

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4864994号
(P4864994)

(45) 発行日 平成24年2月1日(2012.2.1)

(24) 登録日 平成23年11月18日(2011.11.18)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 33/00 (2010.01)

HO 1 L 33/00 J

HO 5 B 37/02 (2006.01)

HO 5 B 37/02 J

請求項の数 16 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2009-53307 (P2009-53307)	(73) 特許権者	000005049
(22) 出願日	平成21年3月6日 (2009.3.6)		シャープ株式会社
(65) 公開番号	特開2010-212267 (P2010-212267A)		大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号
(43) 公開日	平成22年9月24日 (2010.9.24)	(74) 代理人	100085501
審査請求日	平成22年2月24日 (2010.2.24)		弁理士 佐野 静夫
審判番号	不服2011-22061 (P2011-22061/J1)	(74) 代理人	100128842
審判請求日	平成23年10月12日 (2011.10.12)		弁理士 井上 温
早期審理対象出願		(74) 代理人	100124132
			弁理士 渋谷 和俊
		(72) 発明者	丸山 康弘
			大阪府大阪市阿倍野区長池町2番22号
			シャープ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 LED駆動回路、LED照明灯具、LED照明機器、及びLED照明システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

交番電圧を入力してLEDを駆動するLED駆動回路であって、
LED駆動電流を前記LEDに供給するための電流供給ラインから電流を引き抜く電流引き抜き部と、
前記電流引き抜き部での電流引き抜き開始タイミングと電流引き抜き持続時間を調整するタイミング調整部とを備え、
前記電流引き抜き部が、前記電流供給ラインから引き抜く電流の電流値を調整する調整部を備えることを特徴とする位相制御式調光器に対応可能なLED駆動回路。

【請求項2】

前記タイミング調整部が、前記LED駆動回路の入力電圧又は該入力電圧を整流した電圧を検出する電圧検出回路を備え、前記電圧検出回路の検出結果により前記電流引き抜き部での電流引き抜きを制御する請求項1に記載のLED駆動回路。

【請求項3】

前記タイミング調整部が、前記電圧検出回路の検出結果と設定した電圧と比較するコンパレータを備え、前記コンパレータの比較結果により前記電流引き抜き部での電流引き抜きを制御する請求項2に記載のLED駆動回路。

【請求項4】

前記コンパレータが、ヒステリシス特性を有する請求項3に記載のLED駆動回路。

【請求項5】

前記タイミング調整部が、前記電圧検出回路の出力にベースが接続される第 1 のトランジスタを備え、

前記電流引き抜き部が、前記第 1 のトランジスタのコレクタにベースが接続される第 2 のトランジスタを備え、

前記タイミング調整部が、更に、前記第 1 及び第 2 のトランジスタのベース - ベース間に接続されるコンデンサを備える請求項 3 又は請求項 4 に記載の L E D 駆動回路。

【請求項 6】

前記タイミング調整部が、前記 L E D 駆動回路の入力電圧又は該入力電圧を整流した電圧の変化を検出する電圧変化検出回路を備え、前記電圧変化検出回路の検出結果により前記電流引き抜き部での電流引き抜きを制御する請求項 1 に記載の L E D 駆動回路。

10

【請求項 7】

前記タイミング調整部が、抵抗と、コンデンサと、前記抵抗と前記コンデンサの接続ノードにベースが接続される第 1 のトランジスタとを備え、

前記電流引き抜き部が、前記第 1 のトランジスタのコレクタにベースが接続される第 2 のトランジスタを備える請求項 6 に記載の L E D 駆動回路。

【請求項 8】

前記タイミング調整部が、高電位側から低電位側に向かってコンデンサ、抵抗の順に直列接続されている直列接続回路を備え、

前記電流引き抜き部が、前記コンデンサと前記抵抗の接続ノードにベースが接続されるトランジスタを備える請求項 6 に記載の L E D 駆動回路。

20

【請求項 9】

前記 L E D の不要電流による点灯を防止する不要点灯防止手段を備える請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の L E D 駆動回路。

【請求項 10】

前記電流引き抜き部が備える前記第 2 のトランジスタのエミッタに接続される定電流源を、前記電流引き抜き部が備え、

前記電流引き抜き部が備える前記第 2 のトランジスタを定電流駆動する請求項 5 に記載の L E D 駆動回路。

【請求項 11】

前記電流引き抜き部が備える前記第 2 のトランジスタのエミッタに接続される定電流源を、前記電流引き抜き部が備え、

30

前記電流引き抜き部が備える前記第 2 のトランジスタを定電流駆動する請求項 7 に記載の L E D 駆動回路。

【請求項 12】

前記電流引き抜き部が備える前記トランジスタのエミッタに接続される定電流源を、前記電流引き抜き部が備え、

前記電流引き抜き部が備える前記トランジスタを定電流駆動する請求項 8 に記載の L E D 駆動回路。

【請求項 13】

前記 L E D の不要電流による点灯を防止する不要点灯防止手段を備える請求項 11 または請求項 12 に記載の L E D 駆動回路。

40

【請求項 14】

請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の L E D 駆動回路と、前記 L E D 駆動回路の出力側に接続された L E D とを備えることを特徴とする L E D 照明灯具。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の L E D 照明灯具を備えることを特徴とする L E D 照明機器。

【請求項 16】

請求項 14 に記載の L E D 照明灯具又は請求項 15 に記載の L E D 照明機器と、当該 L E D 照明灯具又は L E D 照明機器の入力側に接続されたライトコントロール器とを備え、

前記ライトコントロール器が位相制御式調光器を有していることを特徴とする L E D 照

50

明システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、LED (Light Emitting Diode) を駆動するLED駆動回路並びにLEDを光源とするLED照明灯具、LED照明機器及びLED照明システムに関する。

【背景技術】

【0002】

LEDは低消費電流で長寿命などの特徴を有し、表示装置だけでなく照明器具等にもその用途が広がりつつある。なお、LED照明器具では、所望の照度を得るために、複数のLEDを使用する場合が多い。

10

【0003】

一般的な照明器具は商用AC100V電源を使用することが多く、白熱電球などの一般的な照明灯具に代えてLED照明灯具を使用する場合などを考慮すると、LED照明灯具も一般的な照明灯具と同様に商用AC100V電源を使用する構成であることが望ましい。

【0004】

また、白熱電球を調光制御しようとした場合、スイッチング素子（一般的にはサイリスタ素子やトライアック素子）を交流電源電圧のある位相角でオンすることにより白熱電球への電源供給をボリューム素子一つで簡単に調光制御できる位相制御式調光器（一般に白熱ライコンと呼ばれている）が用いられている。白熱電流と位相制御式調光器とを備える白熱電球照明システムの一構成例を図14に示す。

20

【0005】

図14に示す白熱電球照明システムは、位相制御式調光器2と、白熱電球9とを備えている。交流電源1と白熱電球9の間に位相制御式調光器2が直列に接続されている。位相制御式調光器2は、半固定抵抗 R_{var1} のツマミ（不図示）が或る位置に設定されると、その設定された位置に対応する電源位相角でトライアック $Tr i 1$ をオンする。さらに、位相制御式調光器2は、コンデンサ $C 1$ とインダクタ $L 1$ による雑音防止回路を備えており、位相制御式調光器2から電源ラインに帰還する端子雑音を当該雑音防止回路によって低減している。

30

【0006】

図14に示す白熱電球照明システムの各部電圧・電流波形の一例を図15Aに示し、同図中の区間Pの拡大図を図15Bに示す。なお、図15A及び図15Bにおいて、 V_{OUT2} 、 I_2 、 I_9 はそれぞれ、位相制御式調光器2の出力電圧波形、位相制御式調光器2内のトライアック $Tr i 1$ に流れる電流の波形、白熱電流9に流れる電流の波形を示している。図15A及び図15Bに示す例では、トリガがかかってトライアック $Tr i 1$ がオンした直後、トライアック $Tr i 1$ に流れる電流が数回振動し、一回目の振動でトライアック $Tr i 1$ に流れる電流が負になって保持電流を下回るので、トライアック $Tr i 1$ は直後1度オフしていることになるが、チラツキは少なく調光は通常通りできている。

40

【0007】

しかしながら、白熱電流9をワット数の小さな白熱電球にすると、チラツキや点滅が生じ正常に調光できないことが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2006-319172号公報（第1図）

【特許文献2】特開2005-26142号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

50

交流電源使用のＬＥＤ照明灯具を調光制御しようとした場合、白熱電球を調光制御しようとした場合と同様に位相制御式調光器が用いられることが望まれる。ここで、交流電源使用のＬＥＤ照明灯具を調光制御することができるＬＥＤ照明システムの従来例を図１６に示す。なお、図１６において、図１４と同一の部分には同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【００１０】

図１６に示すＬＥＤ照明システムは、位相制御式調光器２と、ダイオードブリッジＤＢ１及び電流制限回路５を有するＬＥＤ駆動回路と、ＬＥＤモジュール３とを備えている。交流電源１と上記ＬＥＤ駆動回路の間に位相制御式調光器２が直列に接続されている。

【００１１】

図１６に示すＬＥＤ照明システムの各部電圧・電流波形の一例を図１７Ａに示し、同図中の区間Ｐの拡大図を図１７Ｂに示す。なお、図１７Ａ及び図１７Ｂにおいて、 V_{OUT2} 、 I_2 、 I_3 はそれぞれ、位相制御式調光器２の出力電圧波形、位相制御式調光器２内のトライアックＴｒｉ１に流れる電流の波形、ＬＥＤモジュール３に流れる電流の波形を示している。図１７Ａ及び図１７Ｂに示す例では、トリガがかかってトライアックＴｒｉ１がオンした直後、トライアックＴｒｉ１に流れる電流が数回振動し、ある位相角でトライアックＴｒｉ１がオンしたとき、あたかも発振したかのような波形になり調光が正常にできていない。図１７Ａ中の区間Ｐの拡大図である図１７Ｂを見ると、トライアックＴｒｉ１に流れる電流が正及び負に数回振動した後トライアックＴｒｉ１がオフになり、その後再びトリガがかかりトライアックＴｒｉ１に流れる電流が正及び負に数回振動した後トライアックＴｒｉ１がオフになる、といったことを繰り返している。これは、トライアックＴｒｉ１に流れる電流が正から負になるときに保持電流以下になってトライアックＴｒｉ１が１度オフになった後、一定時間トライアックＴｒｉ１が応答しない期間が続き、当該期間が過ぎた後も次のトリガがかかる迄トライアックＴｒｉ１に流れる電流が保持電流を下回っているためである。

【００１２】

白熱電球とＬＥＤの点灯特性の違いから、上記のような正常に調光できない現象は、白熱電球照明システムよりもＬＥＤ照明システムの方が起こりやすい。

【００１３】

ところで、特許文献１には図１８に示すＬＥＤ照明システムが開示されている。図１８に示すＬＥＤ照明システムは、位相制御式調光器２と、ダイオードブリッジＤＢ１と、電流保持手段と、整流平滑手段と、ＬＥＤモジュール３とを備えている。交流電源１とダイオードブリッジＤＢ１の間に位相制御式調光器２が直列に接続されており、ダイオードブリッジＤＢ１とＬＥＤモジュール３の間に電流保持手段及び整流平滑手段が設けられている。

【００１４】

電流保持手段は、抵抗Ｒ１８１～Ｒ１８６と、ツェナーダイオードＺＤ１及びＺＤ２と、トランジスタＱ１８１及びＱ１８２と、コンデンサＣ１８１とによって構成されている。かかる電流保持手段は、交流電源１から出力される電源電圧が１００Ｖ以下の場合にトランジスタＱ１８２がオンになって位相制御式調光器２内のトライアックＴｒｉ１の保持電流に相当する電流を流し、電源電圧が１００Ｖ以下でない場合にトランジスタＱ１８２がオフになる。トランジスタＱ１８２は位相制御式調光器２内のトライアックＴｒｉ１が保持電流以下にならないような電流（３０ｍＡ程度）を流す。

【００１５】

しかしながら、上記の電流保持手段では、トランジスタＱ１８２のコレクタ電流が流れている時間はトランジスタＱ１８２がオンしてからトランジスタＱ１８１がオンするまでの期間であり、トランジスタＱ１８１がオンするのは位相制御式調光器２内のトライアックＴｒｉ１がオンした後ツェナーダイオードＺＤ１がオンするときである。つまり、位相制御式調光器２内のトライアックＴｒｉ１が急峻に立ち上がる場合、或いは、交流電源１の電源電圧が高くなった場合などでトランジスタＱ１８２のオン期間が短くトライアック

10

20

30

40

50

Tri 1の保持電流以下にならないような電流が流れている時間が短いためにトライアックTri 1がオンできない場合がある。

【0016】

本発明は、上記の状況に鑑み、位相制御式調光器とともに用いられたときに発生し得るLEDのちらつきや点滅を低減することができるLED駆動回路並びにそれを備えるLED照明灯具、LED照明機器、及びLED照明システム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】

【0017】

上記目的を達成するために本発明に係るLED駆動回路は、交番電圧を入力してLEDを駆動するLED駆動回路であって、LED駆動電流を前記LEDに供給するための電流供給ラインから電流を引き抜く電流引き抜き部と、前記電流引き抜き部での電流引き抜き開始タイミングと電流引き抜き持続時間を調整するタイミング調整部とを備える構成（第1の構成）としている。

10

【0018】

また、上記第1の構成において、前記タイミング調整部が、前記LED駆動回路の入力電圧又は該入力電圧を整流した電圧を検出する電圧検出回路を備え、前記電圧検出回路の検出結果により前記電流引き抜き部での電流引き抜きを制御する構成（第2の構成）にしてもよい。

【0019】

また、上記の第2の構成において前記タイミング調整部が、前記電圧検出回路の検出結果と設定した電圧と比較するコンパレータを備え、前記コンパレータの比較結果により前記電流引き抜き部での電流引き抜きを制御してもよい。さらに、前記コンパレータが、ヒステリシス特性を有するようにしてもよい。

20

【0020】

また、上記の第2の構成において、前記タイミング調整部が、前記電圧検出回路の出力にベースが接続される第1のトランジスタを備え、前記電流引き抜き部が、前記第1のトランジスタのコレクタにベースが接続される第2のトランジスタを備え、前記タイミング調整部が、更に、前記第1及び第2のトランジスタのベース-ベース間に接続されるコンデンサを備えるようにしてもよい。

【0021】

30

また、上記第1の構成において、前記タイミング調整部が、前記LED駆動回路の入力電圧又は該入力電圧を整流した電圧の変化を検出する電圧変化検出回路を備え、前記電圧変化検出回路の検出結果により前記電流引き抜き部での電流引き抜きを制御する構成（第3の構成）にしてもよい。

【0022】

また、上記の第3の構成において、前記タイミング調整部が、抵抗と、コンデンサと、前記抵抗と前記コンデンサの接続ノードにベースが接続される第1のトランジスタとを備え、前記電流引き抜き部が、前記第1のトランジスタのコレクタにベースが接続される第2のトランジスタを備えるようにしてもよい。

【0023】

40

また、上記の第3の構成において、前記タイミング調整部が、高電位側から低電位側に向かってコンデンサ、抵抗の順に直列接続されている直列接続回路を備え、前記電流引き抜き部が、前記コンデンサと前記抵抗の接続ノードにベースが接続されるトランジスタを備えるようにしてもよい。

【0024】

また、上記の第3の構成において、前記LEDの不要電流による点灯を防止する不要点灯防止手段を備えるようにしてもよい。

【0025】

また、前記電流引き抜き部が備える前記第2のトランジスタ又は前記トランジスタのエミッタに接続される定電流源を、前記電流引き抜き部が備え、前記電流引き抜き部が備え

50

る前記第2のトランジスタ又は前記トランジスタを定電流駆動するようにしてもよい。

【0026】

また、上記目的を達成するために本発明に係るLED照明灯具は、上記いずれかの構成のLED駆動回路と、前記LED駆動回路の出力側に接続されたLEDとを備える構成とする。

【0027】

また、上記目的を達成するために本発明に係るLED照明機器は、上記構成のLED照明灯具を備える構成とする。

【0028】

また、上記目的を達成するために本発明に係るLED照明システムは、上記構成のLED照明灯具又は上記構成のLED照明機器と、当該LED照明灯具又はLED照明機器の入力側に接続されたライトコントロール器とを備え、前記ライトコントロール器が位相制御式調光器を有している構成とする。

【発明の効果】

【0029】

本発明によると、電流引き抜き部での電流引き抜き開始タイミングと電流引き抜き持続時間を調整することができるので、LED駆動回路が位相制御式調光器とともに用いられたときに発生し得るLEDのちらつきや点滅を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0030】

【図1】は、本発明に係るLED照明システムの一構成例を示す図である。

【図2】は、図1に示すLED照明システムの一実施形態を示す図である。

【図3】は、図2に示す構成の一例を示す図である。

【図4A】は、図3に示す構成の具体例を示す図である。

【図4B】は、図3に示す構成の他の具体例を示す図である。

【図5A】は、図2～図4に示すLED照明システムにおける動作波形例を示す図である。

【図5B】は、図5Aの部分拡大図である。

【図6A】は、図2～図4に示すLED照明システムにおける動作波形例を示す図である。

【図6B】は、図2～図4に示すLED照明システムにおける動作波形例を示す図である。

【図6C】は、図2～図4に示すLED照明システムにおける動作波形例を示す図である。

【図7】は、図1に示すLED照明システムの他の実施形態を示す図である。

【図8】は、図7に示す構成の具体例を示す図である。

【図9】は、図7に示す構成の他の具体例を示す図である。

【図10】は、図7に示す構成の更に他の具体例を示す図である。

【図11】は、図7に示す構成の更に他の具体例を示す図である。

【図12A】は、図7～図11に示すLED照明システムにおける動作波形例を示す図である。

【図12B】は、図12Aの部分拡大図である。

【図13】は、図7に示す構成に不要点灯防止回路を追加した本発明に係るLED照明システムを示す図である。

【図14】は、白熱電球照明システムの一構成例を示す図である。

【図15A】は、図14に示す白熱電球照明システムの各部電圧・電流波形の一例を示す図である。

【図15B】は、図15Aの部分拡大図である。

【図16】は、LED照明システムの従来例を示す図である。

【図17A】は、図16に示すLED照明システムの各部電圧・電流波形の一例を示す図

10

20

30

40

50

である。

【図 17B】は、図 17A の部分拡大図である。

【図 18】は、LED 照明システムの他の従来例を示す図である。

【図 19】は、第 1 実施例の不要点灯防止回路を備える LED 照明システムの構成を示す図である。

【図 20】は、図 19 に示す LED 照明システムの具体例を示す図である。

【図 21】は、図 20 に示す LED 照明システムのコンパレータをヒステリシス機能付きコンパレータに置換した構成を示す図である。

【図 22】は、図 19 に示す LED 照明システムの他の具体例を示す図である。

【図 23】は、図 22 に示す LED 照明システムの定電流源を抵抗に置換した構成を示す図である。

10

【図 24A】は、図 20 ~ 図 23 に示す具体例における動作波形例を示す図である。

【図 24B】は、図 20 ~ 図 23 に示す具体例における動作波形例を示す図である。

【図 24C】は、図 20 ~ 図 23 に示す具体例における動作波形例を示す図である。

【図 25】は、図 19 に示す LED 照明システムの更に他の具体例を示す図である。

【図 26】は、図 19 に示す LED 照明システムにおいて MOS トランジスタを用いた場合の具体例を示す図である。

【図 27】は、第 2 実施例の不要点灯防止回路を備える LED 照明システムの構成を示す図である。

【図 28】は、図 27 に示す LED 照明システムの具体例を示す図である。

20

【図 29】は、電流制限回路の一構成例を示す図である。

【図 30】は、本発明に係る LED 照明灯具の概略構造例を示す図である。

【図 31】は、本発明に係る LED 照明灯具の他の概略構造例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

本発明の実施形態について図面を参照して以下に説明する。

【0032】

< 第 1 実施形態 >

本発明に係る LED 照明システムの一構成例を図 1 に示す。なお、図 1 において図 14 と同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明を省略する。図 1 に示す本発明に係る LED 照明システムは、位相制御式調光器 2 と、LED モジュール 3 と、LED 駆動回路 4 とを備えている。LED 駆動回路 4 は、本発明に係る LED 駆動回路の一例であり、ダイオードブリッジ DB 1 と、電流制限回路 5 と、タイミング調整回路 6 と、バイパス回路 7 とを有している。図 1 に示す本発明に係る LED 照明システムでは、交流電源 1 と位相制御式調光器 2 とダイオードブリッジ DB 1 と電流制限回路 5 と 1 個以上の LED からなる LED モジュール 3 とが直列に接続され、ダイオードブリッジ DB 1 と電流制限回路 5 との間にタイミング調整回路 6 及びバイパス回路 7 が設けられている。

30

【0033】

バイパス回路 7 は、LED 駆動電流を LED モジュール 3 に供給するための電流供給ラインから電流を引き抜き、その引き抜いた電流をバイパスラインに流す。タイミング調整回路 6 は、バイパス回路 7 が電流の引き抜きを開始するタイミング（以下、「電流引き抜き開始タイミング」ともいう）と電流の引き抜きを継続する時間（以下、「電流引き抜き持続時間」ともいう）とを調整する。

40

【0034】

ここで、図 17B のようにトライアック T_{ri1} が点弧した直後に振動するトライアック T_{ri1} に流れる電流 I_2 の振動波長は、位相制御式調光器 2 内の雑音防止フィルターを構成するコンデンサ C 1 とインダクタ L 1 による共振波長 2 (LC) に依存する（但し、L はインダクタ L 1 のインダクタンス値、C はコンデンサ C 1 の静電容量値である）。このため、トライアック T_{ri1} に流れる電流 I_2 が当該共振波長の数周期分の期間にわたってトライアック T_{ri1} の保持電流を下回らないように、タイミング調整回路 6

50

が電流引き抜き持続時間を調整することが必要になる。

【0035】

また、図17Bのようにトライアック T_{ri1} に流れる電流 I_2 は、トライアック T_{ri1} がオンした直後に振動するので、トライアック T_{ri1} がオンした直後にバイパス回路7が電流の引き抜きを開始することが必要になる。

【0036】

また、バイパス回路7によって引き抜かれる電流の電流値は、バイパス回路7がトライアック T_{ri1} に流れる電流だけでなく、直接トライアック T_{ri1} に流れない電流も引き抜いてしまうことも考慮して設定する必要がある。

【0037】

以上のことを考慮して、電流引き抜き持続時間、電流引き抜き開始タイミング、及びバイパス回路7によって引き抜かれる電流の電流値を調整あるいは設定することにより、トライアック T_{ri1} に流れる電流 I_2 が振動している振動波長の数周期分の期間にわたって、位相制御式調光器2のトライアック T_{ri1} がオフしないようにすることができる。

【0038】

<<第2実施形態>>

次に、図1に示すLED照明システムの一実施形態を図2に示す。図2に示す構成では、タイミング調整回路6が、ダイオードブリッジDB1の出力電圧を検出する電圧検出回路6Aを有しており、電圧検出回路6Aによって検出されたダイオードブリッジDB1の出力電圧に応じて、電流引き抜き開始タイミング及び電流引き抜き持続時間を調整している。

【0039】

<<第3実施形態>>

次に、図2に示す構成の一例を図3に示す。なお、図3においては、交流電源1及び位相制御式調光器2の図示を省略している。分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} と、コンパレータCOMP31及び定電圧源 V_{S31} と、時間設定部8とがタイミング調整回路6（図2参照）の一例であり、分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} が電圧検出回路6A（図2参照）の一例である。

【0040】

コンパレータCOMP31は、分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} の midpoint 電圧と定電圧源 V_{S31} から出力される定電圧とを比較する。

【0041】

分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} の midpoint 電圧が定電圧源 V_{S31} から出力される定電圧より小さい場合、コンパレータCOMP31の出力信号によってバイパス回路7がオンになり、バイパス回路7が、LED駆動電流をLEDモジュール3に供給するための電流供給ラインから、電流を引き抜く。位相制御式調光器2のトライアック T_{ri1} がオンになりダイオードブリッジDB1の出力電圧が立ち上るとき、コンパレータCOMP31に電源電圧が供給されコンパレータCOMP31が動作を開始すると、バイパス回路7が電流を引き抜くことになる。すなわち、トライアック T_{ri1} がオンした直後にバイパス回路7が電流の引き抜きを開始する。

【0042】

一方、分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} の midpoint 電圧が定電圧源 V_{S31} から出力される定電圧以上である場合、原則として、コンパレータCOMP31の出力信号によってバイパス回路7がオフになり、バイパス回路7が、LED駆動電流をLEDモジュール3に供給するための電流供給ラインから、電流を引き抜かない。但し、位相制御式調光器2のトライアック T_{ri1} がオンになりダイオードブリッジDB1の出力電圧が立ち上るとき、分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} の midpoint 電位が定電圧源 V_{S31} から出力される定電圧より大きいと検出してから時間設定部8で設定された時間までの間はバイパス回路7が電流を引抜き、時間設定部8で設定された時間が経過した後バイパス回路7がオフになる。

【0043】

10

20

30

40

50

分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} の抵抗比を変えることにより、コンパレータ $COMP_{31}$ のスレッシュホールド電圧を変更でき、バイパス回路 7 がオンからオフに切り替わるタイミングを変更することができる。しかしながら、位相制御式調光器 2 のトライアック Tri_1 が急峻に立ち上ると、バイパス回路 7 がオンして直ぐにオフになるため、時間設定部 8 を設けていなければ、バイパス回路 7 は短い期間しか電流を引きぬくことができない。

【0044】

時間設定部 8 は、バイパス回路 7 がオンしたあと分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} の中点電圧が定電圧源 VS_{31} から出力される定電圧以上になり、バイパス回路 7 がオフになるのを遅らせる。この遅延により、位相制御式調光器 2 のトライアック Tri_1 がオンしダイオードブリッジ DB_1 の出力電圧が急速に立ち上ると、バイパス回路 7 が一定の時間と電流値で電流を引き抜き、トライアック Tri_1 に流れる電流が振動している振動波長の数周期分の期間にわたって、位相制御式調光器 2 のトライアック Tri_1 がオフしないようにする。

【0045】

なお、コンパレータ $COMP_{31}$ は、分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} の中点電圧が定電圧源 VS_{31} から出力される定電圧より小さい場合から大きい場合に移行するときと、分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} の中点電圧が定電圧源 VS_{31} から出力される定電圧より大きい場合から小さい場合に移行するときとで、スレッシュホールド電圧が等しいため、交流電源 1 から出力される交流電圧がピークの $141V$ から $0V$ に向かう途中のときにもバイパス回路 7 がオンになり、LED モジュール 3 の点灯に寄与しない電流がバイパス回路 7 に流れてしまうことがある。そこで、コンパレータ $COMP_{31}$ の代わりに、ヒステリシス機能付きコンパレータを用い、分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} の中点電圧が定電圧源 VS_{31} から出力される定電圧より大きい場合から小さい場合に移行するときのスレッシュホールド電圧を、分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} の中点電圧が定電圧源 VS_{31} から出力される定電圧より小さい場合から大きい場合に移行するときのスレッシュホールド電圧よりも小さくする。これにより、交流電源 1 から出力される交流電圧がピークの $141V$ から $0V$ に向かう途中のときにバイパス回路 7 がオンになり、LED モジュール 3 の点灯に寄与しない電流がバイパス回路 7 に流れてしまうことを抑制でき、より一層電源効率を向上させることができる。

【0046】

<< 第 4 実施形態 >>

次に、図 3 に示す構成の具体例を図 4 A に示す。なお、図 4 A においては、交流電源 1 及び位相制御式調光器 2 の図示を省略している。分割抵抗 R_{41} 及び R_{42} が分割抵抗 R_{31} 及び R_{32} (図 3) に該当する。分割抵抗 R_{41} 及び R_{42} からなる電圧検出回路の出力にベースが接続されダイオードブリッジ DB_1 の負極側出力にエミッタが接続されるトランジスタ Q_{41} 並びにトランジスタ Q_{41} のコレクタとダイオードブリッジ DB_1 の正極側出力との間に接続されている抵抗 R_{43} がコンパレータ $COMP_{31}$ 及び定電圧源 VS_{31} (図 3 参照) の一例である。トランジスタ Q_{41} のベース - エミッタ間電圧が定電圧源 VS_{31} の出力電圧と等価になる。トランジスタ Q_{41} のコレクタにベースが接続されダイオードブリッジ DB_1 の負極側出力にエミッタが接続されるトランジスタ Q_{42} 及びトランジスタ Q_{42} のコレクタとダイオードブリッジ DB_1 の正極側出力との間に接続されている抵抗 R_{44} がバイパス回路 7 (図 3 参照) の一例である。トランジスタ Q_{41} 及び Q_{42} のベース - ベース間に接続されているコンデンサ C_{41} が時間設定部 8 (図 3 参照) の一例である。さらに、トランジスタ Q_{41} のベースとダイオードブリッジ DB_1 の負極側出力との間に、ノイズによる誤動作防止のコンデンサ C_{42} が接続されている。

【0047】

分割抵抗 R_{41} 及び R_{42} の中点電圧がトランジスタ Q_{41} のベース - エミッタ間電圧より小さい間、トランジスタ Q_{41} はオフになるため、抵抗 R_{43} を介してトランジスタ Q_{42} のベースへ電流が供給され、トランジスタ Q_{42} がオンになる。これによりトランジスタ Q_{42} は抵抗 R_{44} を介して一定の電流値でダイオードブリッジ DB_1 の出力から

電流を引きぬく。一方、分割抵抗 R_{41} 及び R_{42} の中点電圧がトランジスタ Q_{41} のベース - エミッタ間電圧以上である間、トランジスタ Q_{41} はオンになるため、トランジスタ Q_{42} のベースに電流が供給されず、トランジスタ Q_{42} がオフになる。

【0048】

ここで位相制御式調光器 2 のトライアック Tr_{i1} が急峻に立ち上ると、トランジスタ Q_{42} がオンして直ぐにトランジスタ Q_{41} がオンになってトランジスタ Q_{42} がオフになるため、コンデンサ C_{41} を設けていなければ、抵抗 R_{44} 及びトランジスタ Q_{42} からなるバイパス回路は短い期間しか電流を引きぬくことができない。

【0049】

コンデンサ C_{41} の静電容量値を正しく設定することにより、トランジスタ Q_{42} がオンしたあと分割抵抗 R_{41} 及び R_{42} の中点電圧がトランジスタ Q_{42} のベース - エミッタ間電圧以上になり、トランジスタ Q_{41} がオンしてトランジスタ Q_{42} がオフになるのを遅らせる。この遅延により、位相制御式調光器 2 のトライアック Tr_{i1} がオンしダイオードブリッジ $DB1$ の出力電圧が急速に立ち上ると、位相制御式調光器 2 のトライアック Tr_{i1} がオンしダイオードブリッジ $DB1$ の出力電圧が急速に立ち上ると、抵抗 R_{44} 及びトランジスタ Q_{42} からなるバイパス回路が一定の時間と電流値で電流を引き抜き、トライアック Tr_{i1} に流れる電流が振動している振動波長の数周期分の期間にわたって、位相制御式調光器 2 のトライアック Tr_{i1} がオフしないようにする。

【0050】

<< 第 5 実施形態 >>

次に、図 3 に示す構成の他の具体例を図 4 B に示す。なお、図 4 B においては、交流電源 1 及び位相制御式調光器 2 の図示を省略している。

【0051】

図 4 B に示す構成は、図 4 A に示す構成に定電流源 i_{41} を追加したものである。定電流源 i_{41} は、トランジスタ Q_{42} のエミッタとダイオードブリッジ $DB1$ の負極側出力との間に接続される。そして、抵抗 R_{44} 、トランジスタ Q_{42} 、及び定電流源 i_{41} がバイパス回路 7 (図 3 参照) の一例である。

【0052】

図 4 A に示す構成においても、基本的には、バイパス回路が一定の電流値で電流を引き抜くが、例えば交流電源 1 の電源電圧が変動した場合などにおいては、バイパス回路の電流値が変動してしまう。これに対して、図 4 B に示す構成では、定電流源 i_{41} を設けているので、交流電源 1 の電源電圧が変動した場合などにおいても、バイパス回路の電流値を一定に保つことができる。また、各抵抗の抵抗値と各トランジスタの増幅度が十分であれば定電流回路 i_{41} によってバイパス回路の電流値を変更することができる。

【0053】

<< 第 2 ~ 5 実施形態における動作波形例 >>

ここで、図 2 ~ 図 4 に示す LED 照明システムにおける動作波形例を図 5 A、図 5 B、図 6 A、図 6 B、及び図 6 C に示す。

【0054】

位相制御式調光器 2 の出力電圧波形 V_{OUT2} 、位相制御式調光器 2 内のトライアック Tr_{i1} に流れる電流の波形 I_2 、バイパス回路に流れる電流の波形 I_B を図 5 A に示し、同図中の区間 P の拡大図を図 5 B に示す。図 5 A 及び図 5 B から、トライアック Tr_{i1} に流れる電流が振動したあともトライアック Tr_{i1} がオン状態を維持していることが分かる。

【0055】

図 6 A は調光 100% のとき (位相遅れ無し) の波形を、図 6 B は調光中間のとき (位相遅れ中間) の波形を、図 6 C は調光 0% のとき (位相遅れ最大) すなわち消灯のときの波形をそれぞれ示している。なお、図 6 A、図 6 B 及び図 6 C において、 V_{IN2} 、 V_{OUT2} 、 I_3 はそれぞれ、位相制御式調光器 2 の入力電圧波形、位相制御式調光器 2 の出力電圧波形、LED モジュール 3 に流れる電流の波形を示している。

【 0 0 5 6 】

< < 第 6 実施形態 > >

次に、図 1 に示す L E D 照明システムの他の実施形態を図 7 に示す。図 7 に示す構成では、タイミング調整回路 6 が、ダイオードブリッジ D B 1 の出力電圧の変化を検出する電圧変化検出回路 6 B を有しており、電圧検出回路 6 B によって検出されたダイオードブリッジ D B 1 の出力電圧の変化に応じて、電流引き抜き開始タイミング及び電流引き抜き持続時間を調整している。

【 0 0 5 7 】

< < 第 7 実施形態 > >

次に、図 7 に示す構成の具体例を図 8 に示す。なお、図 8 においては、交流電源 1 及び位相制御式調光器 2 の図示を省略している。抵抗 R 8 1 及びコンデンサ C 8 1 の直列回路が電圧変化検出回路 6 B (図 7 参照) の一例である。抵抗 R 8 1 の一端がダイオードブリッジ D B 1 の正極側出力に接続され、コンデンサ C 8 1 の一端がダイオードブリッジ D B 1 の負極側出力に接続される。上記抵抗 R 8 1 及びコンデンサ C 8 1 の直列回路と、抵抗 R 8 1 とコンデンサ C 8 1 の接続ノードにベースが接続されるトランジスタ Q 8 1 と、トランジスタ Q 8 1 のエミッタとダイオードブリッジ D B 1 の正極側出力の間に接続される抵抗 R 8 2 と、トランジスタ Q 8 1 のコレクタとダイオードブリッジ D B 1 の負極側出力の間に接続される抵抗 R 8 3 とがタイミング調整回路 6 (図 7 参照) の一例である。また、トランジスタ Q 8 1 のコレクタにベースが接続されダイオードブリッジ D B 1 の負極側出力にエミッタが接続されるトランジスタ Q 8 2 及びトランジスタ Q 8 2 のコレクタとダイオードブリッジ D B 1 の正極側出力との間に接続されている抵抗 R 8 4 がバイパス回路 7 (図 7 参照) の一例である。

【 0 0 5 8 】

位相制御式調光器 2 のトライアック T r i 1 がオンになりダイオードブリッジ D B 1 の出力電圧が立ち上るとき、パルス電流がコンデンサ C 8 1 に流れ、このパルス電流をベース電流としてトランジスタ Q 8 1 がオンになり、トランジスタ Q 8 1 のコレクタ電流をベース電流としてトランジスタ Q 8 2 がオンになるので、上記パルス電流が流れている期間中、トランジスタ Q 8 2 及び抵抗 R 8 4 からなるバイパス回路がダイオードブリッジ D B 1 の出力から電流を引き抜く。

【 0 0 5 9 】

コンデンサ C 8 1 の静電容量値によって上記パルス電流のパルス幅を変更することができ、また、各トランジスタの増幅度を勘案して各抵抗の抵抗値によって上記パルス電流の電流値を変更することができる。

【 0 0 6 0 】

したがって、位相制御式調光器 2 のトライアック T r i 1 がオンしダイオードブリッジ D B 1 の出力電圧が急速に立ち上ると、トランジスタ Q 8 2 及び抵抗 R 8 4 からなるバイパス回路が一定の時間と電流値で電流を引き抜き、トライアック T r i 1 に流れる電流が振動している振動波長の数周期分の期間にわたって、位相制御式調光器 2 のトライアック T r i 1 がオフしないようにすることができる。

【 0 0 6 1 】

< < 第 8 実施形態 > >

次に、図 7 に示す構成の他の具体例を図 9 に示す。なお、図 9 においては、交流電源 1 及び位相制御式調光器 2 の図示を省略している。

【 0 0 6 2 】

図 9 に示す構成は、図 8 に示す構成に定電流源 i 9 1 を追加したものである。したがって、抵抗 R 9 1 ~ R 9 4、コンデンサ C 9 1、及びトランジスタ Q 9 1 ~ Q 9 2 はそれぞれ抵抗 R 8 1 ~ R 8 4、コンデンサ C 8 1、及びトランジスタ Q 8 1 ~ Q 8 2 に対応している。定電流源 i 9 1 は、トランジスタ Q 9 2 のエミッタとダイオードブリッジ D B 1 の負極側出力との間に接続される。そして、抵抗 R 9 4、トランジスタ Q 9 2、及び定電流源 i 9 1 がバイパス回路 7 (図 7 参照) の一例である。

【 0 0 6 3 】

図 8 に示す構成においても、基本的には、バイパス回路が一定の電流値で電流を引き抜くが、例えば交流電源 1 の電源電圧が変動した場合などにおいては、バイパス回路の電流値が変動してしまう。これに対して、図 9 に示す構成では、定電流源 i_{91} を設けているので、交流電源 1 の電源電圧が変動した場合などにおいても、バイパス回路の電流値を一定に保つことができる。また、各抵抗の抵抗値と各トランジスタの増幅度が十分であれば定電流回路 i_{91} によってバイパス回路の電流値を変更することができる。

【 0 0 6 4 】

< < 第 9 実施形態 > >

次に、図 7 に示す構成の更に他の具体例を図 10 に示す。なお、図 10 においては、交流電源 1 及び位相制御式調光器 2 の図示を省略している。

10

【 0 0 6 5 】

抵抗 R_{101} 、抵抗 R_{102} 及びコンデンサ C_{101} の直列回路がタイミング調整回路 6 及び電圧変化検出回路 6B (図 7 参照) の一例である。抵抗 R_{101} の一端がダイオードブリッジ DB1 の正極側出力に接続され、抵抗 R_{102} の一端がダイオードブリッジ DB1 の負極側出力に接続される。抵抗 R_{101} と抵抗 R_{102} の間にコンデンサ C_{101} が接続される。また、コンデンサ C_{101} と抵抗 R_{102} の接続ノードにベースが接続されダイオードブリッジ DB1 の正極側出力にコレクタが接続されダイオードブリッジ DB1 の負極側出力にエミッタが接続されるトランジスタ Q_{101} がバイパス回路 7 (図 7 参照) の一例である。

20

【 0 0 6 6 】

位相制御式調光器 2 のトライアック Tri_1 がオンになりダイオードブリッジ DB1 の出力電圧が立ち上るとき、パルス電流がコンデンサ C_{101} に流れ、このパルス電流をベース電流としてトランジスタ Q_{101} がオンになるので、上記パルス電流が流れている期間中、トランジスタ Q_{101} からなるバイパス回路がダイオードブリッジ DB1 の出力から電流を引き抜く。

【 0 0 6 7 】

コンデンサ C_{101} の静電容量値によって上記パルス電流のパルス幅を変更することができ、また、トランジスタ Q_{101} の増幅度を勘案して各抵抗の抵抗値によって上記パルス電流の電流値を変更することができる。

30

【 0 0 6 8 】

したがって、位相制御式調光器 2 のトライアック Tri_1 がオンしダイオードブリッジ DB1 の出力電圧が急速に立ち上ると、トランジスタ Q_{101} からなるバイパス回路が一定の時間と電流値で電流を引き抜き、トライアック Tri_1 に流れる電流が振動している振動波長の数周期分の期間にわたって、位相制御式調光器 2 のトライアック Tri_1 がオフしないようにすることができる。

【 0 0 6 9 】

図 10 に示す構成は、図 8 に示す構成とは異なり、上記パルス電流の増幅をトランジスタ 1 段で行うので非常にシンプルな回路構成となり、低コストで実現することが可能である。なお、抵抗 R_{101} とコンデンサ C_{101} は入れ替え可能である。また、トランジスタ Q_{101} とダイオードブリッジ DB1 の正極側出力の間に抵抗を設けてもよい。

40

【 0 0 7 0 】

< < 第 10 実施形態 > >

次に、図 7 に示す構成の更に他の具体例を図 11 に示す。なお、図 11 においては、交流電源 1 及び位相制御式調光器 2 の図示を省略している。

【 0 0 7 1 】

図 11 に示す構成は、図 10 に示す構成に抵抗 R_{113} 及び定電流源 i_{91} を追加したものである。したがって、抵抗 $R_{111} \sim R_{112}$ 、コンデンサ C_{111} 、及びトランジスタ Q_{111} はそれぞれ抵抗 $R_{101} \sim R_{102}$ 、コンデンサ C_{101} 、及びトランジスタ Q_{101} に対応している。抵抗 R_{113} は、トランジスタ Q_{111} のコレクタとダイオ

50

ードブリッジDB1の正極側出力との間に接続される。定電流源i111は、トランジスタQ111のエミッタとダイオードブリッジDB1の負極側出力との間に接続される。そして、抵抗R113、トランジスタQ111、及び定電流源i111がバイパス回路7（図7参照）の一例である。

【0072】

図10に示す構成においても、基本的には、バイパス回路が一定の電流値で電流を引き抜くが、例えば交流電源1の電源電圧が変動した場合などにおいては、バイパス回路の電流値が変動してしまう。これに対して、図11に示す構成では、定電流源i111を設けているので、交流電源1の電源電圧が変動した場合などにおいても、バイパス回路の電流値を一定に保つことができる。また、各抵抗の抵抗値とトランジスタQ111の増幅度が十分であれば定電流回路i111によってバイパス回路の電流値を変更することができる。

10

【0073】

図11に示す構成は、図9に示す構成とは異なり、上記パルス電流の増幅をトランジスタ1段で行うので非常にシンプルな回路構成となり、低コストで実現することが可能である。

【0074】

<<第6～10実施形態における動作波形例>>

ここで、図7～図11に示すLED照明システムにおける動作波形例を図12A及び図12Bに示す。位相制御式調光器2の出力電圧波形 V_{OUT2} 、位相制御式調光器2内のトライアックTri1に流れる電流の波形 I_2 、バイパス回路に流れる電流の波形 I_B を図12Aに示し、同図中の区間Pの拡大図を図12Bに示す。図12A及び図12Bから、トライアックTri1に流れる電流が振動したあともトライアックTri1がオン状態を維持していることが分かる。

20

【0075】

<<第11実施形態>>

位相制御式調光器を使用してLED照明システムのLEDモジュールを調光するにあたり、LEDが低消費電流の発光デバイスであるがゆえに位相制御式調光器のトライアックが正常にオンしない不具合に対して、図2に示すLED駆動回路及び図7に示すLED駆動回路のいずれも有効である。

【0076】

30

しかしながら、位相制御式調光器を使用する場合、不要電流がLEDモジュール3へ流れ、LEDの不要な点灯が起こるという問題もある。なお、不要電流とは、LEDモジュール3が点灯しないようにしておく必要がある期間において、LEDモジュール3に供給されるおそれがあるがLEDモジュール3にとって不要な電流のことであり、ここでは位相制御式調光器のトライアックがオフであるときにフィルターを構成するコンデンサから容量値と交流周波数に応じた電流が該当する。

【0077】

図2に示すLED駆動回路では、タイミング調整回路6及びバイパス回路7が不要電流によってLEDが点灯することを防止する機能を有する回路（不要点灯防止回路）としても機能するので、LEDの不要な点灯が起こるという問題を解消することができる。

40

【0078】

これに対して、図7に示すLED駆動回路では、タイミング調整回路6及びバイパス回路7が不要電流によってLEDが点灯することを防止する機能を有する回路（不要点灯防止回路）として機能しないので、LEDの不要な点灯が起こるという問題を解消するためには、不要点灯防止回路を別途設ける必要がある。

【0079】

図7に示すLED駆動回路に不要点灯防止回路10を追加すると、図13に示すような構成となる。不要点灯防止回路10は、LED駆動電流をLEDモジュール3に供給するための電流供給ラインから電流を引き抜く電流引き抜き部（不図示）を備えおり、本発明に係るLED駆動回路の入力電流が不要電流であるときは、前記電流引き抜き部の電流引

50

き抜きによって、LEDモジュール3を点灯させないようにしている。また、不要点灯防止回路10は、本発明に係るLED駆動回路の入力電流が不要電流からLED駆動電流に切り替わると、前記電流引き抜き部が電流引き抜き量を減少させる機能を有していることが望ましい。なお、LED駆動電流とは、LEDモジュール3が点灯するようにしておく必要がある期間において、LEDモジュール3に供給される電流のことである。以下、不要点灯防止回路10の具体例について説明する。

【0080】

<不要点灯防止回路の第1実施例>

不要点灯防止回路10の第1実施例を図19に示す。LED駆動回路100からダイオードブリッジ13と電流制限回路14を取り除いたものが不要点灯防止回路10の第一実施例に該当する。

10

【0081】

図19に示すLED照明システムでは、LED駆動回路100が、LED駆動回路100の入力電圧を整流するダイオードブリッジ13と、LEDモジュール3に流れる電流を制限する電流制限回路14と、ダイオードブリッジ13の出力電圧を検出する電圧検出回路15とを備えている。交流電源1から出力され位相制御式調光器2で位相制御された電圧がダイオードブリッジ13で全波整流され、電流制限回路14を介してLEDモジュール3に印加される。制御部12は、電圧検出回路15の検出結果により、能動素子11をオン/オフ制御する。

20

【0082】

次に、図19に示すLED照明システムの具体例を図20に示す。図20では、電圧検出回路15が分割抵抗R1及びR2によって構成され、制御部12がコンパレータCOMP1及び定電圧源VS1によって構成されている。

【0083】

コンパレータCOMP1は、分割抵抗R1及びR2の中点電圧と定電圧源VS1から出力される定電圧とを比較し、分割抵抗R1及びR2の中点電圧が定電圧源VS1から出力される定電圧より小さい間、能動素子11をオンにし、LEDモジュール3に漏れ電流が流れないようにしてLEDモジュール3が点灯しないようにし、分割抵抗R1及びR2の中点電圧が定電圧源VS1から出力される定電圧以上である間、能動素子11をオフにし、バイパスラインBL1に電流が流れることを防止する。

30

【0084】

分割抵抗R1及びR2の抵抗比を変えることにより、コンパレータCOMP1のスレッシュホールド電圧を変更でき、能動素子11のオン/オフ切り替えタイミングを変更することができる。

【0085】

コンパレータCOMP1は、分割抵抗R1及びR2の中点電圧が定電圧源VS1から出力される定電圧より小さい場合から大きい場合に移行するときと、分割抵抗R1及びR2の中点電圧が定電圧源VS1から出力される定電圧より大きい場合から小さい場合に移行するときとで、スレッシュホールド電圧が等しいため、交流電源1から出力される交流電圧がピークの141Vから0Vに向かう途中のときに能動素子11がオンになり、LEDモジュール3の点灯に寄与しない電流がバイパスラインBL1を流れてしまうことがある。そこで、図21に示すように、コンパレータCOMP1の代わりに、ヒステリシス機能付きコンパレータCOMP2を用い、分割抵抗R1及びR2の中点電圧が定電圧源VS1から出力される定電圧より大きい場合から小さい場合に移行するときのスレッシュホールド電圧を、分割抵抗R1及びR2の中点電圧が定電圧源VS1から出力される定電圧より小さい場合から大きい場合に移行するときのスレッシュホールド電圧よりも小さくする。これにより、交流電源1から出力される交流電圧がピークの141Vから0Vに向かう途中のときに能動素子11がオンになり、LEDモジュール3の点灯に寄与しない電流がバイパスラインBL1を流れてしまうことを抑制でき、より一層電源効率を向上させることができる。

40

【0086】

50

次に、図 19 に示す LED 照明システムの他の具体例を図 22 に示す。図 22 では、電圧検出回路 15 が分割抵抗 R1 及び R2 によって構成され、制御部 12 が分割抵抗 R1 及び R2 からなる電圧検出回路の出力にベースが接続される第 1 のトランジスタ Q1 と、トランジスタ Q1 のコレクタに接続される定電流源 IS1 とによって構成され、能動素子 11 を第 2 のトランジスタ Q2 としている。

【0087】

分割抵抗 R1 及び R2 の中点電圧がトランジスタ Q1 のベース - エミッタ間電圧より小さい間、トランジスタ Q1 はオフになるため、定電流 IS1 の電流はトランジスタ Q2 のベースへ供給され、トランジスタ Q2 がオンになる。これにより、LED モジュール 3 に漏れ電流が流れず、LED モジュール 3 が点灯しない。一方、分割抵抗 R1 及び R2 の中点電圧がトランジスタ Q1 のベース - エミッタ間電圧以上である間、トランジスタ Q1 はオンになるため、定電流 IS1 の電流はトランジスタ Q2 のベースに供給されず、トランジスタ Q2 がオフになる。これにより、バイパスライン BL1 に電流が流れなくなる。

【0088】

分割抵抗 R1 及び R2 の抵抗比を変えることにより、トランジスタ Q2 のオン / オフ切り替えタイミングを変更することができる。また、定電流 IS1 の定電流値の設定とトランジスタ Q2 の h パラメータ h_{FE} の設定により、トランジスタのコレクタ - エミッタ間電圧を十分に小さくすると、位相制御式調光器 2 内のトライアック (図 22 において不図示) の立ち上がり電圧遅れを抑制することができる。

【0089】

また、図 22 に示す構成の定電流源 IS1 を抵抗 R3 に置換して図 23 に示す構成にしてもよい。図 23 に示す構成は図 22 に示す構成に比べて制御部の簡素化及び低コスト化を図ることができる。

【0090】

ここで、図 20 ~ 図 23 に示す具体例における動作波形例を図 24A ~ 図 24C に示す。なお、図 24A ~ 図 24C において、 V_{IN2} は位相制御式調光器 2 の入力電圧波形であり、 V_{OUT2} は位相制御式調光器 2 の出力電圧波形であり、 I_3 は LED モジュール 3 を流れる電流の波形である。図 24A は調光 100% のとき (位相遅れ無し) の波形を、図 24B は調光中間のとき (位相遅れ中間) の波形を、図 24C は調光 0% のとき (位相遅れ最大) すなわち消灯のときの波形をそれぞれ示している。

【0091】

図 24A ~ 図 24C から明らかなように、交流電源 1 と位相制御式調光器 2 と LED 駆動回路 100 を直列に接続し LED モジュール 3 を駆動すると、位相制御式調光器 2 により LED モジュール 3 を点灯 100% から 0% まで調光することができる。そして、LED モジュール 3 を流れる電流 I_3 に不要電流が含まれていない。

【0092】

次に、図 19 に示す LED 照明システムの更に他の具体例を図 25 に示す。図 25 では、電圧検出回路 15 が分割抵抗 R1 及び R2 によって構成され、制御部 12 が分割抵抗 R1 及び R2 からなる電圧検出回路の出力にゲートが接続されるサイリスタ Tha1 と、サイリスタ Tha1 のアノードに接続される抵抗 R3 とによって構成され、能動素子 11 をトランジスタ Q2 としている。さらに、トランジスタ Q2 のエミッタに接続される複数のダイオード D1 ~ Dn をバイパスライン BL1 上に設けている。

【0093】

分割抵抗 R1 及び R2 の中点電圧がサイリスタ Tha1 のゲート電圧より小さい間、サイリスタ Tha1 はオフになるため、電流源である抵抗 R3 から流れる電流はトランジスタ Q2 のベースへ供給され、トランジスタ Q2 がオンになる。これにより、LED モジュール 3 に漏れ電流が流れず、LED モジュール 3 が点灯しない。一方、分割抵抗 R1 及び R2 の中点電圧がサイリスタ Tha1 のゲート電圧以上である間、サイリスタ Tha1 はオンになるため、電流源である抵抗 R3 から流れる電流はトランジスタ Q2 のベースに供給されず、トランジスタ Q2 がオフになる。これにより、バイパスライン BL1 に電流が

流れなくなる。

【0094】

図25に示す構成は、図22又は図23のトランジスタQ1の代わりにサイリスタTha1を用いているが、このようにサイリスタTha1を用いることにより、より一層電源損失を抑え、電源効率を改善することができる。つまり、交流電源1から出力される交流電圧がピークの141Vから0Vに向かう途中で発生するトランジスタQ2の出力電圧(コレクタ-エミッタ間電圧)をサイリスタTha1の保持電流機能により抑制するものである。サイリスタTha1はトランジスタQ1と同様にトリガ電圧でオン状態になるが、交流電源1から出力される交流電圧の半サイクルの間はトリガ電圧が途絶えてもオン電流が流れ続け保持するため、トランジスタQ2のベース-エミッタ間電圧はLOWレベルのままであり、トランジスタQ2はオフ状態を維持することができる。

10

【0095】

なお、トランジスタQ2のエミッタに接続される複数のダイオードD1~DnはサイリスタTha1のオン電圧(通常1.4V程度)よりもトランジスタQ2のエミッタ電位を高くしてサイリスタTha1のオン/オフでトランジスタQ2を制御するための一例であり、他の方法でトランジスタQ2のエミッタ電位を高くしてもよい。

【0096】

次に図19に示すLED照明システムにおいてMOSトランジスタを用いた場合の具体例を図26に示す。図26に示す構成は、図23に示す構成において、第1のトランジスタQ1を第1のNチャンネルMOSトランジスタQ3に置換し、第2のトランジスタQ2を第2のNチャンネルMOSトランジスタQ4に置換したものであって、図23に示す構成と同様の機能を実現したものである。

20

【0097】

<不要点灯防止回路の第2実施例>

不要点灯防止回路10の第2実施例を図27に示す。LED駆動回路100からダイオードブリッジ13と電流制限回路14を取り除いたものが不要点灯防止回路10の第二実施例に該当する。

【0098】

図27に示すLED照明システムでは、LED駆動回路100が、LED駆動回路100の入力電圧を整流するダイオードブリッジ13と、LEDモジュール3に流れる電流を制限する電流制限回路14と、ダイオードブリッジ13の出力電流を検出する電流検出回路16とを備えている。交流電源1から出力され位相制御式調光器2で位相制御された電圧がダイオードブリッジ13で全波整流され、電流制限回路14を介してLEDモジュール3に印加される。制御部12は、電流検出回路16の検出結果により、能動素子11をオン/オフ制御する。電流検出回路16の一例としては、図28に示すように、電流検出用抵抗R4と、電流検出用抵抗R4の両端電圧を検出する誤差アンプAMP1とからなる電流検出回路が挙げられる。なお、図27に示す第2実施例の能動素子11、制御回路12、及び電流制限回路14の具体例は、上述した第1実施例の能動素子11、制御回路12、及び電流制限回路14の具体例を適用することが可能である。

30

【0099】

<不要点灯防止回路の第3実施例>

不要点灯防止回路10の第3実施例は、不要点灯防止回路10の第1実施例において、電圧検出回路15の代わりに外部信号入力端子を設け、外部信号入力端子に入力される外部信号により制御部12が能動素子11をオン/オフ制御する構成である。この外部信号は、例えば簡易なマイコンや位相制御式調光器に組み込まれている制御回路等のパルス発生器によって生成され、外部信号入力端子に供給される。この方式によれば、異常時にLEDを消灯するシャットダウン機能や、タイマー点灯機能等の付加機能を容易に付加することができる。

40

【0100】

<<変形例等>>

50

なお、本発明に係るＬＥＤ駆動回路の入力電圧は日本国内の商用電源電圧１００Ｖに限定されない。本発明に係るＬＥＤ駆動回路の回路定数を適切な値にすれば、海外での商用電源電圧又は降圧した交流電圧を本発明に係るＬＥＤ駆動回路の入力電圧として用いることができる。

【０１０１】

また、本発明に係るＬＥＤ駆動回路に電流ヒューズなどの保護素子を付加することで、より安全なＬＥＤ駆動回路を提供することができる。

【０１０２】

また、上述した本発明に係るＬＥＤ駆動回路の構成では、電流制限回路の前段であるダイオードブリッジの出力側にバイパス回路のバイパスラインを設けたが、電流制限回路の前段であるダイオードブリッジの入力側にバイパス回路のバイパスラインを設けてもよく、電流制限回路の後段にバイパスラインを設けてもよい。但し、電流制限回路の後段にバイパス回路のバイパスラインを設ける場合、電流制限回路の電流制限値よりバイパス回路に流れる電流の電流値の方が小さいように設定する必要がある。

【０１０３】

また、上述したＬＥＤ駆動回路では、電流制限回路５がＬＥＤモジュール３のアノード側に接続されているが、各回路定数を適切に設定することにより電流制限回路５をＬＥＤモジュール３のカソード側に接続しても問題ない。

【０１０４】

また、電流制限回路５はＬＥＤモジュール３に定格電流以上の電流が流れることがないようにするための回路部であり、抵抗等受動素子のみで制限をかける場合や、抵抗とトランジスタ等の能動素子とを組み合わせで制限をかける場合（例えば図２９に示す構成）が考えられる。

【０１０５】

また、ＬＥＤモジュール３に流す電流がＬＥＤの定格電流に対して十分なマージンがある場合は、電流制限回路５を設置しなくても調光動作等に影響はない。

【０１０６】

また、本発明に係るＬＥＤ駆動回路とともに用いられる位相制御式調光器は、位相制御式調光器２（図１参照）の構成に限定されない。

【０１０７】

また、本発明に係るＬＥＤ駆動回路に入力される電圧は、正弦波形の交流電圧に基づく電圧に限定されず、他の交番電圧であってもよい。

【０１０８】

また、本発明に係るＬＥＤ駆動回路が、タイマー部を備え、そのタイマー部により電流引き抜き開始タイミングと電流引き抜き持続時間をソフトウェア的に調整出来るようにしてもよい。

【０１０９】

また、上述したＬＥＤ駆動回路はいずれもダイオードブリッジを備えているが、本発明に係るＬＥＤ駆動回路にとってダイオードブリッジは必須構成要素ではない。ダイオードブリッジを設けない構成では、例えば、順方向が互いに異なる二つのＬＥＤモジュールを設け、ＬＥＤモジュール毎に、電流制限回路、タイミング調整回路、バイパス回路を設けるようにする。かかる構成は、ダイオードブリッジが不要であること、前記ダイオードブリッジが不要であることから電源効率がやや向上することであること、全波整流後に駆動する方式に対してＬＥＤ駆動電流のＤｕｔｙ比が半分になることによりＬＥＤの寿命が延びる（＝光束の低下が緩和）等のメリットを有しているが、一方で、ＬＥＤの個数が２倍になるためコストアップがデメリットとなる。

【０１１０】

<< 本発明に係るＬＥＤ照明灯具 >>

最後に、本発明に係るＬＥＤ照明灯具の概略構造について説明する。本発明に係るＬＥＤ照明灯具の概略構造例を図３０に示す。図３０では、電球形の本発明に係るＬＥＤ照明

10

20

30

40

50

灯具 200 を部分切り欠き図で示している。電球形の本発明に係る LED 照明灯具 200 は、筐体または基板 202 と、筐体または基板 202 の正面（電球形の頭部側）に設置される 1 個以上の LED からなる LED モジュール 201 と、筐体または基板 202 の背面（電球形の下部側）に設置され回路 203 とを内部に備えている。回路 203 には、例えば上述した本発明に係る LED 駆動回路を用いることができる。なお、回路 203 は、上述した本発明に係る LED 駆動回路に限らず、位相制御式調光器とともに用いられたときに発生し得る LED のちらつきや点滅を低減することができる機能を有する回路であればよいことは言うまでもない。

【0111】

電球形の本発明に係る LED 照明灯具 200 がねじ込まれて装着される LED 照明灯具装着部 300 と、位相制御式調光器を有するライトコントロール器 400 とが、交流電源 1 に直列に接続される。電球形の本発明に係る LED 照明灯具 200 と LED 照明灯具装着部 300 によって、LED 照明機器（シーリングライト、ペンダントライト、キッチンライト、ダウンライト、スタンドライト、スポットライト、フットライト等）が構成される。そして、電球形の本発明に係る LED 照明灯具 200 と、LED 照明灯具装着部 300 と、ライトコントロール器 400 とによって、本発明に係る LED 照明システム 500 が構成される。LED 照明灯具装着部 300 は例えば室内の天井壁面に配設され、ライトコントロール器 400 は例えば室内の側方壁面に配設される。

【0112】

電球形の本発明に係る LED 照明灯具 200 が LED 照明灯具装着部 300 に対して着脱自在であるため、例えば、従来は白熱灯、蛍光灯等の照明灯具を用いていた既存の照明機器及び照明システムにおいて、白熱灯、蛍光灯等の照明灯具を電球形の本発明に係る LED 照明灯具 200 に交換するだけで、不要電流による LED の点灯を防止することができる。

【0113】

図 30 では、ライトコントロール器 400 が図 1 中の位相制御式調光器 2 である場合のライトコントロール器 400 の外観を図示しており、つまみ式ボリュームにより調光の度合いを変更できるようにしている。

【0114】

上記では前記ライトコントロール器 400 としてつまみ式ボリュームにより人が直接操作するものを例に挙げたが、これに限らず、リモコン等の無線信号により人が遠隔操作するものであっても良い。即ち、受信側である前記ライトコントロール器本体に無線信号受信部を設け、送信側である送信機本体（例えば、リモコン送信機、携帯端末等）に前記無線信号受信部へライトコントロール信号（例えば、調光信号、ライト ON / OFF 信号等）を送信する無線信号送信部を設けることで遠隔操作できる。

【0115】

また、本発明に係る LED 照明灯具は、電球形の LED 照明灯具に限らず、例えば、図 31 に示す電灯形の LED 照明灯具 600、環形の LED 照明灯具 700、又は直管形の LED 照明灯具 800 であってもよい。いずれの形状にしても本発明に係る LED 照明灯具は、LED と、位相制御式調光器とともに用いられたときに発生し得る LED のちらつきや点滅を低減することができる機能を有する回路を内部に備える。更には、不要電流によって LED が点灯することを防止する機能を有する回路（不要点灯防止回路）を内部に備えることが望ましい。更には、該点灯防止回路による電源損失を抑制する電源損失抑制機能をも有する回路を内部に備えることがより望ましい。

【符号の説明】

【0116】

- 1 交流電源
- 2 位相制御式調光器
- 3 LED モジュール
- 4 LED 駆動回路

10

20

30

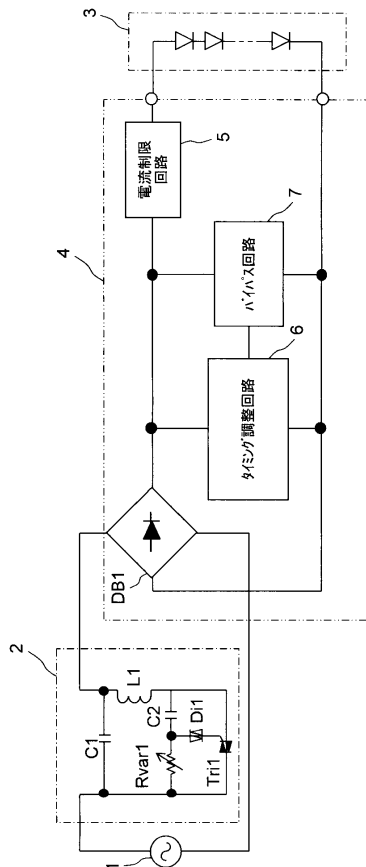
40

50

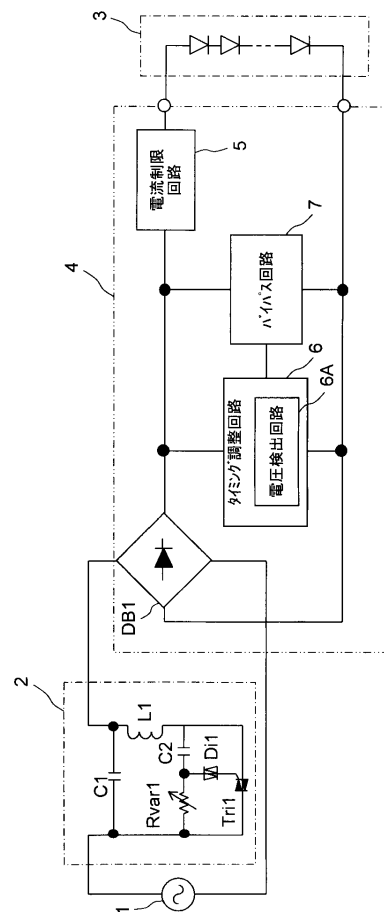
5	電流制限回路	
6	タイミング調整回路	
6 A	電圧検出回路	
6 B	電圧変化検出回路	
7	バイパス回路	
8	時間設定部	
9	白熱電球	
1 0	不要点灯防止回路	
1 1	能動素子	
1 2	制御部	10
1 3	ダイオードブリッジ	
1 4	電流制限回路	
1 5	電圧検出回路	
1 6	電流検出回路	
1 0 0	L E D 駆動回路	
2 0 0	電球形の本発明に係る L E D 照明灯具	
2 0 1	L E D モジュール	
2 0 2	筐体または基板	
2 0 3	回路	
3 0 0	L E D 照明灯具装着部	20
4 0 0	ライトコントロール器	
5 0 0	本発明に係る L E D 照明システム	
6 0 0	電灯形の本発明に係る L E D 灯具	
7 0 0	環形の本発明に係る L E D 灯具	
8 0 0	直管形の本発明に係る L E D 灯具	
A M P 1	誤差アンプ	
B L 1	バイパスライン	
C 1	コンデンサ	
C 4 1、C 4 2	コンデンサ	
C 8 1	コンデンサ	30
C 9 1	コンデンサ	
C 1 0 1	コンデンサ	
C 1 1 1	コンデンサ	
C 1 8 1	コンデンサ	
C O M P 1	コンパレータ	
C O M P 2	ヒステリシス機能付きコンパレータ	
C O M P 3 1	コンパレータ	
I S 1	定電流源	
i 4 1	定電流源	
i 9 1	定電流源	40
i 1 1 1	定電流源	
L 1	インダクタ	
Q 1、Q 2	トランジスタ	
Q 3、Q 4	M O S トランジスタ	
Q 4 1、Q 4 2	トランジスタ	
Q 8 1、Q 8 2	トランジスタ	
Q 9 1、Q 9 2	トランジスタ	
Q 1 0 1	トランジスタ	
Q 1 1 1	トランジスタ	
Q 1 8 1、Q 1 8 2	トランジスタ	50

$R1$ 、 $R2$ 分割抵抗
 $R3$ 抵抗
 $R4$ 電流検出用抵抗
 $R31$ 、 $R32$ 抵抗
 $R41 \sim R44$ 抵抗
 $R81 \sim R84$ 抵抗
 $R91 \sim R94$ 抵抗
 $R101$ 、 $R102$ 抵抗
 $R111 \sim R113$ 抵抗
 $R181 \sim R186$ 抵抗
 $Rvar1$ 半固定抵抗
 $Tha1$ サイリスタ
 $Tri1$ トライアック
 $VS1$ 定電圧源
 $VS31$ 定電圧源
 $ZD1$ 、 $ZD2$ ツェナーダイオード

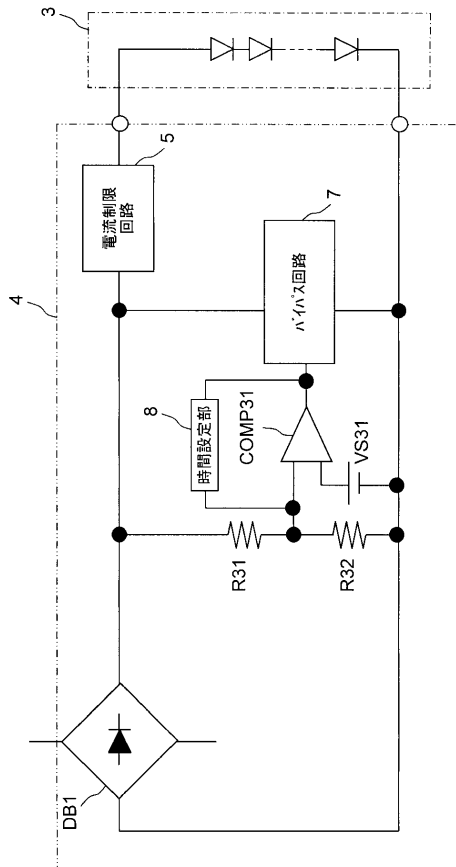
【図1】



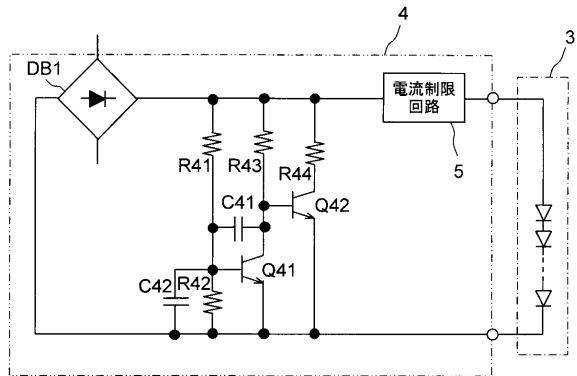
【図2】



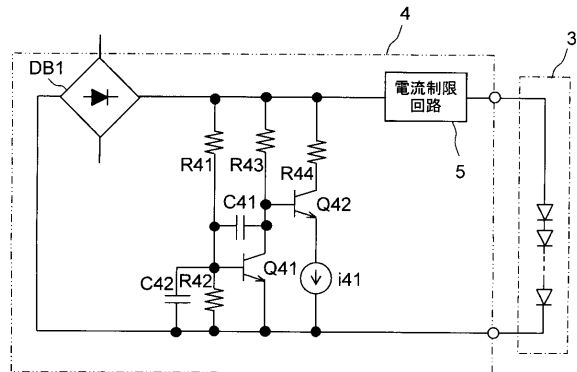
【図 3】



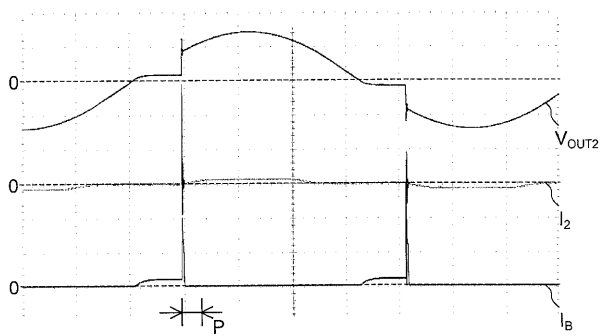
【図 4 A】



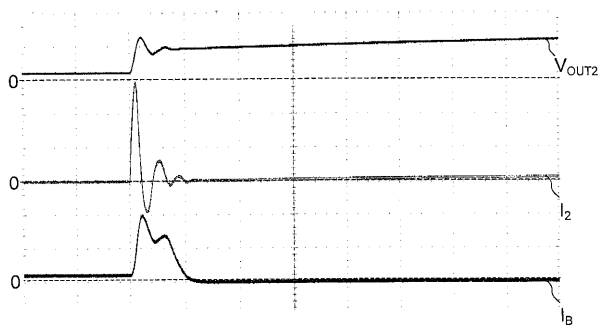
【図 4 B】



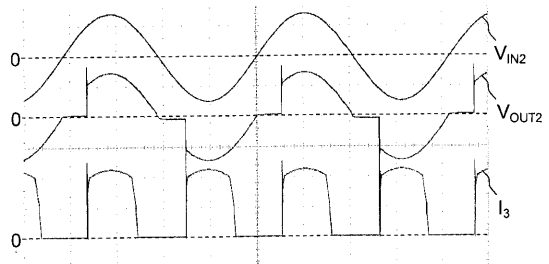
【図 5 A】



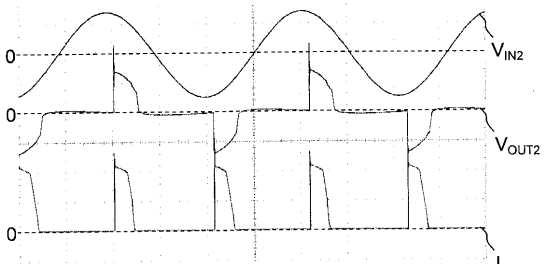
【図 5 B】



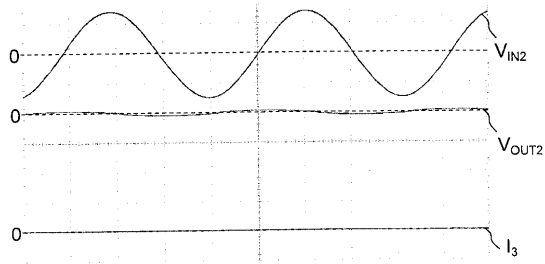
【図 6 A】



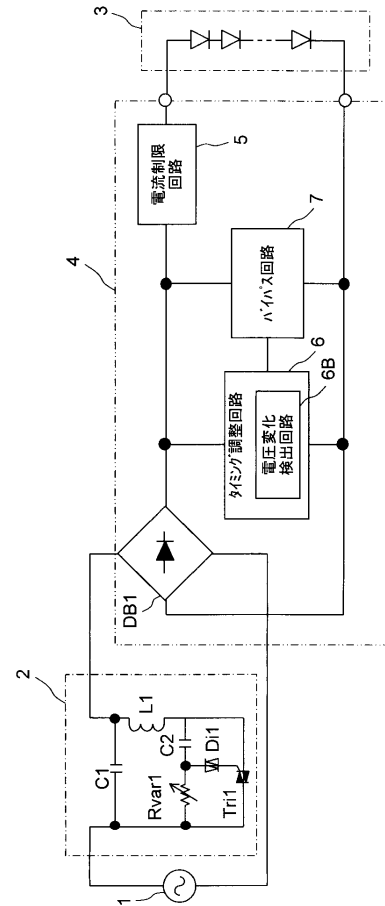
【図 6 B】



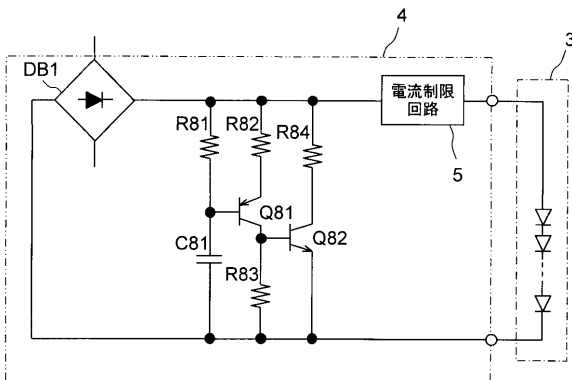
【図 6 C】



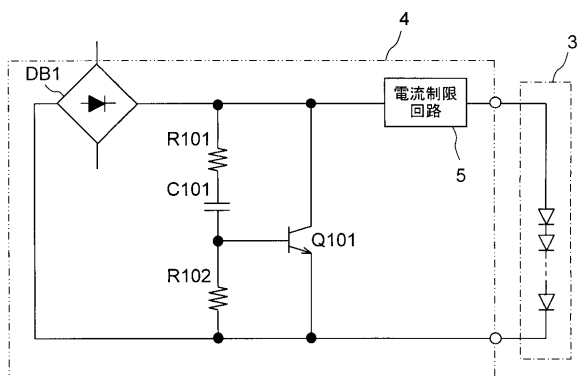
【図 7】



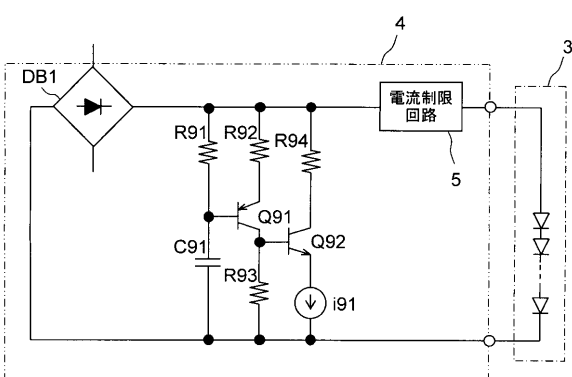
【図 8】



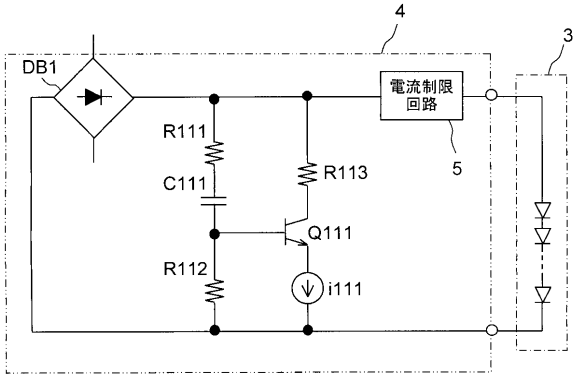
【図 10】



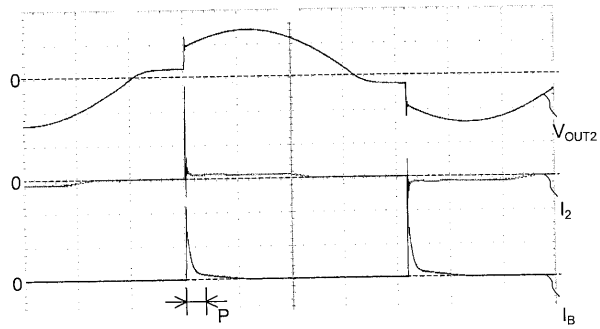
【図 9】



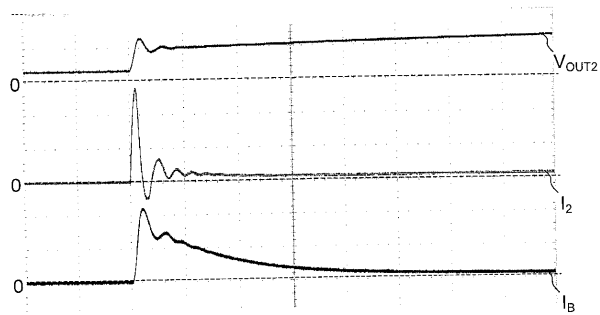
【図 11】



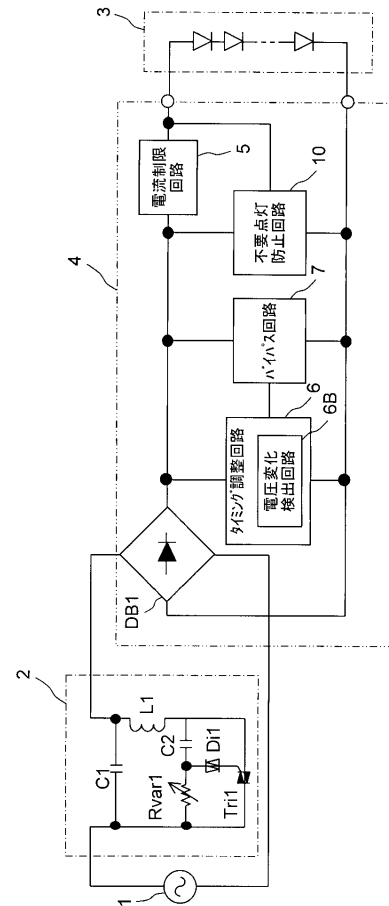
【図 12 A】



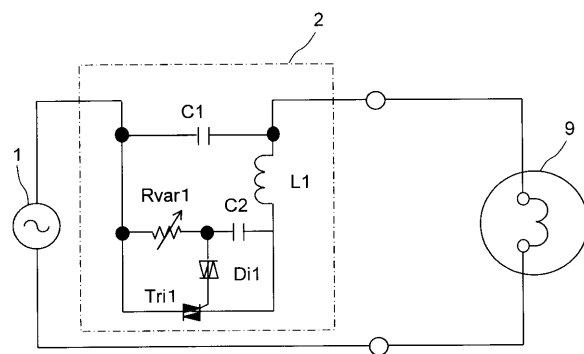
【図 12 B】



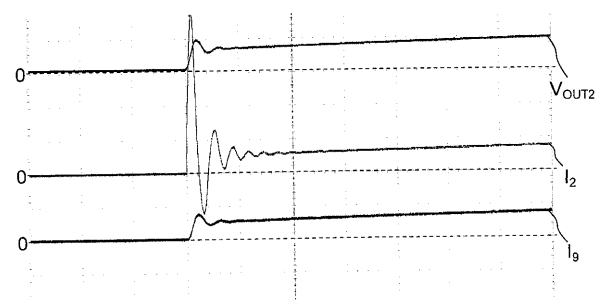
【図 13】



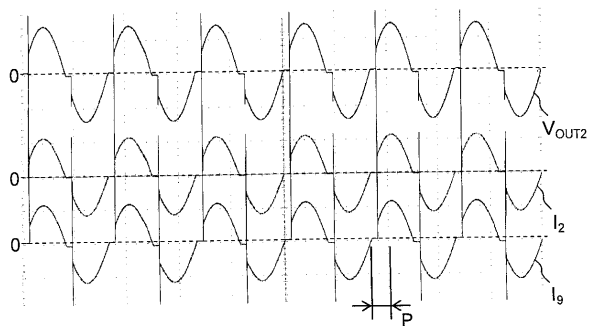
【図 14】



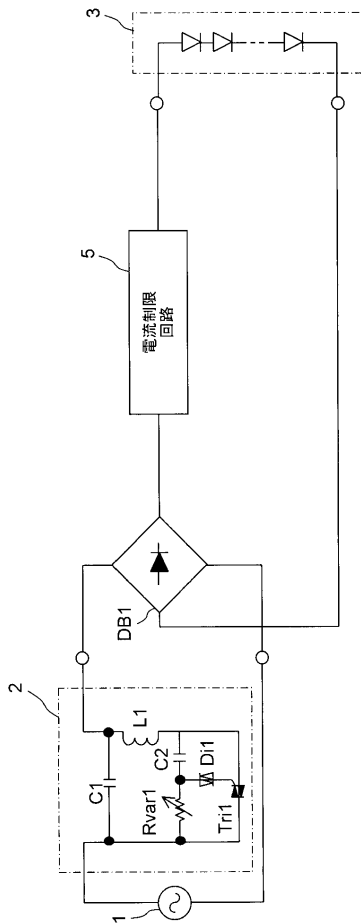
【図 15 B】



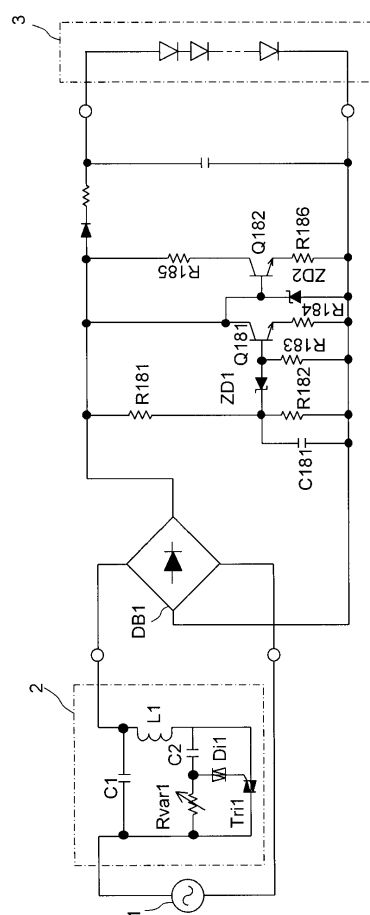
【図 15 A】



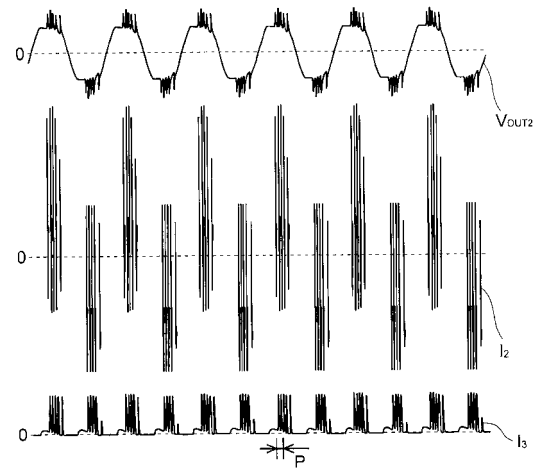
【図 16】



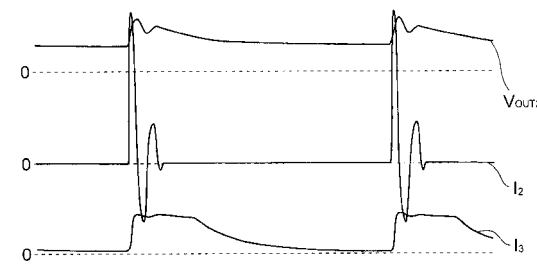
【図 18】



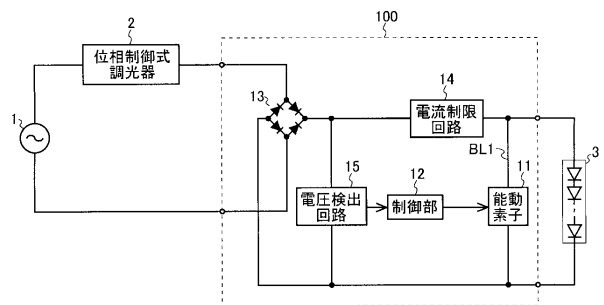
【図 17 A】



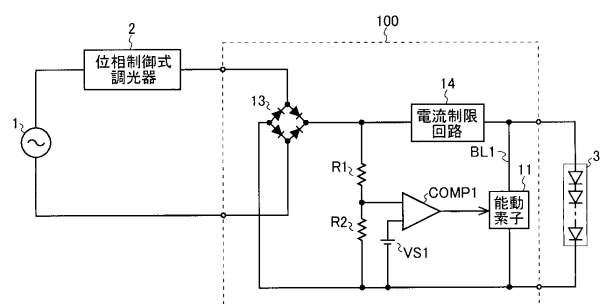
【図 17 B】



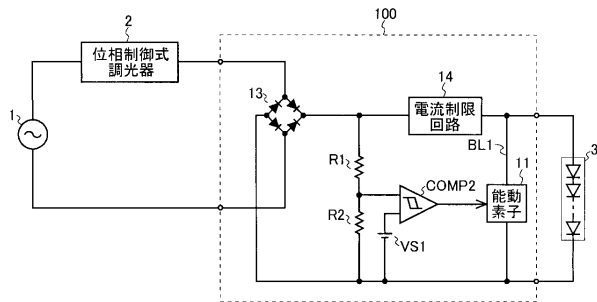
【図 19】



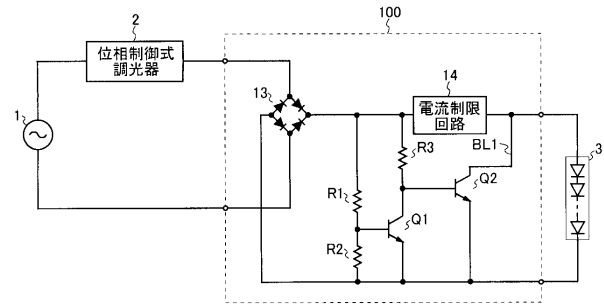
【図 20】



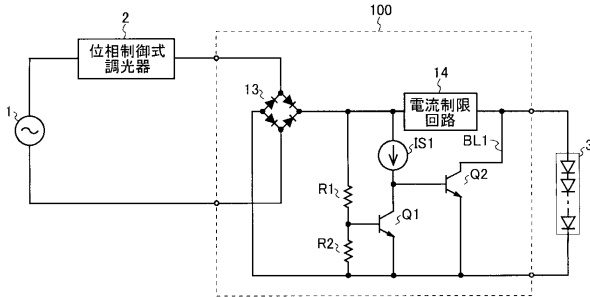
【図 2 1】



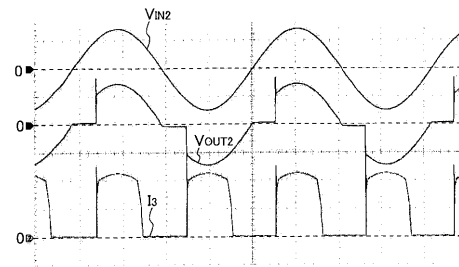
【図 2 3】



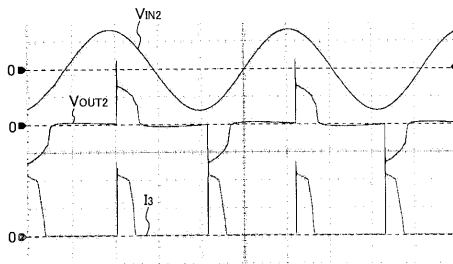
【図 2 2】



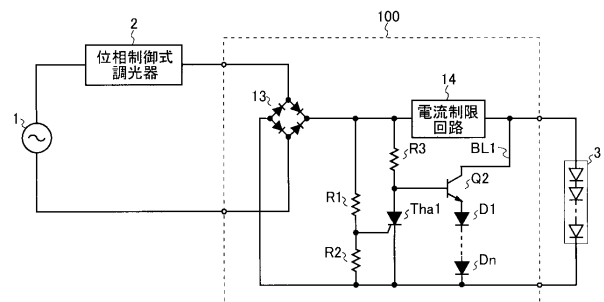
【図 2 4 A】



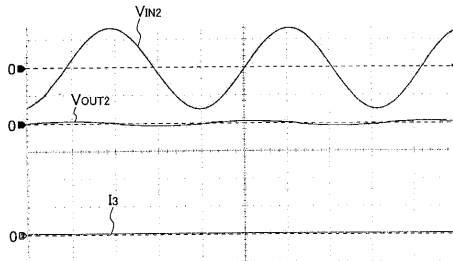
【図 2 4 B】



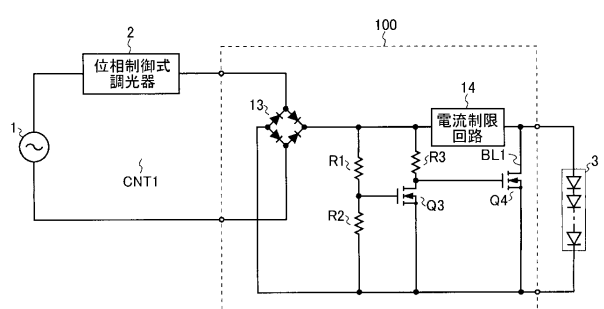
【図 2 5】



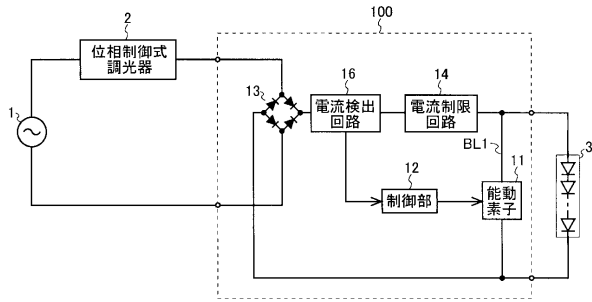
【図 2 4 C】



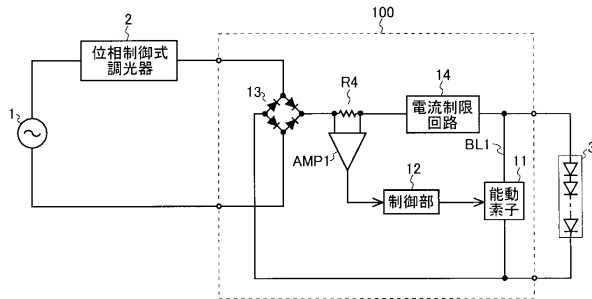
【図 2 6】



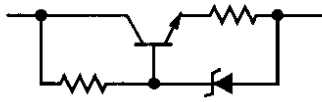
【図 27】



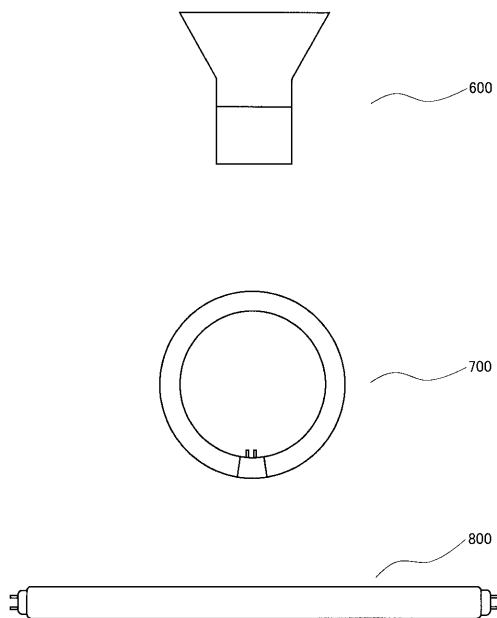
【図 28】



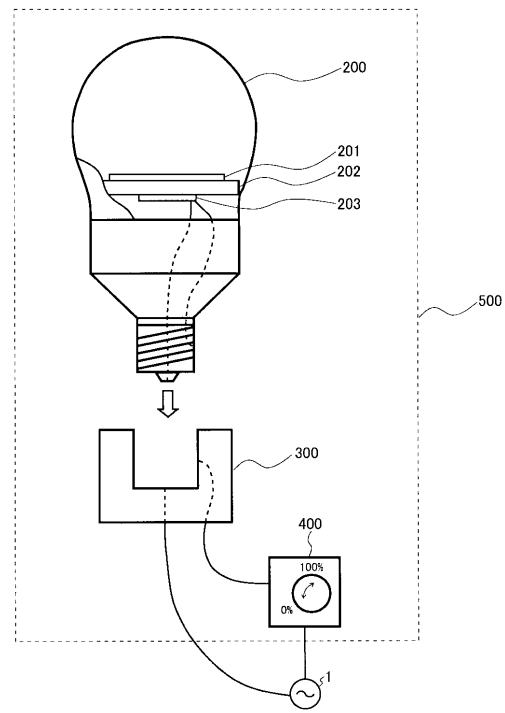
【図 29】



【図 31】



【図 30】



フロントページの続き

合議体

審判長 吉野 公夫

審判官 松川 直樹

審判官 江成 克己

- (56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 3 1 9 1 7 2 (J P , A)
特表 2 0 0 7 - 5 3 8 3 7 8 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 2 9 6 2 0 5 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H01L 33/00-33/64