

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6025096号
(P6025096)

(45) 発行日 平成28年11月16日(2016.11.16)

(24) 登録日 平成28年10月21日(2016.10.21)

(51) Int.Cl.		F I			
HO2M	3/155	(2006.01)	HO2M	3/155	C
HO5B	37/02	(2006.01)	HO2M	3/155	P
			HO5B	37/02	K

請求項の数 9 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-202572 (P2012-202572)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成24年9月14日 (2012.9.14)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2014-57501 (P2014-57501A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成26年3月27日 (2014.3.27)	(74) 代理人	100087767
審査請求日	平成27年2月13日 (2015.2.13)		弁理士 西川 恵清
		(72) 発明者	鳴尾 誠浩
			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	福田 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
		(72) 発明者	江崎 佐奈
			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】 固体発光素子駆動装置及び照明装置、照明器具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

出力端子間に固体発光素子が接続されるスイッチング電源回路と、前記スイッチング電源回路を構成するスイッチング素子をスイッチング制御する制御回路とを備え、前記スイッチング電源回路は、前記スイッチング素子とインダクタの直列回路と、前記スイッチング素子がオフしたときに前記インダクタから回生電流を流す回生素子とを有し、前記制御回路は、前記スイッチング素子又は前記インダクタに流れる電流が所定のピーク値に達したら前記スイッチング素子をオフし、且つ前記回生電流が所定のしきい値以下となったら前記スイッチング素子をオンするものであって、前記制御回路は、前記スイッチング素子のオン期間又はオフ期間若しくは前記オン期間と前記オフ期間を合わせたスイッチング周期が所定の上限値を超えた場合に前記スイッチング電源回路の出力を抑制することを特徴とする固体発光素子駆動装置。

【請求項2】

前記制御回路は、前記オン期間が前記上限値を超えるまでに前記スイッチング素子又は前記インダクタに流れる電流が前記ピーク値に達していない場合に前記スイッチング電源回路の出力を抑制することを特徴とする請求項1記載の固体発光素子駆動装置。

【請求項3】

前記制御回路は、前記オフ期間が所定の範囲から外れている場合においては、前記オン期間が前記上限値を超えるまでに前記スイッチング素子又は前記インダクタに流れる電流が前記ピーク値に達していなくても前記スイッチング電源回路の出力を抑制しないことを

特徴とする請求項 2 記載の固体発光素子駆動装置。

【請求項 4】

前記制御回路は、前記オフ期間又は前記周期が前記上限値を超えるまでに前記回生電流が前記しきい値に達していない場合に前記スイッチング電源回路の出力を抑制することを特徴とする請求項 1 記載の固体発光素子駆動装置。

【請求項 5】

PWM(パルス幅変調)信号を生成するタイマを備え、前記タイマで生成される前記PWM信号と前記スイッチング素子の駆動信号とが同期していることを特徴とする請求項 1～4 の何れか 1 項に記載の固体発光素子駆動装置。

【請求項 6】

前記制御回路は、タイマを内蔵したマイクロコンピュータからなり、前記タイマで前記PWM信号を生成することを特徴とする請求項 5 記載の固体発光素子駆動装置。

【請求項 7】

前記制御回路は、前記タイマの出力をカウントすることによって前記オン期間又は前記オフ期間若しくは前記周期の経時的な変動を監視し、前記変動が所定値を超えた場合に前記スイッチング電源回路の出力を抑制することを特徴とする請求項 6 記載の固体発光素子駆動装置。

【請求項 8】

請求項 1～7 の何れかの固体発光素子駆動装置と、前記固体発光素子駆動装置によって駆動される固体発光素子とを備えることを特徴とする照明装置。

【請求項 9】

請求項 1～8 の何れかの固体発光素子駆動装置と、前記固体発光素子駆動装置によって駆動される固体発光素子と、前記固体発光素子駆動装置及び前記固体発光素子を保持する器具本体とを備えることを特徴とする照明器具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオードや有機エレクトロルミネセンス(EL)素子などの固体発光素子を駆動して発光させる固体発光素子駆動装置、及びその駆動装置を用いる照明装置、照明器具に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の固体発光素子駆動装置として、例えば、特許文献 1 に記載されている電源装置がある。この従来例は、出力段に平滑コンデンサを有するスイッチング電源回路(スイッチングレギュレータ)と、平滑コンデンサの両端に負荷であるLEDモジュールを着脱可能に接続するコネクタとを有している。そして、コネクタによりLEDモジュールが取り外されると、平滑コンデンサもスイッチング電源回路から切り離されるため、過大な電圧(無負荷電圧)が平滑コンデンサの両端に印加されることが回避できる。

【0003】

しかしながら、特許文献 1 記載の従来例において、コネクタによる接続が不完全な状態(いわゆるルーズコンタクトの状態)であると、平滑コンデンサがスイッチング電源回路から完全には切り離されないために過大な電圧が印加されてしまう虞がある。そして、ルーズコンタクトの状態から完全な接続状態に移行した場合、定常時よりも上昇している平滑コンデンサの両端電圧がLEDモジュールの点灯電圧まで一気にクランプされるため、LEDモジュールに過電流が流れてしまう。

【0004】

そこで、このような不具合を解決するため、固体発光素子駆動装置から出力される電圧又は電流を監視することで無負荷やルーズコンタクトなどの接続異常を検出する異常検出回路を備えたものが提案されている。そして、異常検出回路が接続異常を検出した場合、出力電圧及び出力電流を抑制することで固体発光素子の破損などの不具合の発生を回避す

10

20

30

40

50

ることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-263716号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記後者の従来例では、スイッチング素子をスイッチング制御する回路(制御回路)とは別に異常検出回路が必要となるため、回路構成が複雑になり、コストも上昇するという問題があった。

10

【0007】

本発明は、上記課題に鑑みて為されたものであり、固体発光素子の接続異常による不具合の発生を抑制しつつ回路構成の簡略化及びコストダウンを図ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の固体発光素子駆動装置は、出力端子間に固体発光素子が接続されるスイッチング電源回路と、前記スイッチング電源回路を構成するスイッチング素子をスイッチング制御する制御回路とを備え、前記スイッチング電源回路は、前記スイッチング素子とインダクタの直列回路と、前記スイッチング素子がオフしたときに前記インダクタから回生電流を流す回生素子とを有し、前記制御回路は、前記スイッチング素子又は前記インダクタに流れる電流が所定のピーク値に達したら前記スイッチング素子をオフし、且つ前記回生電流が所定のしきい値以下となったら前記スイッチング素子をオンするものであって、前記制御回路は、前記スイッチング素子のオン期間又はオフ期間若しくは前記オン期間と前記オフ期間を合わせたスイッチング周期が所定の上限値を超えた場合に前記スイッチング電源回路の出力を抑制することを特徴とする。

20

【0009】

この固体発光素子駆動装置において、前記制御回路は、前記オン期間が前記上限値を超えるまでに前記スイッチング素子又は前記インダクタに流れる電流が前記ピーク値に達していない場合に前記スイッチング電源回路の出力を抑制することが好ましい。

30

【0010】

この固体発光素子駆動装置において、前記制御回路は、前記オフ期間が所定の範囲から外れている場合においては、前記オン期間が前記上限値を超えるまでに前記スイッチング素子又は前記インダクタに流れる電流が前記ピーク値に達していても前記スイッチング電源回路の出力を抑制しないことが好ましい。

【0011】

この固体発光素子駆動装置において、前記制御回路は、前記オフ期間又は前記周期が前記上限値を超えるまでに前記回生電流が前記しきい値に達していない場合に前記スイッチング電源回路の出力を抑制することが好ましい。

【0012】

この固体発光素子駆動装置において、PWM(パルス幅変調)信号を生成するタイマを備え、前記タイマで生成される前記PWM信号と前記スイッチング素子の駆動信号とが同期していることが好ましい。

40

【0013】

この固体発光素子駆動装置において、前記制御回路は、タイマを内蔵したマイクロコンピュータからなり、前記タイマで前記PWM信号を生成することが好ましい。

【0014】

この固体発光素子駆動装置において、前記制御回路は、前記タイマの出力をカウントすることによって前記オン期間又は前記オフ期間若しくは前記周期の経時的な変動を監視し、前記変動が所定値を超えた場合に前記スイッチング電源回路の出力を抑制することが好

50

ましい。

【0015】

本発明の照明装置は、前記何れかの固体発光素子駆動装置と、前記固体発光素子駆動装置によって駆動される固体発光素子とを備えることを特徴とする。

【0016】

本発明の照明器具は、前記何れかの固体発光素子駆動装置と、前記固体発光素子駆動装置によって駆動される固体発光素子と、前記固体発光素子駆動装置及び前記固体発光素子を保持する器具本体とを備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明の固体発光素子駆動装置及び照明装置、照明器具は、固体発光素子の接続異常による不具合の発生を抑制しつつ回路構成の簡略化及びコストダウンを図ることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明に係る固体発光素子駆動装置(LED駆動装置)及び照明装置の実施形態1を示す回路構成図である。

【図2】同上の回路図である。

【図3】同上の動作説明用のタイムチャートである。

【図4】本発明に係る固体発光素子駆動装置(LED駆動装置)及び照明装置の実施形態2の動作説明用のタイムチャートである。

【図5】同上の動作説明用の説明図である。

【図6】同上の動作説明用のタイムチャートである。

【図7】本発明に係る固体発光素子駆動装置(LED駆動装置)及び照明装置の実施形態3を示す回路構成図である。

【図8】同上の動作説明用のタイムチャートである。

【図9】本発明に係る固体発光素子駆動装置(LED駆動装置)及び照明装置の実施形態4を示す回路構成図である。

【図10】同上の動作説明用のタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、固体発光素子としてLED(発光ダイオード)を用いた固体発光素子駆動装置及び照明装置、照明器具に本発明の技術思想を適用した実施形態について説明する。ただし、固体発光素子はLEDに限定されるものではなく、有機エレクトロルミネセンス(EL)素子などのLED以外の固体発光素子であってもよい。

【0020】

(実施形態1)

本実施形態の照明装置は、図1に示すように複数個のLED60の直列回路からなる光源6と、直流電源Eから供給される直流電圧・電流を光源6に応じた直流電圧・電流に変換して光源6を駆動(点灯)する固体発光素子駆動装置(LED駆動装置)とで構成される。

【0021】

本実施形態のLED駆動装置は、スイッチング電源回路1と制御回路2を備え、スイッチング電源回路1の出力端子3に光源6が接続される。

【0022】

直流電源Eからスイッチング電源回路1の入力端間に直流電圧V_{dc}が印加される。スイッチング電源回路1は、スイッチング素子Q1、ダイオードD1、インダクタL1、平滑コンデンサC1、駆動回路10などで構成される降圧チョップアップ回路である。電界効果トランジスタからなるスイッチング素子Q1のドレインがダイオードD1のアノードに接続され、スイッチング素子Q1のソースが検出抵抗R1を介して直流電源Eの負極に接続されている。また、ダイオードD1のアノードとスイッチング素子Q1のドレインとの接続点にインダクタL1の一端が

10

20

30

40

50

接続され、インダクタL1の他端とダイオードD1のカソードとの間に平滑コンデンサC1が接続されている。そして、平滑コンデンサC1の両端が出力端子3に接続されている。なお、インダクタL1には2次巻線L2が設けられており、2次巻線L2の一端が回路グラウンドに接続され、2次巻線L2の他端が制御回路2の入力ポートに接続されている。

【0023】

駆動回路10は、制御回路2から与えられる駆動信号がハイレベルのときにスイッチング素子Q1のゲートにバイアス電圧を印加してオンし、駆動信号がローレベルのときにバイアス電圧を印加しないことでスイッチング素子Q1をオフする。

【0024】

制御回路2は、PWM(パルス幅変調)信号を生成するタイマ(PWMタイマ20)を備え、PWMタイマ20の出力信号(PWM信号)を駆動信号として駆動回路10に与える。また、制御回路2は、入力ポートを通して入力される2次巻線L2の電圧(誘導電圧)が反転したときにPWMタイマ20をスタートさせるPWMタイマ制御部21を備えている。さらに、制御回路2は、検出抵抗R1の両端電圧(検出電圧VR1)を基準電圧Vrefと比較する比較器23と、PWMタイマ20の出力信号がハイレベルとなる期間(オン期間)又はローレベルとなる期間(オフ期間)を計測して接続異常の有無を判定する判定部22とを備えている。そして、制御回路2は、比較器23の出力と判定部22の出力(接続異常の有無の判定結果)とを論理和演算するオアゲート24を備え、オアゲート24の出力でPWMタイマ20をリセットさせている。すなわち、制御回路2は、スイッチング素子Q1に流れる電流(インダクタL1に流れる電流)が所定のピーク値ILpに達したらスイッチング素子Q1をオフし、スイッチング素子Q1のオン期間にインダクタL1に蓄えられるエネルギーが全て放出された時点でスイッチング素子Q1を再びオンする制御、いわゆる臨界電流制御を行っている(図3参照)。

【0025】

判定部22は、スイッチング素子Q1のオン期間(駆動信号のハイレベル期間)を計測し、当該オン期間Tonが所定の上限値Ton(max)を超えたら、オアゲート24に出力する出力信号をローレベルからハイレベルに切り替える。つまり、スイッチング素子Q1のオン期間Tonが上限値Ton(max)を超えると、比較器23の出力に関わりなく、オアゲート24の出力がハイレベルに固定されるため、PWMタイマ20の出力信号もローレベルに固定される。その結果、駆動回路10に入力される駆動信号がローレベルに固定されてスイッチング素子Q1がオフ状態に維持されるため、スイッチング電源回路1が停止するのである。

【0026】

図2は判定部22の具体例を示した回路図である。判定部22は、上限値タイマ220と、アンドゲート221と、RSフリップフロップからなるラッチ回路222とで構成される。上限値タイマ220は、例えば、遅延時間がオン期間Tonの上限値Ton(max)に等しい遅延回路で構成される。アンドゲート221は、PWMタイマ20の出力信号と上限値タイマ220の出力信号の論理積演算を行い、その演算結果をラッチ回路222のセット端子に出力する。なお、図2においてはPWMタイマ20をRSフリップフロップで構成している。

【0027】

次に、図3のタイムチャートを参照しながら、制御回路2によるスイッチング電源回路1の制御動作について説明する。上限値タイマ220は、駆動信号の立ち上がりから上限値Ton(max)に等しい遅延時間が経過するまで出力をローレベルに維持し、上限値Ton(max)が経過した後に出力をローレベルからハイレベルに立ち上げる。ただし、上限値Ton(max)が経過する前に駆動信号が立ち下がった場合、上限値タイマ220はリセットされる。したがって、出力端子3に光源6が正常に接続されている場合、オン期間Tonが上限値Ton(max)に達する前に、スイッチング素子Q1に流れる電流が所定のピーク値ILpに達するので、上限値タイマ220の出力がハイレベルに立ち上がることはない。

【0028】

故に、アンドゲート221の出力がローレベルに維持されるため、オアゲート24の片方の入力がラッチ回路222によってローレベルにラッチされる。その結果、オアゲート24のもう片方の入力、すなわち、比較器23の出力に応じて駆動信号がハイレベルとローレベルに

10

20

30

40

50

切り替わるので、駆動回路10によってスイッチング素子Q1がスイッチングされてスイッチング電源回路1から光源6に所定の電圧・電流が供給される。

【0029】

ここで、インダクタL1のインダクタンスをLとし、スイッチング電源回路1の出力電圧をVoとすると、インダクタ電流のピーク値ILpは、下記の式(1)で表すことができる。

【0030】

$$ILp = T_{on} \times (V_{dc} - V_o) / L \dots (1)$$

上記式(1)を変形すると、オン期間Tonは下記の式(2)で表される。

【0031】

$$T_{on} = L \times ILp / (V_{dc} - V_o) \dots (2)$$

10

スイッチング電源回路1の出力電圧Voは、通常、光源6の定格電圧(=LED60の順方向電圧×直列接続されるLED60の個数)に等しく、且つ光源6が定電流駆動されている場合はほぼ一定の値となる。故に、PWMタイマ20の出力信号(駆動信号)のハイレベル期間を式(2)から算出されるオン期間Tonに一致させることで、スイッチング電源回路1の出力電圧Vo, 出力電流Ioを所望の値にすることができる。言い換えると、スイッチング電源回路1の出力端子3間に光源6が正常に接続されており、且つ光源6に短絡などの異常が生じていなければ、オン期間Tonはほぼ一定となる。

【0032】

ここで、光源6が出力端子3から外れた状態(無負荷状態)や光源6と出力端子3とが不完全な接続状態(ルーズコンタクト状態)となった場合、スイッチング電源回路1の出力電圧Voが上昇する。制御回路2は、比較器23に入力される検出電圧VR1が基準電圧Vrefを超えるまでスイッチング素子Q1のオン状態を維持するので、上述のような接続異常の状態ではオン期間Tonが正常時よりも長くなる。

20

【0033】

そこで、制御回路2は、PWMタイマ20の出力信号を上限値タイマ220で上限値Ton(max)まで遅延させ、出力信号のオン期間Tonが上限値Ton(max)を超えた場合に接続異常が有ると判定してスイッチング素子Q1のスイッチングを停止する。つまり、オン期間Tonが長くなって上限値タイマ220の出力がハイレベルに立ち上がると、アンドゲート221の出力がハイレベルとなり、ラッチ回路222の出力もハイレベルに立ち上がる。その結果、オアゲート24の出力が比較器23の出力に関わりなくハイレベルに維持されるため、PWMタイマ20の出力信号がローレベルに固定されてスイッチング電源回路1が停止し、出力電圧Voの上昇が抑制できる。

30

【0034】

上述のように本実施形態では、スイッチング素子Q1のオン期間Tonが所定の上限値Ton(max)を超えた場合に、制御回路2がスイッチング電源回路1の出力を抑制している。そのため、従来例とは異なり、制御回路2の他に、出力端子3と光源6の接続状態の異常を検出する回路が不要となるので、固体発光素子の接続異常による不具合の発生を抑制しつつ回路構成の簡略化及びコストダウンを図ることができる。ただし、制御回路2は、タイマを搭載したマイクロコンピュータで構成されてもよい。

【0035】

なお、接続異常が有る場合にスイッチング電源回路1の出力を抑制する方法として、スイッチング素子Q1のスイッチングを停止する代わりに、比較器23の基準電圧Vrefを低下させることでピーク電流を減少させても構わない。

40

【0036】

ところで、本実施形態では制御回路2がスイッチング素子Q1を臨界電流制御する場合を例示したが、スイッチング素子Q1の制御モードが連続電流制御又は不連続電流制御であっても構わない。

【0037】

例えば、連続電流制御モードの場合、2次巻線L2の誘起電圧が所定のしきい値以下となったときにPWMタイマ制御部21が出力をハイレベルに立ち上げ、インダクタ電流がゼロに

50

なる前にスイッチング素子Q1をオンさせる。この場合、インダクタ電流の下限値を $I_{Lb}(>0)$ とすると、スイッチング素子Q1のオン期間 T_{on} は下記の式(3)で表される。

【0038】

$$T_{on} = L \times (I_{Lp} - I_{Lb}) / (V_{dc} - V_o) \dots (3)$$

上記式(3)から明らかなように、スイッチング電源回路1の出力端子3間に光源6が正常に接続されており、且つ光源6に短絡などの異常が生じていなければ、オン期間 T_{on} はほぼ一定となる。故に、オン期間の上限値 $T_{on(max)}$ を適当な値に設定することにより、臨界電流制御モードの場合と同様に接続異常の有無が判定可能となる。

【0039】

また、PWMタイマ20がリセットされてから一定時間後に出力を立ち上げる場合、スイッチング素子Q1のオフ期間 T_{off} が下記の式(4)の関係を満たしている必要がある。

【0040】

$$T_{off} < V_o / (L \times I_{Lp}) \dots (4)$$

このときのインダクタ電流の下限値 I_{Lb} は、下記の式(5)で表される。

【0041】

$$I_{Lb} = I_{Lp} - V_o / L \times T_{off} \dots (5)$$

式(3)に式(5)を代入して整理すると下記の式(6)が得られる。

【0042】

$$T_{on} = V_o / (V_{dc} - V_o) \times T_{off} \dots (6)$$

上記式(6)から明らかなように、オフ期間 T_{off} が一定であれば出力電圧 V_o の上昇に伴ってオン期間 T_{on} が長くなるので、オン期間 T_{on} を上限値 $T_{on(max)}$ と比較することで接続異常の有無が判定できる。

【0043】

なお、不連続電流制御モードの場合、スイッチング素子Q1のオフ期間 T_{off} が下記の式(7)の関係を満たしている必要があるが、オン期間 T_{on} は式(2)で表される。

【0044】

$$T_{off} > V_o / (L \times I_{Lp}) \dots (7)$$

(実施形態2)

本実施形態のLED駆動装置及び照明装置の回路構成は実施形態1と共通であるので、共通の構成要素には同一の符号を付して図示並びに説明を省略する。

【0045】

制御回路2が臨界電流制御を行っている場合、スイッチング素子Q1のオフ期間 T_{off} とインダクタ電流のピーク値 I_{Lp} との間に下記の式(8)の関係が成立する。

【0046】

$$0 = I_{Lp} - V_o / L \times T_{off} \dots (8)$$

故に、式(8)からオフ期間 T_{off} は下記の式(9)で表される。

【0047】

$$T_{off} = L \times I_{Lp} / V_o \dots (9)$$

上記式(9)から明らかなように、接続異常が無ければインダクタ電流のピーク値 I_{Lp} 及び出力電圧 V_o が何れも一定であるから、オフ期間 T_{off} も一定となる。

【0048】

一方、出力端子3間が短絡したり、光源6の故障によって出力端子3間のインピーダンスが正常時よりも減少した場合、制御回路2によって臨界電流制御されているスイッチング電源回路1の出力電圧 V_o が低下する(図4参照)。そして、式(9)から明らかなように、出力電圧 V_o が低下するとオフ期間 T_{off} が長くなる。

【0049】

そこで、制御回路2は、PWMタイマ20の出力信号の立ち下がりやを上限値タイマ220で上限値 $T_{off(max)}$ まで遅延させ、出力信号のオフ期間 T_{off} が上限値 $T_{off(max)}$ を超えた場合に接続異常があると判定してスイッチング素子Q1のスイッチングを停止する。つまり、オフ期間 T_{off} が長くなって上限値タイマ220の出力がハイレベルに立ち上がると、アンドゲート2

10

20

30

40

50

21の出力がハイレベルとなり、ラッチ回路222の出力もハイレベルに立ち上がる。その結果、オアゲート24の出力が比較器23の出力に関わりなくハイレベルに維持されるため、PWMタイマ20の出力信号がローレベルに固定されてスイッチング電源回路1が停止する(図4参照)。

【0050】

上述のように本実施形態では、スイッチング素子Q1のオフ期間 T_{off} が所定の上限値 $T_{off(max)}$ を超えた場合に、制御回路2がスイッチング電源回路1の出力を抑制している。そのため、従来例とは異なり、制御回路2の他に、出力端子3と光源6の接続状態の異常(光源6の故障(異常)を含む。)を検出する回路が不要となるので、固体発光素子の接続異常による不具合の発生を抑制しつつ回路構成の簡略化及びコストダウンを図ることができる。

10

【0051】

ところで、制御回路2が臨界電流制御を行っている場合、スイッチング素子Q1のスイッチング周期 $T(= \text{オン期間}T_{on} + \text{オフ期間}T_{off})$ は、上記式(2)及び式(9)から下記式(10)で表される。

【0052】

$$T = T_{on} + T_{off} = L \times I_{lp} \times \{1 / (V_{dc} - V_o) + 1 / V_o\} = L \times I_{lp} / (V_{dc} - V_o) \times V_{dc} / V_o \dots (10)$$

ここで、 $V_o = k \times V_{dc}$ とし、係数 $k = 1/2$ のときのスイッチング周期 T_x を1に正規化すると、

$$T_x = T / 4 \times L \times I_{lp} = 1 / \{4 \times k \times (1 - k)\} \dots (11)$$

で表される。上記式(11)をグラフで表すと、図5に実線で示すような曲線を描く。図5から明らかなように、光源6のインピーダンスが低下するにつれて係数 k がゼロに近付くと、スイッチング周期 T_x が急激に増加する。故に、判定部22でスイッチング周期 T を監視することで接続異常の有無が判定できる(図6参照)。

20

【0053】

また、本実施形態においても、スイッチング素子Q1の制御モードが連続電流制御又は不連続電流制御であっても構わない。

【0054】

例えば、連続電流制御モードの場合、インダクタ電流の下限値 I_{lb} は、下記の式(12)で表される。

【0055】

$$I_{lb} = I_{lp} - V_o / L \times T_{off} \dots (12)$$

故に、オフ期間 T_{off} は、式(12)を変形することで下記の式(13)で表される。

【0056】

$$T_{off} = L \times (I_{lp} - I_{lb}) / V_o \dots (13)$$

上記式(13)から明らかなように、スイッチング電源回路1の出力端子3間に光源6が正常に接続されており、且つ光源6に短絡などの異常が生じていなければ、オフ期間 T_{off} はほぼ一定となる。故に、オフ期間 T_{off} の上限値 $T_{off(max)}$ を適当な値に設定することにより、臨界電流制御モードの場合と同様に接続異常の有無が判定可能となる。

30

【0057】

なお、不連続電流制御モードの場合、インダクタ電流がピーク値 I_{lp} からゼロまで減少するのに要した時間を計測し、当該時間を上限値と比較することで接続異常の有無が判定可能となる。

40

【0058】

(実施形態3)

本実施形態のLED駆動装置及び照明装置では、商用の交流電源100から供給される交流電圧 V_{in} を直流電源部によって直流電圧 V_{dc} に変換してスイッチング電源回路1に供給している。なお、直流電源部は、昇圧チョップ回路のような従来周知のAC-DCコンバータ4とAC-DCコンバータ4の出力端間に接続される平滑コンデンサC0とで構成される。

【0059】

50

実施形態 1, 2 においては、直流電源 E からスイッチング電源回路 1 に供給される直流電圧 V_{dc} が安定していることが前提条件となっている。しかしながら、商用の交流電源 100 から供給される交流電圧 V_{in} を AC - DC コンバータ 4 と平滑コンデンサ C0 で直流電圧 V_{dc} に変換する場合、直流電圧 V_{dc} が常に安定しているとは限らない。例えば、平滑コンデンサ C0 で平滑される直流電圧 V_{dc} には、交流電源 100 の電源周波数の 2 倍の周波数のリップル電圧が重畳されることが多く、僅かながらも変動する虞がある。また、交流電圧が非常に短い期間内で変動した場合、AC - DC コンバータ 4 の応答性によっては、直流電圧 V_{dc} も非常に短い期間内で変動する虞がある。そして、直流電圧 V_{dc} が変動した場合、式 (3) から明らかなように、スイッチング素子 Q1 のオン期間 T_{on} も変動してしまうため、制御回路 2 が接続異常有り と誤判断してしまう可能性が高い。

10

【 0 0 6 0 】

一方、接続異常が無い場合、スイッチング電源回路 1 の出力電圧 V_o が一定であれば、式 (9) から明らかなようにオフ期間 T_{off} も一定となる。したがって、オン期間 T_{on} が上限値 $T_{on(max)}$ に達したとしても、インダクタ電流がピーク値 I_{Lp} のときにオフ期間 T_{off} に殆ど変化がなければ、直流電源部の出力電圧 V_{dc} の変動(低下)と判定することができる。

【 0 0 6 1 】

そこで本実施形態では、図 7 に示すように PWM タイマ 20 の出力信号からオフ期間 T_{off} を計測するオフ期間計測部 25 を制御回路 2 に備えている。判定部 22 は、オン期間 T_{on} が上限値 $T_{on(max)}$ に達したとき、オフ期間計測部 25 がその数周期前までに計測したオフ期間 T_{off} の変化が所定範囲内に収まっているか否かを判断する。そして、オフ期間 T_{off} の変化が所定範囲内に収まっていない場合、判定部 22 は、接続異常有り と判定してオアゲート 24 にハイレベルの信号を出力することでスイッチング電源回路 1 を停止させる。

20

【 0 0 6 2 】

一方、オフ期間 T_{off} の変化が所定範囲内に収まっている場合、判定部 22 は、直流電源部の出力電圧 V_{dc} の低下と判定し、オアゲート 24 への出力信号をハイレベルとした時点から所定時間 T_{rst} が経過した時点でオアゲート 24 への出力信号をローレベルに立ち下げる(図 8 参照)。さらに判定部 22 は、所定時間 T_{rst} の経過時点で再スタート部 26 にハイレベルの信号を与える。この再スタート部 26 は、判定部 22 から与えられる信号がハイレベルに立ち上がったときにワンショットのパルス信号(再スタート信号)を出力する(図 8 参照)。再スタート信号は、オアゲート 27 において PWM タイマ制御部 21 の出力信号と論理和演算される。すなわち、再スタート信号がオアゲート 27 に入力された場合、PWM タイマ制御部 21 の出力信号に関わらず、PWM タイマ 20 のセット端子にハイレベルの信号が入力されて PWM タイマ 20 の出力信号がハイレベルに立ち上がる。その結果、駆動回路 10 がスイッチング素子 Q1 をオンさせてスイッチング電源回路 1 が再スタートすることになる(図 8 参照)。

30

【 0 0 6 3 】

上述のように本実施形態では、オフ期間 T_{off} が所定範囲内に収まっている場合、オン期間 T_{on} が上限値 $T_{on(max)}$ を超えるまでにインダクタ電流がピーク値 I_{Lp} に達していなくても、制御回路 2 がスイッチング電源回路 1 の出力を抑制しない。そのため、スイッチング電源回路 1 の入力電圧 V_{dc} の変動に起因して、制御回路 2 で接続異常有り と誤判断されてスイッチング電源回路 1 が長期間停止してしまうことが防止できる。なお、オフ期間 T_{off} の代わりにオン期間 T_{on} 又はスイッチング周期 T を計測してオフ期間 T_{off} を演算してもよい。

40

【 0 0 6 4 】

(実施形態 4)

本実施形態の LED 駆動装置及び照明装置の回路構成は実施形態 3 とほぼ共通であるので、共通の構成要素には同一の符号を付して図示並びに説明を省略する。

【 0 0 6 5 】

本実施形態における制御回路 2 は、図 9 に示すようにオフ期間計測部 25 の代わりに、遅延時間がオン期間 T_{on} の上限値 $T_{on(max)}$ に等しい遅延回路からなる上限値タイマ(図示せず)と、上限値タイマの出力と PWM タイマ 20 の出力との論理積を演算するアンドゲート(図示

50

せず)とを判定部22に備える。さらに判定部22は、遅延期間がスイッチング周期Tの上限値T(max)に等しい遅延回路からなる周期タイマ(図示せず)と、周期タイマの出力とPWMタイマ制御部21の出力との論理積を演算するアンドゲート(図示せず)とを備える。

【0066】

次に、図10を参照して本実施形態の動作を説明する。接続異常が発生していない場合、判定部22の上限値タイマが出力をハイレベルに立ち上げる前に、比較器23の出力がハイレベルに立ち上がることでスイッチング素子Q1をオフさせる。一方、接続異常が発生している場合、比較器23の出力がハイレベルに立ち上がる前に上限値タイマの出力がハイレベルとなるので、判定部22からオアゲート24への出力がハイレベルに切り替えられてスイッチング素子Q1がオフ状態に維持される。

10

【0067】

ここで、比較器23の出力がハイレベルに立ち上がる前に上限値タイマの出力がハイレベルとなった原因が直流電圧Vdcの低下にあった場合、周期タイマの出力がハイレベルとなった後にPWMタイマ制御部21の出力がハイレベルに立ち上がることになる。その結果、周期タイマの出力とPWMタイマ制御部21の出力との論理積を演算するアンドゲートの出力がハイレベルとなる。そして、アンドゲートの出力がハイレベルに立ち上がると、判定部22は、所定時間Trstが経過した時点でオアゲート24への出力信号をローレベルに立ち下げる(図10参照)。さらに判定部22は、所定時間Trstの経過時点で再スタート部26にハイレベルの信号を与え、再スタート部26から再スタート信号を出力させる。故に、再スタート信号がオアゲート27に入力されることにより、駆動回路10がスイッチング素子Q1をオンさせて

20

【0068】

一方、比較器23の出力がハイレベルに立ち上がる前に上限値タイマの出力がハイレベルとなった原因が接続異常にあった場合、周期タイマの出力がハイレベルに立ち上がる前にPWMタイマ制御部21の出力がハイレベルに立ち上がる。故に、アンドゲートの出力がローレベルに維持されるので、判定部22は、所定時間Trstの経過後も再スタート部26への出力信号をローレベルに維持する。その結果、スイッチング素子Q1がオフ状態に維持されてスイッチング電源回路1は停止したままとなる。

【0069】

上述のように本実施形態においても、スイッチング電源回路1の入力電圧Vdcの変動に起因して、制御回路2で接続異常有りと誤判断されてスイッチング電源回路1が長期間停止してしまうことが防止できる。

30

【0070】

ところで、上記例では駆動信号が停止する最後のパルスでオン期間Tonを判定した後にスイッチング周期の判定を行っているが、以下のようにして、スイッチング周期を判定した後にオン期間Tonの判定を行ってもよい。

【0071】

すなわち、上限値Ton(max)よりも短いしきい値Ton(*)を設けておき、オン期間Tonがしきい値Ton(*)に達したときにスイッチング周期の判定を行う。そして、駆動信号が停止する最後のパルスでは、オン期間Tonが上限値Ton(max)に達したときに駆動信号を停止させ、スイッチング周期の判定結果に応じて駆動信号を停止し続けるか、駆動信号を再開するかを決定すればよい。ただし、スイッチング周期Tの判定値は、上限値T(max)よりも短い値に設定される。

40

【0072】

なお、上述した実施形態3,4において、例えば、制御回路2が数回再起動を行い、そのうちの任意の回数に接続異常有りと判定した場合に発振停止するようにしても構わない。

【0073】

ここで、図示は省略するが、実施形態1~4の何れかのLED駆動装置と光源6を器具本体に保持することで照明器具を実現することができる。このような照明器具としては、

50

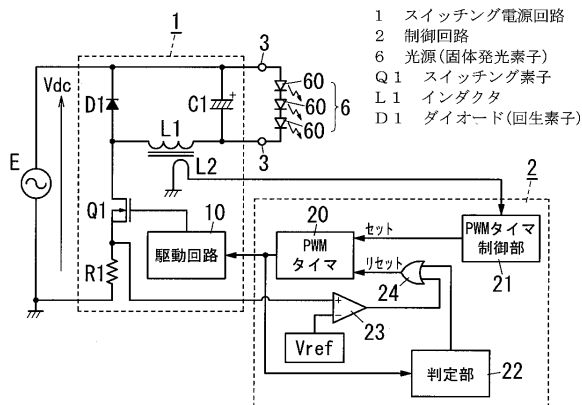
例えば、ダウンライトやシーリングライト、あるいは車両の前照灯などが実現可能である。

【符号の説明】

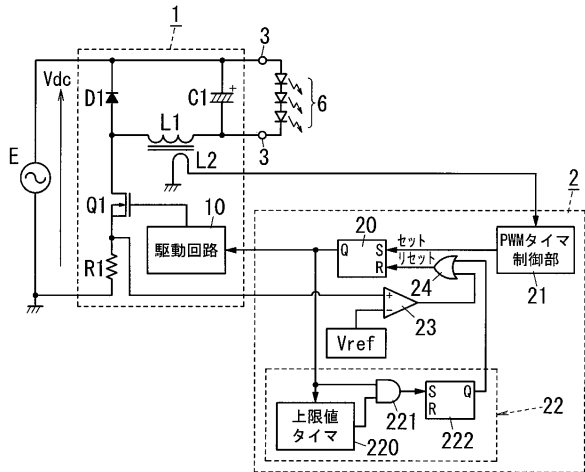
【 0 0 7 4 】

- 1 スイッチング電源回路
- 2 制御回路
- 6 光源(固体発光素子)
- Q1 スイッチング素子
- L1 インダクタ
- D1 ダイオード(回生素子)

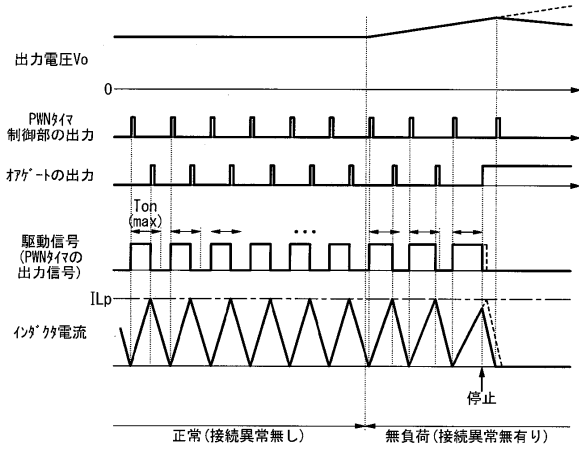
【図1】



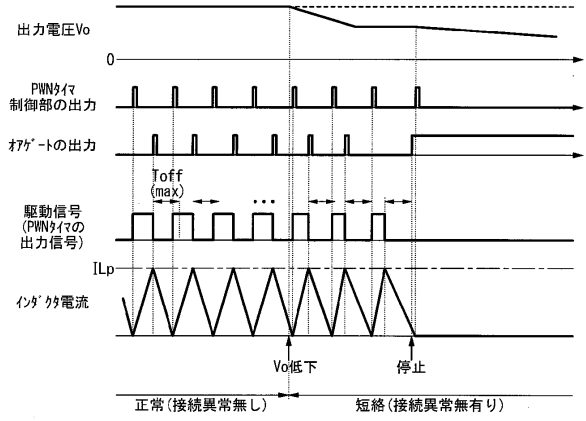
【図2】



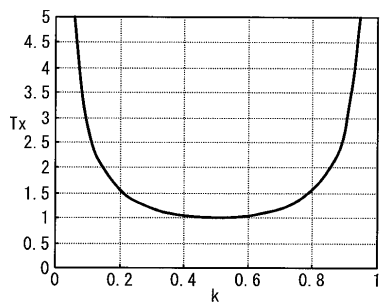
【図3】



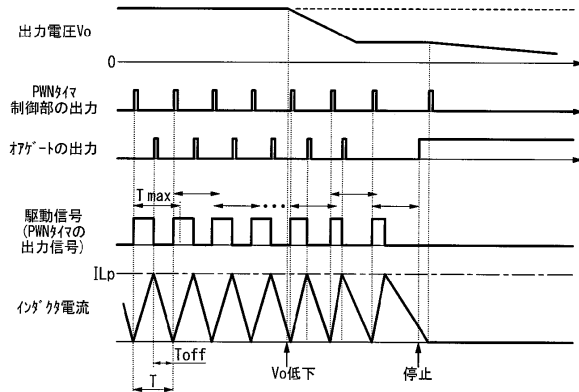
【図4】



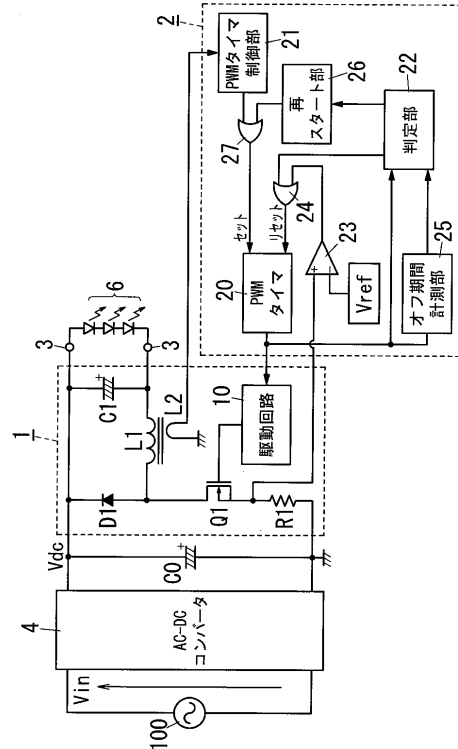
【図5】



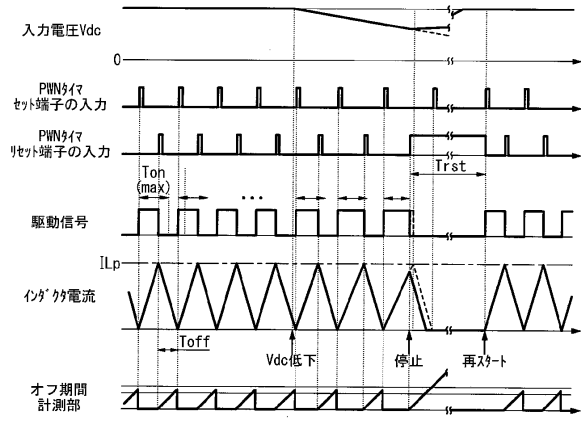
【図6】



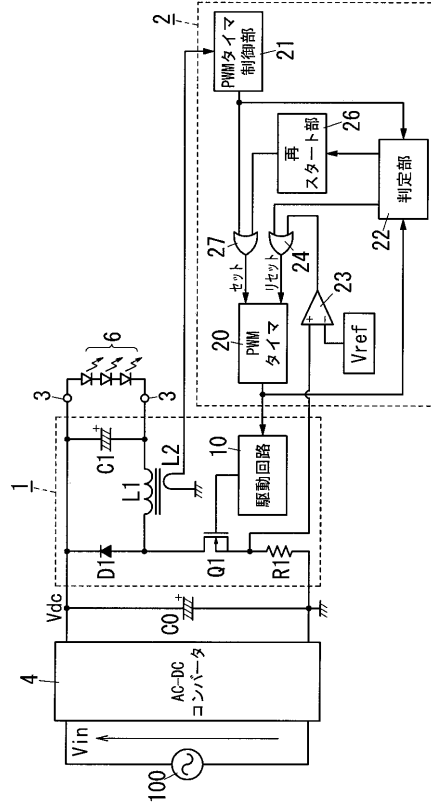
【図7】



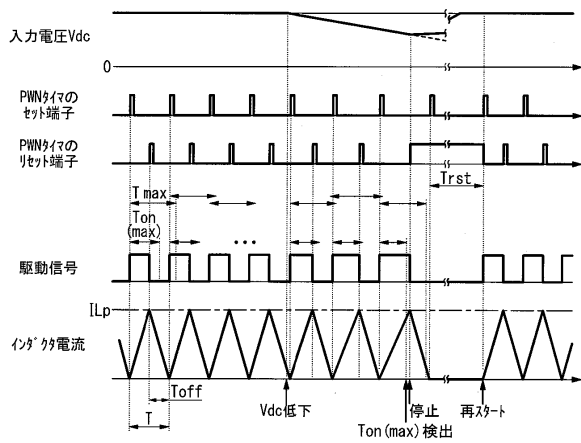
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

審査官 鈴木 重幸

- (56)参考文献 特開2012-129062(JP,A)
特開2011-055681(JP,A)
特開2008-234588(JP,A)
特開2005-080336(JP,A)
特開2011-125147(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H02M 3/00 - 3/44
H05B37/00 - 39/10