した電流変流器ＣＴの２次巻線で構成している。また、図１における自励式駆動信号発生回路ＤＳＧの抵抗器Ｒ３を除去し、代わりに抵抗器Ｒ４をコンデンサＣ４と直列に挿入している。この回路構成においても抵抗器Ｒ４がコンデンサＣ４の充放電電流を調節するので、電圧制御形スイッチング素子Ｑ１のゲートの順バイアスの程度を所要に制限する作用がある。

【００６１】

図５は、本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第４の形態を示す回路図である。第４の形態は、第３の形態において、自励式駆動信号発生回路ＤＳＧのコンデンサＣ４を除去したものであるが、自励式駆動信号発生回路ＤＳＧの基本的な動作は変わらない。

【００６２】

図６は、本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第５の形態を示す回路図である。第５の形態は、第１の形態において、スイッチングオフ制御回路ＳＯＣのトランジスタＱ２のベース回路にオペアンプＯＰを追加したもので、ピーク電流検出動作が一層安定になる。

【００６３】

図７は、本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第６の形態を示す回路図である。第６の形態は、第１の形態において、スイッチングオフ制御回路ＳＯＣのトランジスタＱ２に代えてシャントレギュレータＳＲを接続したもので、基本的な動作は変わらない。

【００６４】

図８は、本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第７の形態を示す回路図である。第７の形態は、位相制御形調光器を用いる調光に対応可能に構成したものであり、第１の形態において、起動回路ＳＴの抵抗器Ｒ２に代えて一対の抵抗器Ｒ２Ａ、Ｒ２Ｂを直流電源ＲＤＣの非平滑全波整流電圧が現れる部位である全波整流器Ｒｅｃの一対の交流

入力端にそれぞれ接続したものである。

【００６５】

そうして、起動回路ＳＴには、調光時に位相制御された非平滑の全波整流電圧が印加されるので、位相制御に応じて起動時間が変化する結果、降圧チョッパＤＣＣが交流電源電圧の導通期間においてのみ間欠的に作動する。その結果、発光ダイオードＬＥＤを調光器の操作に応じて調光点灯することができる。

【００６６】

図９は、本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第８の形態を示す回路図である。第８の形態は、同様に位相制御形調光器を用いる調光に対応可能に構成したものであるが、起動回路ＳＴの抵抗器Ｒ２を直流電源の全波整流回路Ｒｅｃの直流出力端に接続するとともに、平滑コンデンサＣ２を、ダイオードＤ３を介して全波整流回路Ｒｅｃの上記直流出力端に接続している。なお、自励式駆動信号発生回路ＤＳＧは、図８に示す第７の形態と同じ構成である。

【００６７】

図１０は、本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第９の形態を示す回路図である。第９の形態は、同様に位相制御形調光器を用いる調光に対応可能に構成したものであるが、第１の形態との対比において次の点で相違している。

（１）直流電源ＲＤＣが平滑コンデンサＣ２に代えて平滑作用を有さない小容量のコンデンサＣ５を接続している。このため、直流電源ＲＤＣの直流出力は、非平滑直流電圧であるから、降圧チョッパＤＣＣが交流電源電圧の導通期間においてのみ間欠的に作動して発光ダイオードＬＥＤを調光点灯することができる。

（２）自励式駆動信号発生回路ＤＳＧが図４に示す第４の形態と同様である。

（３）発光ダイオードＬＥＤに並列接続するコンデンサＣ３が平滑作用を奏する電解コンデンサである。このため、直流電源ＲＤＣが非平滑直流電圧を出力しても発光ダイオードＬＥＤは平滑化された直流電流で点灯するので、連続的に点灯するので、明るさのちらつきが生じにくい。

【図面の簡単な説明】

【００６８】

【図１】本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第１の形態を示す回路図

【図２】同じく負荷電流の波形図

【図３】本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第２の形態を示す回路図

【図４】本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第３の形態を示す回路図

【図５】本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第４の形態を示す回路図

【図６】本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第５の形態を示す回路図

【図７】本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第６の形態を示す回路図

【図８】本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第７の形態を示す回路図

【図９】本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第８の形態を示す回路図

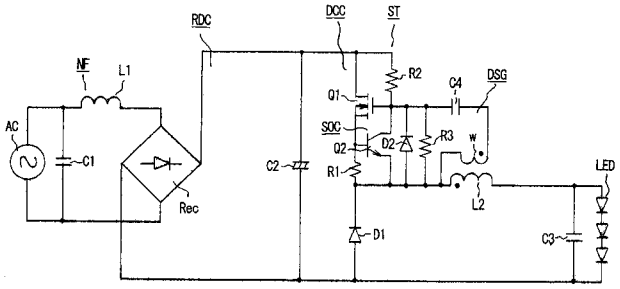
【図１０】本発明の発光ダイオード点灯装置を実施するための第９の形態を示す回路図

【符号の説明】

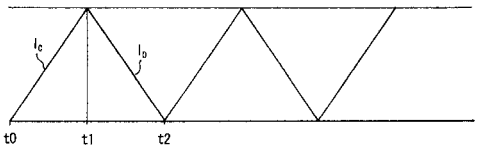
【００６９】

ＮＦ…高周波フィルタ、ＲＤＣ…直流電源、ＤＣＣ…降圧チョッパ、ＬＥＤ…発光ダイオード、ＳＴ…起動回路、ＤＳＧ…自励式駆動信号発生回路、ＳＯＣ…スイッチングオフ制御回路、Ｒｅｃ…全波整流回路、Ｑ１…電圧制御形スイッチング素子、Ｌ２…インダクタ、Ｃ２…平滑コンデンサ、Ｄ１…フライホイールダイオード、ｗ…巻線、Ｒ１…抵抗器、Ｒ２…電流検出用抵抗器、Ｑ２…トランジスタ

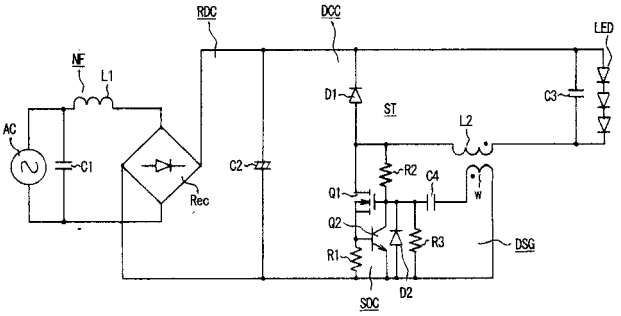
【図１】



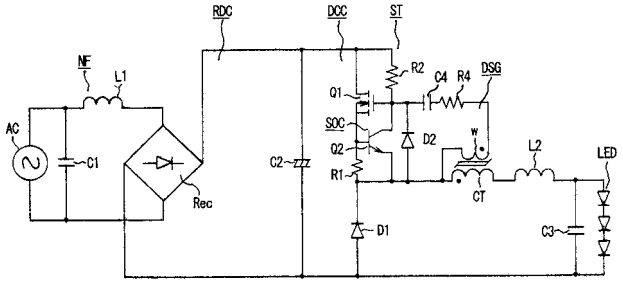
【図２】



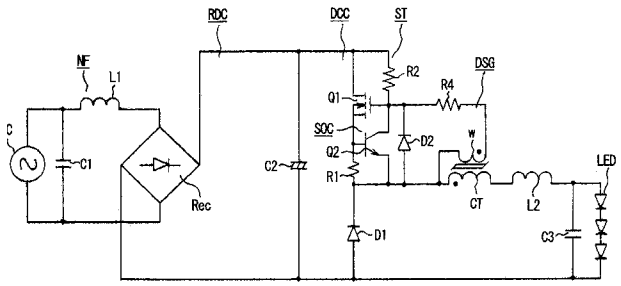
【図３】



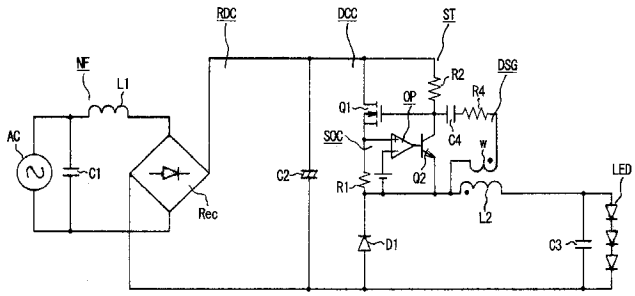
【図４】



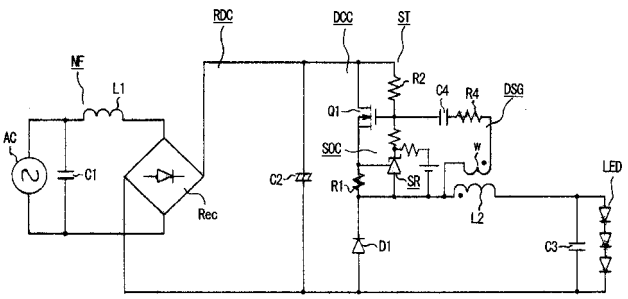
【図５】



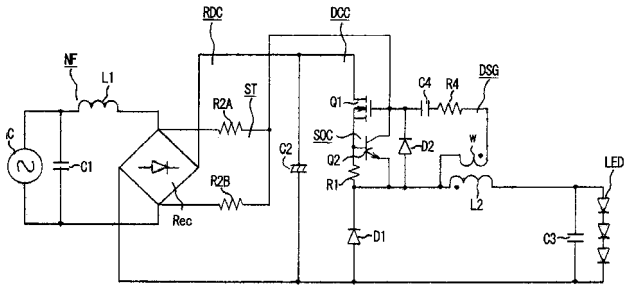
【図６】



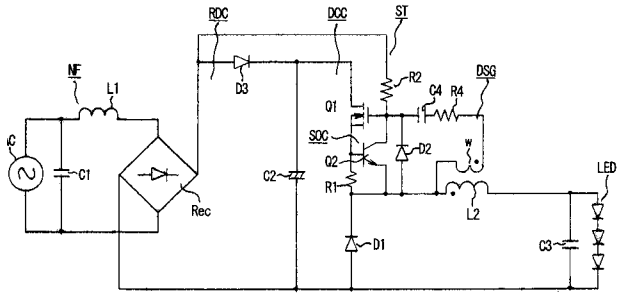
【図７】



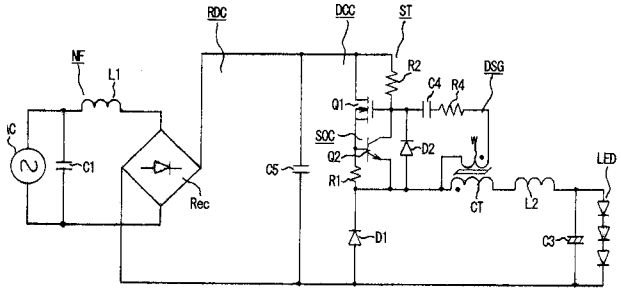
【図８】



【図９】


RDC
DCC
ST
NF
L1
D3
R2
DSG
Q1
C4
R4
SOC
Q2
D2
W
AC
C1
C2
R1
LED
Rec
L2
D1
C3

【図１０】


RDC
DCC
ST
NF
L1
R2
DSG
Q1
C4
R4
SOC
Q2
D2
W
AC
C1
C5
R1
LED
Rec
CT
L2
D1
C3