

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6562352号
(P6562352)

(45) 発行日 令和1年8月21日(2019.8.21)

(24) 登録日 令和1年8月2日(2019.8.2)

(51) Int.Cl. F I
H05B 37/02 (2006.01) H05B 37/02 J
 H05B 37/02 K

請求項の数 5 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-178867 (P2015-178867)	(73) 特許権者	314012076
(22) 出願日	平成27年9月10日 (2015. 9. 10)		パナソニックIPマネジメント株式会社
(65) 公開番号	特開2017-54741 (P2017-54741A)		大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
(43) 公開日	平成29年3月16日 (2017. 3. 16)	(74) 代理人	110002527
審査請求日	平成30年5月21日 (2018. 5. 21)		特許業務法人北斗特許事務所
		(74) 代理人	100087767
			弁理士 西川 恵清
		(74) 代理人	100155756
			弁理士 坂口 武
		(74) 代理人	100161883
			弁理士 北出 英敏
		(74) 代理人	100167830
			弁理士 仲石 晴樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 調光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

照明負荷と交流電源との間に電氣的に接続される一対の入力端子と、
 前記一対の入力端子間において、双方向の電流の遮断・通過を切り替えるように構成されている双方向スイッチと、

前記照明負荷の光出力の大きさを指定する調光レベルが入力される入力部と、
 前記交流電源の交流電圧の半周期ごとに、規定範囲内で前記調光レベルに応じて決まる長さのオン時間に、前記双方向スイッチがオン状態となるように前記双方向スイッチを制御する制御部と、

前記一対の入力端子に入力される電圧と電流との少なくとも一方の波形を対象波形として、所定の判定条件を用いて前記対象波形の異常の有無を判定し、前記対象波形に異常があれば、前記規定範囲を狭くするように前記規定範囲を補正する補正部と、
 を備える調光装置。

10

【請求項2】

前記規定範囲を記憶する記憶部を、さらに備え、
 前記補正部は、補正後の前記規定範囲を前記記憶部に記憶させるように構成されている請求項1に記載の調光装置。

【請求項3】

前記規定範囲は上限値と下限値とで規定され、
 前記補正部は、前記上限値と前記下限値との少なくとも一方を補正することにより前記

20

規定範囲を補正するように構成されている請求項 1 又は 2 に記載の調光装置。

【請求項 4】

前記交流電圧のゼロクロス点を検出すると検出信号を前記補正部に出力する位相検出部を、さらに備え、

前記対象波形は電圧波形であって、

前記補正部は、前記位相検出部から定期的に前記検出信号が入力されることを前記判定条件とし、前記検出信号が定期的に入力されていなければ前記対象波形に異常があると判定するように構成されている請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の調光装置。

【請求項 5】

前記交流電圧のゼロクロス点を検出すると検出信号を前記補正部及び前記制御部に出力する位相検出部を、さらに備え、

前記制御部は、1 回の前記検出信号に基づいて、前記半周期以上先の前記交流電圧のゼロクロス点を仮想ゼロクロス点として推定し、前記仮想ゼロクロス点で仮想信号を発生し、

前記補正部は、前記検出信号と前記仮想信号との少なくとも一方が定期的に入力されることを前記判定条件とし、前記検出信号と前記仮想信号とのいずれも定期的に入力されていなければ前記対象波形に異常があると判定するように構成されている請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の調光装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明負荷を調光する調光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、照明負荷を調光する調光装置が知られている（例えば、特許文献 1）。

【0003】

特許文献 1 に記載された調光装置は、一对の端子と、制御回路部と、制御回路部に制御電源を供給する制御電源部と、照明負荷の調光レベルを設定する調光操作部とを備えている。

【0004】

一对の端子間には、制御回路部及び制御電源部それぞれが並列に接続されている。また、一对の端子間には、交流電源と照明負荷との直列回路が接続される。照明負荷は、複数の LED（Light Emitting Diode）素子と、各 LED 素子を点灯させる電源回路とを備えている。電源回路は、ダイオードと電解コンデンサとの平滑回路を備えている。

【0005】

制御回路部は、照明負荷に供給する交流電圧を位相制御するスイッチ部と、スイッチ部を駆動するスイッチドライブ部と、スイッチドライブ部及び制御電源部を制御する制御部と、を備えている。

【0006】

制御電源部は、スイッチ部に並列に接続されている。制御電源部は、交流電源の交流電圧を制御電源に変換する。制御電源部は、制御電源を蓄積する電解コンデンサを備えている。

【0007】

制御部は、制御電源部から電解コンデンサを通じて制御電源が供給される。制御部は、マイクロコンピュータ（以下、「マイコン」）を備えている。マイコンは、調光操作部で設定された調光レベルに応じて、交流電圧の半サイクル毎の期間途中で、照明負荷への給電を遮断する逆位相制御を行う。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 3 - 1 4 9 4 9 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 9 】

本発明は、より多くの種類の照明負荷に対応可能な調光装置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】

【 0 0 1 0 】

本発明の調光装置は、照明負荷と交流電源との間に電氣的に接続される一対の入力端子と、前記一対の入力端子間において、双方向の電流の遮断・通過を切り替えるように構成されている双方向スイッチと、前記照明負荷の光出力の大きさを指定する調光レベルが入力される入力部と、前記交流電源の交流電圧の半周期ごとに、規定範囲内で前記調光レベルに応じて決まる長さのオン時間に、前記双方向スイッチがオン状態となるように前記双方向スイッチを制御する制御部と、前記一対の入力端子に入力される電圧と電流との少なくとも一方の波形を対象波形として、所定の判定条件を用いて前記対象波形の異常の有無を判定し、前記対象波形に異常があれば、前記規定範囲を狭くするように前記規定範囲を補正する補正部と、を備える。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明は、より多くの種類の照明負荷に対応可能になる、という利点がある。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】実施形態 1 に係る調光装置の構成を示す概略回路図である。

【図 2】実施形態 1 に係る調光装置の動作を示すタイミングチャートである。

【図 3】実施形態 1 の変形例 1 に係る調光装置の構成を示す概略回路図である。

【図 4】実施形態 1 の他の変形例に係る調光装置の電源部の構成を示す概略回路図である。

【図 5】実施形態 2 に係る調光装置の構成を示す概略回路図である。

【図 6】実施形態 2 に係る調光装置の動作を示すタイミングチャートである。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

(実施形態 1)

(1.1) 構成

本実施形態の調光装置 1 は、図 1 に示すように、一対の入力端子 1 1 , 1 2 と、双方向スイッチ 2 と、入力部 4 と、制御部 6 と、補正部 6 1 と、を備えている。

【 0 0 1 4 】

一対の入力端子 1 1 , 1 2 は、照明負荷 (以下、単に「負荷」という) 7 と交流電源 8 との間に電氣的に接続される。双方向スイッチ 2 は、一対の入力端子 1 1 , 1 2 間において、双方向の電流の遮断・導通を切り替えるように構成されている。入力部 4 は、負荷 7 の光出力の大きさを指定する調光レベルが入力される。

40

【 0 0 1 5 】

制御部 6 は、交流電源 8 の交流電圧 V_{ac} の半周期ごとに、規定範囲内で調光レベルに応じて決まる長さのオン時間に、双方向スイッチ 2 がオン状態となるように双方向スイッチ 2 を制御する。補正部 6 1 は、一対の入力端子 1 1 , 1 2 に入力される電圧と電流との少なくとも一方の波形を対象波形として、所定の判定条件を用いて対象波形の異常の有無を判定し、対象波形に異常があれば、規定範囲を狭くするように規定範囲を補正する。

【 0 0 1 6 】

ここでいう「オン時間」は、交流電圧 V_{ac} の半周期のうち双方向スイッチ 2 がオン状態になる時間であって、調光レベルに応じて長さが変化する時間である。本実施形態では

50

、後述する第二の期間T2の始点から終点までの時間が「オン時間」に相当する。また、ここでいう「規定範囲」は、オン時間がとり得る範囲であって、上限値と下限値とで規定される。つまり、オン時間は、規定範囲の下限値以上かつ上限値以下の範囲で、調光レベルに応じて決まる。

【0017】

なお、ここでいう「入力端子」は、電線等を接続するための部品（端子）として実体を有しなくてもよく、例えば電子部品のリードや、回路基板に含まれる導体の一部であってもよい。

【0018】

以下に説明する構成は、本発明の一例に過ぎず、本発明は、下記実施形態に限定されることはなく、この実施形態以外であっても、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。本実施形態の調光装置1は、図1に示すように、一対の入力端子11, 12、双方向スイッチ2、位相検出部3、入力部4、電源部5、制御部6、スイッチ駆動部9、及びダイオードD1, D2を備えている。補正部61は、制御部6に設けられている。

10

【0019】

調光装置1は、2線式の調光装置であって、交流電源8に対して負荷7と電氣的に直列に接続された状態で使用される。負荷7は通電時に点灯する。負荷7は、光源としてのLED素子と、LED素子を点灯させる点灯回路と、を備えている。交流電源8は、例えば単相100[V]、60[Hz]の商用電源である。調光装置1は、一例として壁スイッチ等に適用可能である。

20

【0020】

双方向スイッチ2は、入力端子11, 12間において、双方向の電流の遮断・通過を切り替えるように構成されている。双方向スイッチ2は、例えば、入力端子11, 12間に電氣的に直列に接続された第1のスイッチ素子Q1及び第2のスイッチ素子Q2の2個の素子からなる。例えば、スイッチ素子Q1, Q2の各々は、エンハンスメント形のnチャネルMOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor)からなる半導体スイッチ素子である。

【0021】

スイッチ素子Q1, Q2は、入力端子11, 12間において、いわゆる逆直列に接続されている。つまり、スイッチ素子Q1, Q2はソース同士が互いに接続されている。スイッチ素子Q1のドレインは入力端子11に接続され、スイッチ素子Q2のドレインは入力端子12に接続されている。両スイッチ素子Q1, Q2のソースは、電源部5のグラウンドに接続されている。なお、電源部5のグラウンドは、調光装置1の内部回路にとって基準電位となる。

30

【0022】

双方向スイッチ2は、スイッチ素子Q1, Q2のオン、オフの組み合わせにより、4つの状態を切替可能である。4つの状態には、両スイッチ素子Q1, Q2が共にオフである双方向オフ状態と、両スイッチ素子Q1, Q2が共にオンである双方向オン状態と、スイッチ素子Q1, Q2の一方のみがオンである2種類の一方方向オン状態とがある。一方方向オン状態では、スイッチ素子Q1, Q2のうち、オンの方のスイッチ素子から、オフの方のスイッチ素子の寄生ダイオードを通して一対の入力端子11, 12間が一方向に導通することになる。例えば、スイッチ素子Q1がオン、スイッチ素子Q2がオフの状態では、入力端子11から入力端子12に向けて電流を流す第1の一方方向オン状態となる。また、スイッチ素子Q2がオン、スイッチ素子Q1がオフの状態では、入力端子12から入力端子11に向けて電流を流す第2の一方方向オン状態となる。そのため、入力端子11, 12間に交流電源8から交流電圧Vacが印加される場合、交流電圧Vacの正極性の半周期においては、第1の一方方向オン状態が「順方向オン状態」、第2の一方方向オン状態が「逆方向オン状態」となる。一方、交流電圧Vacの負極性の半周期においては、第2の一方方向オン状態が「順方向オン状態」、第1の一方方向オン状態が「逆方向オン状態」となる。

40

50

【 0 0 2 3 】

ここで、双方向スイッチ 2 は、「双方向オン状態」及び「順方向オン状態」の両状態がオン状態であり、「双方向オフ状態」及び「逆方向オン状態」の両状態がオフ状態である。

【 0 0 2 4 】

位相検出部 3 は、入力端子 1 1 , 1 2 間に印加される交流電圧 V_{ac} の位相を検出する。ここでいう「位相」には、交流電圧 V_{ac} のゼロクロス点、交流電圧 V_{ac} の極性（正極性、負極性）を含んでいる。位相検出部 3 は、交流電圧 V_{ac} のゼロクロス点を検出すると検出信号を制御部（補正部 6 1 を含む）6 に出力するように構成されている。位相検出部 3 は、ダイオード D_{31} と、第 1 検出部 3 1 と、ダイオード D_{32} と、第 2 検出部 3 2 と、を有している。第 1 検出部 3 1 は、ダイオード D_{31} を介して入力端子 1 1 に電氣的に接続されている。第 2 検出部 3 2 は、ダイオード D_{32} を介して入力端子 1 2 に電氣的に接続されている。第 1 検出部 3 1 は、交流電圧 V_{ac} が負極性の半周期から正極性の半周期に移行する際のゼロクロス点を検出する。第 2 検出部 3 2 は、交流電圧 V_{ac} が正極性の半周期から負極性の半周期に移行する際のゼロクロス点を検出する。

10

【 0 0 2 5 】

すなわち、第 1 検出部 3 1 は、入力端子 1 1 を正極とする電圧が規定値未満の状態から規定値以上の状態に移行したことを検出すると、ゼロクロス点と判断する。同様に、第 2 検出部 3 2 は、入力端子 1 2 を正極とする電圧が規定値未満の状態から規定値以上の状態に移行したことを検出すると、ゼロクロス点と判断する。規定値は 0 [V] 付近に設定された値である。例えば、第 1 検出部 3 1 の規定値は、+ 数 [V] 程度であり、第 2 検出部 3 2 の規定値は、- 数 [V] 程度である。したがって、第 1 検出部 3 1 及び第 2 検出部 3 2 で検出されるゼロクロス点の検出点は、厳密な意味でのゼロクロス点（0 [V] ）から少し時間が遅れる。

20

【 0 0 2 6 】

入力部 4 は、ユーザによって操作される操作部から、調光レベルを表す信号を受け付け、制御部 6 に調光信号として出力する。本実施形態では一例として、調光レベルは 5 [%] ~ 9 7 [%] の範囲で指定されると仮定する。調光レベルが大きい程、負荷 7 の光出力が大きくなる。入力部 4 は、調光信号を出力するに際して、受け付けた信号を加工してもよいし、しなくてもよい。調光信号とは、負荷 7 の光出力の大きさを指定する数値等であって、負荷 7 を消灯状態とする「OFF レベル」を含む場合もある。なお、操作部は、ユーザの操作を受けて入力部 4 に調光レベルを表す信号を出力する構成であればよく、例えば可変抵抗器やロータリスイッチ、タッチパネル、リモートコントローラ、あるいはスマートフォン等の通信端末などである。

30

【 0 0 2 7 】

制御部 6 は、位相検出部 3 からの検出信号及び入力部 4 からの調光信号に基づいて双方向スイッチ 2 を制御する。制御部 6 は、スイッチ素子 Q_1 , Q_2 の各々を別々に制御する。具体的には、制御部 6 は、第 1 制御信号 S_{b1} にてスイッチ素子 Q_1 を制御し、第 2 制御信号 S_{b2} にてスイッチ素子 Q_2 を制御する。

40

【 0 0 2 8 】

制御部 6 は、例えばマイコン（マイクロコンピュータ）を主構成として備えている。マイコンは、マイコンのメモリに記録されているプログラムを CPU（Central Processing Unit）で実行することにより、制御部 6 としての機能を実現する。プログラムは、予めマイコンのメモリに記録されていてもよいし、メモリカードのような記録媒体に記録されて提供されたり、電気通信回線を通して提供されたりしてもよい。言い換えれば、上記プログラムは、コンピュータ（ここではマイコン）を、制御部 6 として機能させるためのプログラムである。

【 0 0 2 9 】

制御部 6 は、入力部 4 から調光信号を受けると、調光信号から調光レベルに相当する情報を抽出する。ここでは、調光信号は、負荷 7 の光出力の大きさを指定する数値等を含ん

50

でいるため、この数値等の情報が調光レベルに相当する。制御部6のメモリには、調光レベルとオン時間との対応関係を表すテーブルが記憶されている。制御部6は、このテーブルを用いて、調光信号から抽出した調光レベルに対応するオン時間を求める。制御部6は、交流電圧V a cの半周期ごとに、オン時間分だけ双方向スイッチ2がオン状態となるように、スイッチ素子Q 1 , Q 2を制御する。

【0030】

本実施形態の場合、オン時間は、規定範囲内で設定されるため、入力部4に入力された調光レベルに応じてオン時間が設定されない場合がある。例えば、ユーザが操作部を負荷7の光出力を最大にするように操作しても、オン時間は規定範囲内に制限され、入力部からの調光信号の通りにはオン時間が設定されないことがある。このときのオン時間は、規定範囲の上限値となる。具体的には、例えば調光レベルが95〔%〕のときのオン時間が規定範囲の上限値に設定されている場合、調光レベルが96〔%〕又は97〔%〕になっても、オン時間は上限値以下に制限される。そのため、調光レベルが96〔%〕又は97〔%〕であっても、調光レベルが95〔%〕のときと同じオン時間が適用されることになる。

10

【0031】

スイッチ駆動部9は、スイッチ素子Q 1を駆動(オン/オフ制御)する第1駆動部9 1と、スイッチ素子Q 2を駆動(オン/オフ制御)する第2駆動部9 2と、を有している。第1駆動部9 1は、制御部6から第1制御信号S b 1を受けて、スイッチ素子Q 1にゲート電圧を印加する。これにより、第1駆動部9 1はスイッチ素子Q 1をオン/オフ制御する。同様に、第2駆動部9 2は、制御部6から第2制御信号S b 2を受けて、スイッチ素子Q 2にゲート電圧を印加する。これにより、第2駆動部9 2はスイッチ素子Q 2をオン/オフ制御する。第1駆動部9 1は、スイッチ素子Q 1のソースの電位を基準にしてゲート電圧を生成する。第2駆動部9 2も同様である。

20

【0032】

電源部5は、制御電源を生成する制御電源部5 1と、駆動電源を生成する駆動電源部5 2と、を有している。さらに、電源部5は、コンデンサC 1 , C 2を有している。制御電源は、制御部6の動作の電源である。駆動電源は、スイッチ駆動部9の駆動用の電源である。コンデンサC 1は、制御電源部5 1の出力端子に電氣的に接続されており、制御電源部5 1の出力電流により充電される。コンデンサC 2は、駆動電源部5 2の出力端子に電氣的に接続されており、駆動電源部5 2の出力電流により充電される。

30

【0033】

電源部5は、ダイオードD 1を介して入力端子1 1に電氣的に接続され、ダイオードD 2を介して入力端子1 2に電氣的に接続されている。これにより、2個のダイオードD 1 , D 2と、2個のスイッチ素子Q 1 , Q 2の各々の寄生ダイオードとで構成されるダイオードブリッジにて、入力端子1 1 , 1 2間に印加される交流電圧V a cが全波整流されて、電源部5に供給される。したがって、双方向スイッチ2がオフ状態にある場合、電源部5には、全波整流された交流電圧V a c(ダイオードブリッジから出力される脈流電圧)が印加されることになる。

【0034】

駆動電源部5 2は、全波整流された交流電圧V a cが印加されることにより、定電圧の駆動電源を生成してコンデンサ2に出力する。駆動電源部5 2は、スイッチ駆動部9及び制御電源部5 1に、駆動電源を供給する。駆動電源は、例えば10〔V〕である。制御電源部5 1は、駆動電源部5 2から供給された駆動電源を降圧して制御電源を生成し、コンデンサC 1に出力する。制御電源は、例えば3〔V〕である。なお、制御電源部5 1は、駆動電源部5 2を介さず、全波整流された交流電圧V a cから直接制御電源を生成してもよい。つまり、電源部5は、交流電源8からの供給電力により制御電源及び駆動電源を生成する。

40

【0035】

補正部6 1は、本実施形態では制御部6の一機能として、制御部6と一体に設けられて

50

いる。補正部 6 1 は、所定の判定条件を用いて対象波形の異常の有無を判定し、対象波形に異常があれば、規定範囲を狭めるように規定範囲を補正する。本実施形態では、対象波形は一对の入力端子 1 1 , 1 2 に入力される電圧波形である。詳しくは「(1 . 2 . 3) 補正部の動作」の欄で説明するが、本実施形態では、補正部 6 1 は、交流電圧 V a c のゼロクロス点が定期的に検出されていることを判定条件とする。言い換えれば、補正部 6 1 は、位相検出部 3 から定期的に検出信号が入力されることを判定条件とする。補正部 6 1 は、位相検出部 3 からの検出信号に基づいて対象波形の異常の有無を判定し、検出信号が定期的に入力されていなければ対象波形に異常があると判定する。つまり、本実施形態では、補正部 6 1 は、対象波形のゼロクロス点を用いることで、対象波形の異常の有無を簡易的に判定する。

10

【 0 0 3 6 】

規定範囲は上述したように上限値と下限値とで規定されているため、補正部 6 1 は、上限値と下限値との少なくとも一方を補正することにより、規定範囲を補正する。本実施形態では、下限値は固定値であって、補正部 6 1 は、上限値のみを補正することにより、規定範囲を補正する。すなわち、補正部 6 1 は、対象波形に異常があれば、上限値を小さくすることによって規定範囲を狭めるように規定範囲を補正する。本実施形態では、補正部 6 1 は、補正後の規定範囲内に収まるように、制御部 6 で求められたオン時間を補正することにより、規定範囲を直接的に狭める。

【 0 0 3 7 】

例えば、調光レベルが最大（本実施形態では 9 7 [%] ）に設定されている状態で、対象波形に異常があった場合を想定する。この場合、補正部 6 1 は、制御部 6 がテーブルを用いて求めた調光レベル（ここでは 9 7 [%] ）に対応するオン時間より、所定の補正時間分だけオン時間を短くするように、オン時間を補正する。これにより、制御部 6 は、調光レベル（ここでは 9 7 [%] ）に対応するオン時間よりも補正時間分だけ短いオン時間を適用して双方向スイッチ 2 を制御する。結果的に規定範囲は狭められることになる。

20

【 0 0 3 8 】

また、本実施形態の調光装置 1 は記憶部 6 2 を、さらに備えている。記憶部 6 2 は、規定範囲を記憶する。本実施形態では、記憶部 6 2 は、制御部 6 の一機能として、制御部 6 と一体に設けられている。記憶部 6 2 は、規定範囲を規定する上限値及び下限値を記憶している。調光装置 1 の工場出荷時においては、記憶部 6 2 には、デフォルト値としての上限値及び下限値が記憶されている。

30

【 0 0 3 9 】

ここで、補正部 6 1 は、補正後の規定範囲を記憶部 6 2 に記憶させるように構成されている。つまり、対象波形に異常があつて、補正部 6 1 が、上限値を小さくするように上限値を補正した場合には、補正後の上限値が記憶部 6 2 に記憶される。本実施形態では、記憶部 6 2 に記憶されている上限値及び下限値は、調光レベルが「OFF レベル」となる度に、デフォルト値にリセットされる。そのため、対象波形に異常が生じて、補正部 6 1 が規定範囲を狭めるように規定範囲を補正したとしても、その後、負荷 7 が消灯状態になれば、記憶部 6 2 に記憶されている上限値及び下限値はデフォルト値にリセットされる。

【 0 0 4 0 】

ただし、本実施形態の調光装置 1 の制御部 6 には、補正部 6 1 が規定範囲の補正を規定回数行った場合に、記憶部 6 2 の上限値及び下限値を保持する学習機能が設けられている。すなわち、補正部 6 1 が規定範囲の補正を規定回数行った場合には、記憶部 6 2 の上限値及び下限値はデフォルト値にリセットされることなく、補正後の規定範囲（上限値及び下限値）が記憶部 6 2 に保持されることになる。なお、規定回数は例えば数回～数十回程度の範囲に設定されるが、この例に限らず、規定回数は 1 回であってもよい。

40

【 0 0 4 1 】

なお、負荷 7 の点灯回路は、調光装置 1 で位相制御された交流電圧 V a c の波形から調光レベルを読み取り、LED 素子の光出力の大きさを変化させる。ここで、点灯回路は、一例としてブリーダ回路などの電流確保用の回路を有している。そのため、調光装置 1 の

50

双方向スイッチ 2 が非導通となる期間においても、負荷 7 に電流を流すことが可能である。

【 0 0 4 2 】

(1 . 2) 動作

(1 . 2 . 1) 起動動作

まず、本実施形態の調光装置 1 の通電開始時の起動動作について説明する。

【 0 0 4 3 】

上述した構成の調光装置 1 によれば、入力端子 1 1 , 1 2 間に負荷 7 を介して交流電源 8 が接続されると、交流電源 8 から入力端子 1 1 , 1 2 間に印加される交流電圧 V_{ac} が整流されて駆動電源部 5 2 に供給される。駆動電源部 5 2 で生成された駆動電源はスイッチ駆動部 9 に供給され、かつ制御電源部 5 1 に供給される。制御電源部 5 1 で生成された制御電源が制御部 6 に供給されると、制御部 6 が起動する。

10

【 0 0 4 4 】

制御部 6 が起動すると、制御部 6 は、位相検出部 3 の検出信号を基に交流電源 8 の周波数の判定を行う。そして、制御部 6 は、判定した周波数に応じて、予めメモリに記憶されている数値テーブルを参照し、各種の時間などのパラメータの設定を行う。ここで、入力部 4 に入力された調光レベルが「OFF レベル」であれば、制御部 6 は、双方向スイッチ 2 を双方向オフ状態に維持することで、一对の入力端子 1 1 , 1 2 間のインピーダンスをハイインピーダンス状態に維持する。これにより、負荷 7 は消灯状態を維持する。

【 0 0 4 5 】

(1 . 2 . 2) 調光動作

次に、本実施形態の調光装置 1 の調光動作について、図 2 を参照して説明する。図 2 では、交流電圧 V_{ac} 、第 1 検出信号 $ZC1$ 、第 2 検出信号 $ZC2$ 、第 1 制御信号 $Sb1$ 、及び第 2 制御信号 $Sb2$ を示している。ここで、第 1 検出信号 $ZC1$ は第 1 検出部 3 1 による検出信号、第 2 検出信号 $ZC2$ は第 2 検出部 3 2 による検出信号である。なお、ここでは、第 1 検出信号 $ZC1$ が「H」レベルから「L」レベルに変化することをもって、第 1 検出信号 $ZC1$ が発生したこととする。また、第 2 検出信号 $ZC2$ が「H」レベルから「L」レベルに変化することをもって、第 2 検出信号 $ZC2$ が発生したこととする。つまり、第 1 検出信号 $ZC1$ 及び第 2 検出信号 $ZC2$ は、ゼロクロス点の検出時に「H」レベルから「L」レベルに変化する信号である。

20

30

【 0 0 4 6 】

まず、交流電圧 V_{ac} が正極性の半周期における調光装置 1 の動作について説明する。調光装置 1 は、位相制御の基準となる交流電圧 V_{ac} のゼロクロス点を位相検出部 3 で検出する。交流電圧 V_{ac} が負極性の半周期から正極性の半周期に移行する際には、交流電圧 V_{ac} が正極性の規定値「 V_{zc} 」に達すると、第 1 検出部 3 1 が第 1 検出信号 $ZC1$ を出力する。本実施形態では、第 1 検出信号 $ZC1$ の発生時点を第 1 時点 t_1 とし、半周期の始点（ゼロクロス点） t_0 から第 1 時点 t_1 までの期間を、第一の期間 T_1 とする。半周期の始点 t_0 から第 1 時点 t_1 までの第一の期間 T_1 では、制御部 6 は、第 1 制御信号 $Sb1$ 及び第 2 制御信号 $Sb2$ を「OFF」信号にする。これにより、第一の期間 T_1 では、2 個のスイッチ素子 Q_1 , Q_2 がいずれもオフになり、双方向スイッチ 2 が双方向オフ状態となる。第 1 時点 t_1 において、制御部 6 は、第 1 制御信号 $Sb1$ 及び第 2 制御信号 $Sb2$ を「ON」信号にする。

40

【 0 0 4 7 】

第 2 時点 t_2 は、第 1 時点 t_1 から調光信号に応じた長さのオン時間が経過した時点である。第 2 時点 t_2 においては、制御部 6 は、第 2 制御信号 $Sb2$ を「ON」信号に維持したまま、第 1 制御信号 $Sb1$ を「OFF」信号にする。これにより、第 1 時点 t_1 から第 2 時点 t_2 までの第二の期間 T_2 には、2 個のスイッチ素子 Q_1 , Q_2 がいずれもオンになり、双方向スイッチ 2 が双方向オン状態となる。そのため、第二の期間 T_2 には、交流電源 8 から双方向スイッチ 2 を介して負荷 7 へ電力が供給され、負荷 7 が点灯する。

【 0 0 4 8 】

50

第3時点 t_3 は、半周期の終点（ゼロクロス点） t_4 よりも一定時間（例えば $300[\mu s]$ ）だけ手前の時間である。第3時点 t_3 においては、制御部6は、第1制御信号 S_{b1} 及び第2制御信号 S_{b2} を「OFF」信号にする。これにより、第2時点 t_2 から第3時点 t_3 までの第三の期間 T_3 には、2個のスイッチ素子 Q_1 、 Q_2 のうちスイッチ素子 Q_1 のみがオフし、双方向スイッチ2が逆方向オン状態となる。そのため、第三の期間 T_3 には、交流電源8から負荷7への電力が断たれる。

【0049】

第3時点 t_3 から半周期の終点（ゼロクロス点） t_4 までの第四の期間 T_4 には、2個のスイッチ素子 Q_1 、 Q_2 がいずれもオフになり、双方向スイッチ2が双方向オフ状態となる。

10

【0050】

また、交流電圧 V_{ac} が負極性の半周期における調光装置1の動作は、正極性の半周期と基本的に同様の動作となる。

【0051】

負極性の半周期において、交流電圧 V_{ac} が負極性の規定値「 $-V_{zc}$ 」に達すると、第2検出部32が第2検出信号 ZC_2 を出力する。本実施形態では、半周期の始点 t_0 （ t_4 ）から第2検出信号 ZC_2 の発生時点である第1時点 t_1 までの期間を第一の期間 T_1 とする。また、第2時点 t_2 は、第1時点 t_1 から調光信号に応じた長さのオン時間が経過した時点であり、第3時点 t_3 は、半周期の終点 t_4 （ t_0 ）よりも一定時間（例えば $300[\mu s]$ ）だけ手前の時間である。

20

【0052】

第一の期間 T_1 では、制御部6は、第1制御信号 S_{b1} 及び第2制御信号 S_{b2} を「OFF」信号にする。これにより、第一の期間 T_1 には双方向スイッチ2が双方向オフ状態となる。そして、第1時点 t_1 において、制御部6は、第1制御信号 S_{b1} 及び第2制御信号 S_{b2} を「ON」信号にする。これにより、第1時点 t_1 から第2時点 t_2 までの第二の期間 T_2 には、2個のスイッチ素子 Q_1 、 Q_2 がいずれもオンになり、双方向スイッチ2が双方向オン状態となる。そのため、第二の期間 T_2 には、交流電源8から双方向スイッチ2を介して負荷7へ電力が供給され、負荷7が点灯する。

【0053】

第2時点 t_2 においては、制御部6は、第1制御信号 S_{b1} を「ON」信号に維持したまま、第2制御信号 S_{b2} を「OFF」信号にする。第3時点 t_3 においては、制御部6は、第1制御信号 S_{b1} 及び第2制御信号 S_{b2} を「OFF」信号にする。これにより、第2時点 t_2 から第3時点 t_3 までの第三の期間 T_3 には、2個のスイッチ素子 Q_1 、 Q_2 のうちスイッチ素子 Q_2 のみがオフし、双方向スイッチ2が逆方向オン状態となる。そのため、第三の期間 T_3 には、交流電源8から負荷7への電力が断たれる。第3時点 t_3 から半周期の終点 t_4 までの第四の期間 T_4 には、2個のスイッチ素子 Q_1 、 Q_2 がいずれもオフになり、双方向スイッチ2が双方向オフ状態となる。

30

【0054】

本実施形態の調光装置1は、以上説明した正極性の半周期の動作と負極性の半周期の動作とを交流電圧 V_{ac} の半周期ごとに交互に繰り返すことで、負荷7の調光を行う。ここで、第1時点 t_1 から第2時点 t_2 までの時間（オン時間）は、入力部4に入力された調光レベルに応じた時間であるので、半周期において入力端子11、12間が導通する時間は、調光レベルに従って規定されることになる。すなわち、負荷7の光出力を小さくする場合にはオン時間は短く、負荷7の光出力を大きくする場合にはオン時間は長く規定される。そのため、入力部4に入力される調光レベルに応じて、負荷7の光出力の大きさを変えることが可能である。

40

【0055】

また、交流電圧 V_{ac} の半周期の後半、具体的には第2時点 t_2 から半周期の終点 t_4 までの期間（第三の期間 T_3 及び第四の期間 T_4 ）には、双方向スイッチ2がオフ状態（逆方向オン状態又は双方向オフ状態）となる。本実施形態では、第三の期間 T_3 及び第四

50

の期間 T 4 を合計した期間が「オフ期間」に相当する。調光装置 1 は、このオフ期間を用いて交流電源 8 から電源部 5 への電力供給を確保できる。

【 0 0 5 6 】

なお、「時点 A から」という表現は、時点 A を含む意味とする。例えば「第 1 時点から」は、第 1 時点を含む意味である。一方、「時点 A まで」という表現は、時点 A は含まず、時点 A の直前までを意味する。例えば「半周期の終点まで」は、半周期の終点は含まず、半周期の終点の直前までを意味する。

【 0 0 5 7 】

(1 . 2 . 3) 補正部の動作

次に、補正部 6 1 の動作について図 2 を参照して説明する。なお、ここでは調光レベルが最大（本実施形態では 9 7 [%] ）に設定されている場合を例示する。

【 0 0 5 8 】

本実施形態では、補正部 6 1 は、交流電圧 V a c のゼロクロス点が定期的に検出されていなければ対象波形に異常があると判定し、規定範囲を狭めるように規定範囲を補正する。図 2 の例では、ゼロクロス点が定期的に検出されている間、つまり制御部 6 に対して第 1 検出信号 Z C 1 及び第 2 検出信号 Z C 2 が定期的（半周期ごと）に入力されている間は、オン時間の上限値は「T o n 1」である。そのため、制御部 6 は、第 1 時点 t 1 からオン時間「T o n 1」に亘って双方向スイッチ 2 がオン状態になるように、双方向スイッチ 2 を制御する。

【 0 0 5 9 】

一方、ゼロクロス点が定期的に検出されなくなると、つまり制御部 6 に対して第 1 検出信号 Z C 1 及び第 2 検出信号 Z C 2 が定期的（半周期ごと）に入力されなくなると、補正部 6 1 は、対象波形に異常があると判定する。この場合、補正部 6 1 は、オン時間の上限値を「T o n 1」から「T o n 2」に変更する。「T o n 2」は「T o n 1」より短い（ $T o n 1 > T o n 2$ ）。つまり、対象波形に異常があると判定された以降は、オン時間の上限値は「T o n 2」である。そのため、制御部 6 は、第 1 時点 t 1 からオン時間「T o n 2」に亘って双方向スイッチ 2 がオン状態になるように、双方向スイッチ 2 を制御する。これにより、調光レベルが最大（本実施形態では 9 7 [%] ）のままであっても、オン時間が短くなるため、負荷 7 の光出力は小さくなり、見かけ上、調光レベルが小さくなる。

【 0 0 6 0 】

なお、図 2 では、ゼロクロス点が検出されなかったことを、第 1 検出信号 Z C 1 に「x」を付すことで表している。

【 0 0 6 1 】

(1 . 3) 利点

本実施形態の調光装置 1 は、補正部 6 1 を備えることにより、対象波形に異常がある場合には、規定範囲を狭くするように規定範囲を補正することで、負荷 7 を継続的に点灯させることができる。すなわち、負荷 7 の種類によっては、例えばオン時間が上限値に設定された場合に、電源部 5 で制御電源を確保できず、電源部 5 から制御部 6 への電源供給を維持できなくなって、負荷 7 の点滅や、ちらつきなどの異常動作を生じることがある。また、負荷 7 の種類によっては、例えばオン時間が下限値に設定された場合に、負荷 7 へ電力が供給されず、負荷 7 の点滅や、ちらつきなどの異常動作を生じることがある。このような異常動作が負荷 7 で生じた場合、対象波形には何らかの異常が現れることが多いので、補正部 6 1 ではこの異常を検出して規定範囲を狭めることができる。そのため、本実施形態の調光装置 1 では、オン時間が上限値又は下限値に設定された場合に生じる、負荷 7 の点滅や、ちらつきなどの異常動作を抑制可能となる。したがって、本実施形態の調光装置 1 によれば、より多くの種類の負荷に対応可能になる、という利点がある。

【 0 0 6 2 】

また、調光装置の制御方式には、逆位相制御方式（トレーリングエッジ方式）の他、交流電圧 V a c の半周期の途中からゼロクロス点までの期間に一对の入力端子 1 1 , 1 2 間

10

20

30

40

50

が導通する、正位相制御方式（リーディングエッジ方式）がある。逆位相制御方式は、光源としてのLED素子を備えた負荷7に、ゼロクロス点から電力供給を開始するため、電力供給開始時の電流波形歪みを小さく抑えることができる。これにより、調光装置に接続可能な負荷7の数（灯数）が増えたり、うなり音の発生を抑制できたりする利点がある。

【0063】

なお、本実施形態の調光装置1は、基本的に逆位相制御方式を採用しつつも、半周期の始点（ゼロクロス点） t_0 からやや遅れた第1時点（第1検出信号ZC1又は第2検出信号ZC2の発生時点） t_1 にて負荷7に電力供給を開始している。そのため、ゼロクロス点にて負荷7への電力供給を開始する逆位相制御方式よりも電流波形歪みは大きくなる可能性がある。ただし、第1時点 t_1 での交流電圧 V_{ac} の絶対値はそれほど大きくはないため、電流波形歪みの影響は無視できるほど小さい。

10

【0064】

また、本実施形態のように、調光装置1は、規定範囲を記憶する記憶部62を、さらに備え、補正部61は、補正後の規定範囲を記憶部62に記憶させるように構成されていることが好ましい。この構成によれば、補正部61で補正された規定範囲が記憶部62に記憶されるので、一旦、補正部61が規定範囲を補正すれば、補正後の規定範囲を継続的に適用することができる。したがって、調光装置1は、負荷7の点滅や、ちらつきなどの異常動作を、継続的に抑制可能となる。ただし、記憶部62は調光装置1に必須の構成ではなく、記憶部62は適宜省略されていてもよい。

【0065】

20

また、本実施形態のように、規定範囲は上限値と下限値とで規定され、補正部61は、上限値と下限値との少なくとも一方を補正することにより規定範囲を補正するように構成されていることが好ましい。この構成によれば、補正部61では、上限値と下限値との少なくとも一方を補正するだけの比較的簡単な処理で、規定範囲を補正することができる。ただし、規定範囲が上限値と下限値とで規定されることは調光装置1に必須の構成ではなく、例えば、規定範囲は、下限値から上限値までの幅と、上限値とで規定されていてもよい。

【0066】

また、本実施形態のように、調光装置1は、交流電圧 V_{ac} のゼロクロス点を検出すると検出信号を補正部61に出力する位相検出部3を、さらに備え、対象波形は電圧波形であることが好ましい。この場合、補正部61は、位相検出部3から定期的に検出信号が入力されることを判定条件とし、検出信号が定期的に入力されていなければ対象波形に異常があると判定するように構成されていることが好ましい。この構成によれば、交流電圧 V_{ac} のゼロクロス点から、負荷7の点滅や、ちらつきなどの異常動作を簡単にかつ正確に判定することが可能である。ただし、対象波形が電圧波形であることは調光装置1に必須の構成ではなく、例えば、対象波形は電流波形であってもよい。さらに、対象波形が電圧波形である場合でも、補正部61は、交流電圧 V_{ac} のゼロクロス点に限らず、例えば波形解析によって対象波形の異常の有無を判定してもよい。

30

【0067】

（1.4）変形例

40

（1.4.1）変形例1

実施形態1の変形例1に係る調光装置1Aは、図3に示すように、双方向スイッチ2に相当する部分が、実施形態1の調光装置1と相違する。以下、実施形態1と同様の構成については共通の符号を付して適宜説明を省略する。

【0068】

本変形例では、双方向スイッチ2Aが、ダブルゲート構造のスイッチ素子Q3を含む。スイッチ素子Q3は、例えばGaN（窒化ガリウム）などのワイドバンドギャップの半導体材料を用いたダブルゲート（デュアルゲート）構造の半導体素子である。さらに、双方向スイッチ2Aは、入力端子11, 12間において、いわゆる逆直列に接続された一対のダイオードD3, D4を含んでいる。ダイオードD3のカソードは入力端子11に接続さ

50

れ、ダイオードD 4のカソードは入力端子1 2に接続されている。両ダイオードD 3 , D 4のアノードは、電源部5のグランドに電氣的に接続されている。なお、本変形例では、一对のダイオードD 3 , D 4が、一对のダイオードD 1 , D 2と共にダイオードブリッジを構成する。

【0069】

本変形例の構成によれば、双方向スイッチ2 Aは、双方向スイッチ2に比較して導通損失のさらなる低減を図ることができる。

【0070】

(1.4.2) その他の変形例

以下、上述した変形例1以外の実施形態1の変形例を列挙する。

10

【0071】

上述した実施形態1及び変形例1の調光装置は、光源としてLED素子を用いた負荷7に限らず、有機EL (Electroluminescence) 素子や放電灯など、様々な光源の負荷7に適用可能である。

【0072】

双方向スイッチ2の制御においては、「双方向オン状態」の代わりに「順方向オン状態」に制御することも可能であり、逆に「順方向オン状態」の代わりに「双方向オン状態」に制御することも可能である。また、「双方向オフ状態」の代わりに「逆方向オン状態」に制御することも可能であり、「逆方向オン状態」の代わりに「双方向オフ状態」に制御することも可能である。すなわち、双方向スイッチ2が、オン状態又はオフ状態の状態が変わらなければよい。

20

【0073】

また、制御部6による双方向スイッチ2の制御方式は、上述した例に限らず、例えば、交流電圧V a cと同じ周期で第1制御信号と第2制御信号とを交互に「ON」信号とする方式であってもよい。この場合、2個のスイッチ素子Q 1 , Q 2のうち、交流電圧V a cの高電位側となるスイッチ素子がオンしている期間に、双方向スイッチ2が導通することになる。つまり、この変形例では、交流電圧V a cのゼロクロス点から半周期の途中までの期間に一对の入力端子1 1 , 1 2間が導通する、いわゆる逆位相制御が実現される。この場合、第1制御信号及び第2制御信号と交流電圧V a cとの位相差を調節することで、双方向スイッチ2のオン時間を調節することができる。

30

【0074】

さらに、制御方式として、逆位相制御方式に限らず、交流電圧V a cの半周期の途中からゼロクロス点までの期間に一对の入力端子1 1 , 1 2間が導通する、正位相制御方式が、採用されてもよい。

【0075】

また、結果的に規定範囲が狭くなればよいので、補正部6 1は、オン時間を補正することにより規定範囲を直接的に狭める構成に限らず、例えば調光レベルを補正することにより間接的に規定範囲を狭める構成であってもよい。この場合、補正部6 1は、規定範囲の上限値を調光レベルについての上限値(以下、「換算上限値」という)に換算する。補正部6 1は、例えば入力部4から制御部6に入力された調光信号から調光レベルに相当する値を取得して、この値が換算上限値を超える場合に、調光レベルを換算上限値に補正することで、規定範囲の上限値を間接的に小さくする。

40

【0076】

他の例として、補正部6 1は、例えば調光レベルとオン時間との対応関係を変更することにより、間接的に規定範囲を狭める構成であってもよい。この場合、補正部6 1は、例えばオン時間の上限値が異なる複数のテーブルの中から、調光レベルからオン時間を求める際に使用するテーブルを、規定範囲の上限値に応じて選択する。つまり、テーブルによってオン時間の上限値が異なっており、補正部6 1は、使用するテーブルを切り替えることにより、規定範囲の上限値を間接的に変更する。

【0077】

50

また、補正部 6 1 は、規定範囲を規定する上限値及び下限値の少なくとも一方を補正すればよく、実施形態 1 のように上限値のみを補正する構成に限らない。すなわち、補正部 6 1 は、下限値のみを補正する構成であってもよいし、上限値及び下限値の両方を補正する構成であってもよい。

【 0 0 7 8 】

また、記憶部 6 2 の上限値及び下限値がデフォルト値にリセットされるタイミングは、調光レベルが「OFFレベル」となったタイミングに限らず、例えば、補正部 6 1 で規定範囲が補正されてから所定時間が経過した時点であってもよい。この場合、補正部 6 1 が規定範囲を補正すると、所定時間が経過するまでは補正後の規定範囲が適用され、所定時間が経過すると、以降は補正前の規定範囲が適用されることになる。

10

【 0 0 7 9 】

また、実施形態 1 の構成によれば、対象波形に異常があれば、オン時間の規定範囲が狭められることにより、負荷 7 の光出力の調節可能な範囲が狭くなり、見かけ上、調光レベルの選択可能な範囲が狭められることになる。そのため、ユーザによって操作される操作部は、例えば可変抵抗器のように可動範囲の上限及び下限が存在する構成よりも、例えばロータリエンコーダのように、可動範囲の上限及び下限が存在しない構成であることが好ましい。この場合、ユーザは調光レベルの上限及び下限を意識することなく操作部を操作することになるので、見かけ上、調光レベルの選択可能な範囲が狭められても違和感が生じにくい。

【 0 0 8 0 】

20

また、スイッチ駆動部 9 は、調光装置 1 に必須の構成ではなく、適宜省略されていてもよい。スイッチ駆動部 9 が省略される場合、制御部 6 が直接的に双方向スイッチ 2 を駆動する。スイッチ駆動部 9 が省略される場合には、駆動電源部 5 2 が省略される。

【 0 0 8 1 】

また、双方向スイッチ 2 を構成する 2 個のスイッチ素子 Q 1 , Q 2 の各々は、エンハンスメント形の n チャネル M O S F E T に限らず、例えば I G B T (Insulated Gate Bipolar Transistor) などであってもよい。さらに、双方向スイッチ 2 において、一方向オン状態を実現するための整流素子 (ダイオード) は、スイッチ素子 Q 1 , Q 2 の寄生ダイオードに限らず、変形例 1 のように外付けのダイオードであってもよい。ダイオードは、スイッチ素子 Q 1 , Q 2 の各々と同一パッケージに内蔵されていてもよい。

30

【 0 0 8 2 】

また、第 1 時点 t_1 は、第 1 検出信号 Z C 1 又は第 2 検出信号 Z C 2 の発生時点に限らず、第 1 検出信号 Z C 1 又は第 2 検出信号 Z C 2 の発生時点から一定の遅延時間 (例えば 3 0 0 [μ s]) が経過した時点であってもよい。遅延時間は 3 0 0 [μ s] に限らず、0 [μ s] ~ 5 0 0 [μ s] の範囲で適宜設定される。

【 0 0 8 3 】

また、第 3 時点 t_3 は半周期の終点 (ゼロクロス点) t_4 の手前にあればよく、第 3 時点 t_3 から半周期の終点 t_4 までの長さは適宜設定可能である。例えば、第 1 時点 t_1 から第 3 時点 t_3 までの時間長さが、半周期よりも一定の規定時間だけ短い場合、規定時間は 3 0 0 [μ s] に限らず、1 0 0 [μ s] ~ 5 0 0 [μ s] の範囲で適宜設定される。

40

【 0 0 8 4 】

図 4 に、電源部 5 での制御電源の生成を停止させるための構成を例示する。図 4 の例では、駆動電源部 5 2 は、ツェナダイオード Z D 1 及びトランジスタ Q 1 0 を含む定電圧回路を構成する。図 4 においては、駆動電源部 5 2 は、ツェナダイオード Z D 1 と、トランジスタ Q 1 0 と、第 1 の抵抗 R 1 と、第 2 の抵抗 R 2 と、ダイオード D 5 と、を有している。この駆動電源部 5 2 は、第 3 の抵抗 R 3 と、第 4 の抵抗 R 4 と、第 3 のスイッチ素子 Q 1 1 と、第 4 のスイッチ素子 Q 1 2 と、をさらに有している。なお、図 4 においては、図 1 とは左右が反転されており、駆動電源部 5 2 が制御電源部 5 1 の左方に位置している。

【 0 0 8 5 】

50

具体的には、電源入力端子（一对のダイオードD1、D2の接続点）とグラウンドとの間において、抵抗R1、トランジスタQ10、抵抗R3、ダイオードD5、及びコンデンサC2が、電氣的に直列に接続されている。抵抗R2及びツェナダイオードZD1は、電源入力端子とグラウンドとの間において、電氣的に直列に接続されている。トランジスタQ10及びスイッチ素子Q12の各々は、一例として、エンハンスメント形のnチャンネルMOSFETからなる。スイッチ素子Q11は、一例として、npn形のバイポーラトランジスタからなる。

【0086】

トランジスタQ10のゲートは、ツェナダイオードZD1のカソードに電氣的に接続されている。ツェナダイオードZD1のアノードはグラウンドに電氣的に接続されている。スイッチ素子Q11は、トランジスタQ10のソースとゲートとの間に電氣的に接続されている。スイッチ素子Q11のエミッタは、抵抗R3を介してトランジスタQ10のソースに電氣的に接続されている。スイッチ素子Q11のベースは、抵抗R4を介してトランジスタQ10のソースに電氣的に接続されている。スイッチ素子Q12は、トランジスタQ10のゲートとグラウンドとの間に電氣的に接続されている。スイッチ素子Q12のゲートは、制御部6に電氣的に接続されている。スイッチ素子Q12は、制御部6からの遮断信号Ss1を受けてオン/オフする。

10

【0087】

上記構成により、制御部6からの遮断信号Ss1が「OFF」信号である間、駆動電源部52は、交流電源8からの電力供給を受けて、ツェナダイオードZD1のツェナ電圧（降伏電圧）に基づく定電圧にて、コンデンサC2を充電する。トランジスタQ10のゲートとグラウンドとの間の電圧は、ツェナダイオードZD1のツェナ電圧にクランプされる。ここで、トランジスタQ10を流れる電流（ドレイン電流）が規定値以上になると、抵抗R3の両端電圧にてスイッチ素子Q11がオンし、これによりトランジスタQ10がオフになる。このとき、コンデンサC2の充電経路が遮断され、電源部5での制御電源の生成が停止する。

20

【0088】

一方、制御部6からの遮断信号Ss1が「ON」信号になると、スイッチ素子Q12がオンし、これによりトランジスタQ10がオフになる。このとき、コンデンサC2の充電経路が遮断され、電源部5での制御電源の生成が停止する。つまり、図4の例では、遮断信号Ss1が「ON」信号である間、停止部（駆動電源部52）は、制御電源の出力を停止させる。

30

【0089】

なお、実施形態1でのダイオードD1、D2は調光装置1に必須の構成ではなく、ダイオードD1、D2は適宜省略されていてもよい。

【0090】

また、オン時間及び下限値等の2値間の比較において、「以上」としているところは、2値が等しい場合、及び2値の一方が他方を超えている場合との両方を含む。ただし、これに限らず、ここでいう「以上」は、2値の一方が他方を超えている場合のみを含む「より大きい」と同義であってもよい。つまり、2値が等しい場合を含むか否かは、下限値等の設定次第で任意に変更できるので、「以上」か「より大きい」かに技術上の差異はない。同様に、「未満」においても「以下」と同義であってもよい。

40

【0091】

（実施形態2）

本実施形態の調光装置1Bは、図5及び図6に示すように、制御部6Bが、1回のゼロクロス点の検出信号に基づいて、半周期以上先の交流電圧Vacのゼロクロス点を推定するように構成されている点で、実施形態1の調光装置1と相違する。調光装置1Bの回路構成は、実施形態1の調光装置1と同じである。以下、実施形態1と同様の構成については共通の符号を付して適宜説明を省略する。

【0092】

50

位相検出部 3 は、交流電圧 V_{ac} のゼロクロス点を検出すると検出信号を補正部 6 1 B 及び制御部 6 B に出力するように構成されている。本実施形態の補正部 6 1 B 及び記憶部 6 2 B は、実施形態 1 の補正部 6 1 及び記憶部 6 2 にそれぞれ相当する。

【 0 0 9 3 】

本実施形態では、制御部 6 B は、交流電圧 V_{ac} の周波数に基づいて、位相検出部 3 から検出信号を受ける度に、交流電圧 V_{ac} の半周期以上先のゼロクロス点を仮想ゼロクロス点として推定し、仮想ゼロクロス点のタイミングで仮想信号を発生する。具体的には、図 6 に示すように、制御部 6 B は、第 1 検出信号 $ZC1$ を受けた時点から交流電圧 V_{ac} の 1 周期に相当する待機時間 T_{zc} が経過した時点で、第 1 仮想信号 $Si1$ を発生する。同様に、制御部 6 B は、第 2 検出信号 $ZC2$ を受けた時点から交流電圧 V_{ac} の 1 周期に相当する待機時間 T_{zc} が経過した時点で、第 2 仮想信号 $Si2$ を発生する。図 6 では、図 2 と同様の交流電圧 V_{ac} 、第 1 検出信号 $ZC1$ 、第 2 検出信号 $ZC2$ 、第 1 制御信号 $Sb1$ 、及び第 2 制御信号 $Sb2$ に加え、第 1 仮想信号 $Si1$ 及び第 2 仮想信号 $Si2$ を示している。

10

【 0 0 9 4 】

ここで、次の第 1 検出信号 $ZC1$ より先に、第 1 仮想信号 $Si1$ が発生しないよう、待機時間 T_{zc} は、交流電圧 V_{ac} の 1 周期よりやや長く設定されている。また、次の第 2 検出信号 $ZC2$ より先に、第 2 仮想信号 $Si2$ が発生しないよう、待機時間 T_{zc} は、交流電圧 V_{ac} の 1 周期よりやや長く設定されている。

【 0 0 9 5 】

20

そして、制御部 6 B は、第 1 検出信号 $ZC1$ と第 1 仮想信号 $Si1$ との論理和を、双方向スイッチ 2 の制御のタイミングを決定するトリガ信号とする。同様に、制御部 6 B は、第 2 検出信号 $ZC2$ と第 2 仮想信号 $Si2$ との論理和を、双方向スイッチ 2 の制御のタイミングを決定するトリガ信号とする。したがって、位相検出部 3 がゼロクロス点を検出し損ねた場合でも、制御部 6 B は、位相検出部 3 からの検出信号の代わりに仮想ゼロクロス点で発生させた仮想信号をトリガ信号にして、双方向スイッチ 2 の制御のタイミングを決定することができる。

【 0 0 9 6 】

また、本実施形態では、補正部 6 1 B は、位相検出部 3 で検出されたゼロクロス点と制御部 6 B で推定されたゼロクロス点（仮想ゼロクロス点）との両方に基づいて、交流電圧 V_{ac} のゼロクロス点が定期的に検出されているか否かを判定する。すなわち、補正部 6 1 B は、位相検出部 3 からの検出信号と制御部 6 B からの仮想信号との少なくとも一方が定期的に入力されることを判定条件とし、検出信号と仮想信号とのいずれも定期的に入力されていなければ対象波形に異常があると判定する。これにより、検出信号と仮想信号とのいずれか一方でも発生していれば、補正部 6 1 B では、ゼロクロス点が検出されたと判定される。したがって、図 6 に示すように、位相検出部 3 がゼロクロス点を検出し損ねたとしても、補正部 6 1 B では、直ちに対象波形の異常と判定されることがなく、オン時間の上限値は「 T_{on1} 」のままとなる。

30

【 0 0 9 7 】

なお、制御部 6 B は、1 回のゼロクロス点の検出信号に対して仮想ゼロクロス点を 2 回以上推定する構成であってもよい。この場合、制御部 6 B は、検出信号を受けた時点から待機時間 T_{zc} が経過する度に、仮想信号を発生させる。

40

【 0 0 9 8 】

また、仮想信号を発生させる待機時間 T_{zc} は、交流電圧 V_{ac} の半周期を基準にして設定されればよく、1 周期の他、半周期、半周期の 3 倍（つまり 1.5 周期）、半周期の 4 倍（つまり 2 周期）以上を基準に設定されてもよい。待機時間 T_{zc} が半周期の奇数倍を基準に設定される場合、制御部 6 B は、第 1 検出信号 $ZC1$ に基づいて待機時間 T_{zc} が経過した時点で、第 2 仮想信号 $Si2$ を発生させる。また、この場合、制御部 6 B は、第 2 検出信号 $ZC2$ に基づいて待機時間 T_{zc} が経過した時点で、第 1 仮想信号 $Si1$ を発生させる。したがって、制御部 6 B は、第 1 検出信号 $ZC1$ 及び第 2 検出信号 Z

50

C 2 のいずれか一方のみから、第 1 仮想信号 S_{i1} 及び第 2 仮想信号 S_{i2} を発生させる構成とすることもできる。

【 0 0 9 9 】

本実施形態の調光装置 1 B によれば、交流電圧 V_{ac} のゼロクロス点を検出すると検出信号を補正部 6 1 B 及び制御部 6 B に出力する位相検出部 3 を、備えている。制御部 6 B は、1 回の検出信号に基づいて、半周期以上先の交流電圧 V_{ac} のゼロクロス点を推定し、仮想ゼロクロス点で仮想信号を発生する。さらに、補正部 6 1 B は、検出信号と仮想信号との少なくとも一方が定期的に入力されることを判定条件とし、検出信号と仮想信号とのいずれも定期的に入力されていなければ対象波形に異常があると判定するように構成されている。したがって、偶発的なノイズ等の影響で位相検出部 3 にてゼロクロス点を検出できない場合や、瞬間的な交流電圧 V_{ac} の低下などでゼロクロス点のずれが発生した場合でも、制御部 6 B は、交流電圧 V_{ac} の周期に同期して安定した逆位相制御を行う。しかも、位相検出部 3 がゼロクロス点を検出し損ねたとしても、補正部 6 1 B では、直ちに対象波形の異常と判定されることがなく、規定範囲が頻繁に補正されることを抑制可能となる。

10

【 0 1 0 0 】

その他の構成及び機能は実施形態 1 と同様である。なお、本実施形態の構成は、実施形態 1 (変形例を含む) で説明した各構成と組み合わせで適用可能である。

【 0 1 0 1 】

(その他の実施形態)

20

上述の実施形態 1 (変形例を含む) 及び実施形態 2 では、交流電圧 V_{ac} の半周期の始点 (ゼロクロス点) t_0 の前 (第三の期間 T_3 、第四の期間 T_4) において、交流電源 8 から電源部 5 への電力供給を確保しているが、これに限られない。

【 0 1 0 2 】

交流電圧 V_{ac} の半周期の始点 (ゼロクロス点) t_0 の後 (第一の期間 T_1) にも、一定時間の間、交流電源 8 から電源部 5 への電力供給を確保してもよい。また、交流電圧 V_{ac} の半周期の始点 (ゼロクロス点) t_0 の前後 (第一の期間 T_1 、第三の期間 T_3 、第四の期間 T_4) において、一定時間の間、交流電源 8 から電源部 5 への電力供給を確保してもよい。この場合においても、交流電源 8 から電源部 5 への電力供給の確保を優先して第一の期間 T_1 、第三の期間 T_3 、又は第四の期間 T_4 が設定されるため、入力部 4 に入力された調光レベルに応じて負荷 7 へ電力を供給する第二の期間 T_2 が設定されない場合がある。例えば、ユーザが操作部を負荷 7 の光出力を最大にするように操作する場合である。

30

【 0 1 0 3 】

上記一定時間を、交流電源 8 から電源部 5 への電力供給を十分に行えるように設定することで、電流波形歪みを抑制しつつ、制御部 6 を安定動作させることができる。

【符号の説明】

【 0 1 0 4 】

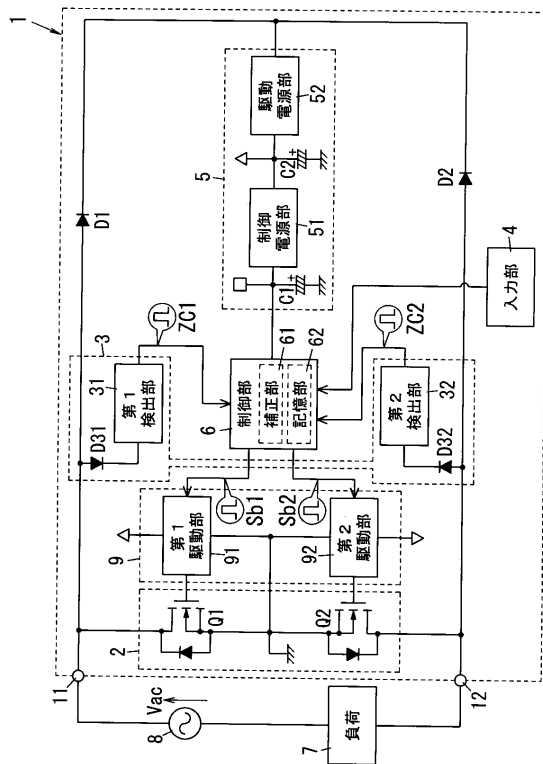
- 1, 1 A, 1 B 調光装置
- 2, 2 A 双方向スイッチ
- 3 位相検出部
- 4 入力部
- 6, 6 B 制御部
- 7 負荷 (照明負荷)
- 8 交流電源
- 1 1 入力端子
- 1 2 入力端子
- 6 1, 6 1 B 補正部
- 6 2, 6 2 B 記憶部
- S_{i1} 第 1 仮想信号

40

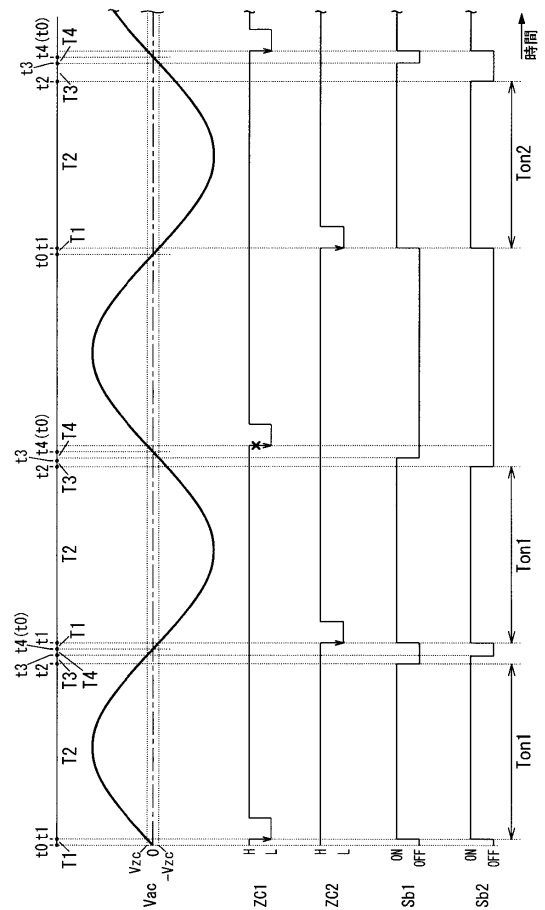
50

- S i 2 第2 仮想信号
- t 0 半周期の始点 (ゼロクロス点)
- t 4 半周期の終点 (ゼロクロス点)
- V a c 交流電圧
- Z C 1 第1 検出信号
- Z C 2 第2 検出信号

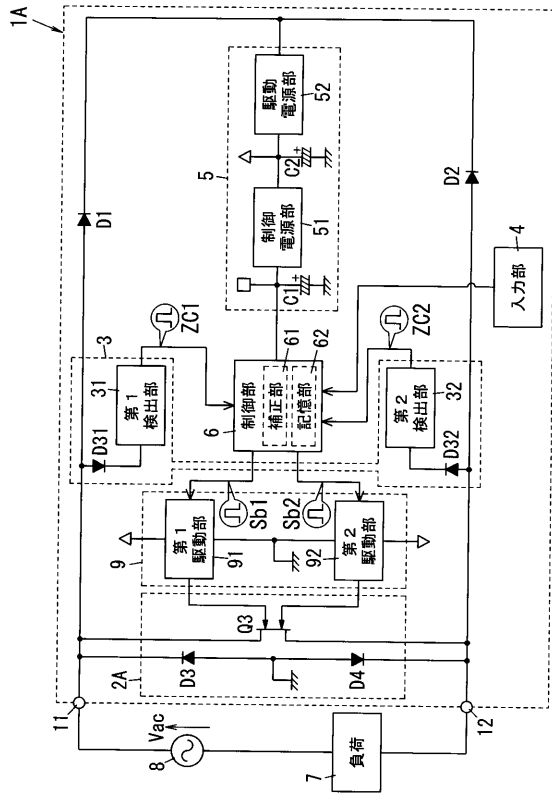
【 図 1 】



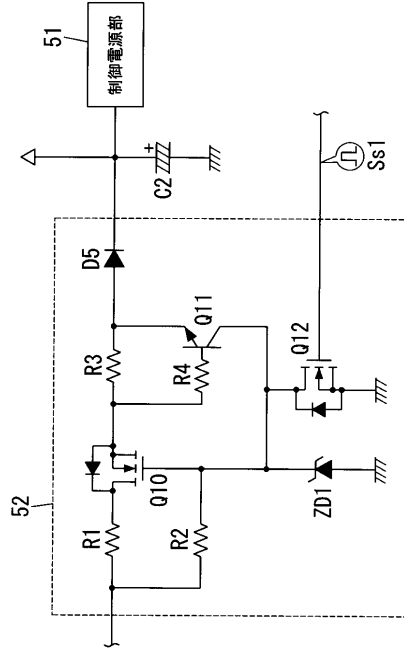
【 図 2 】



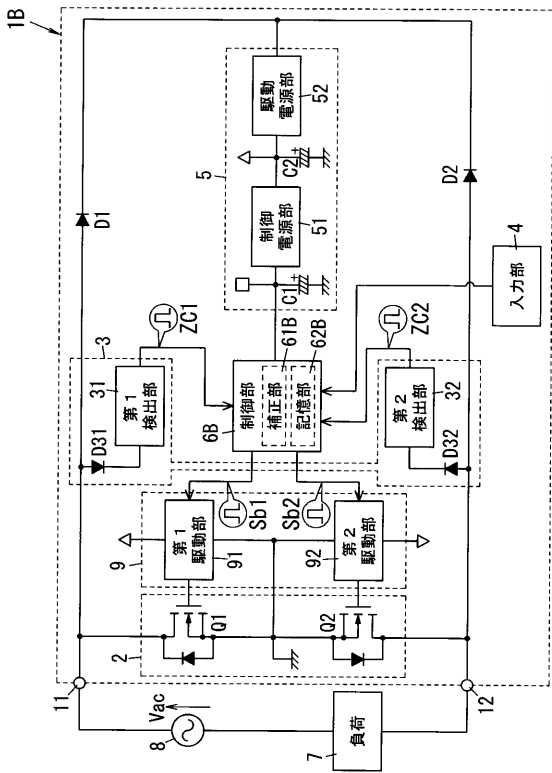
【図3】



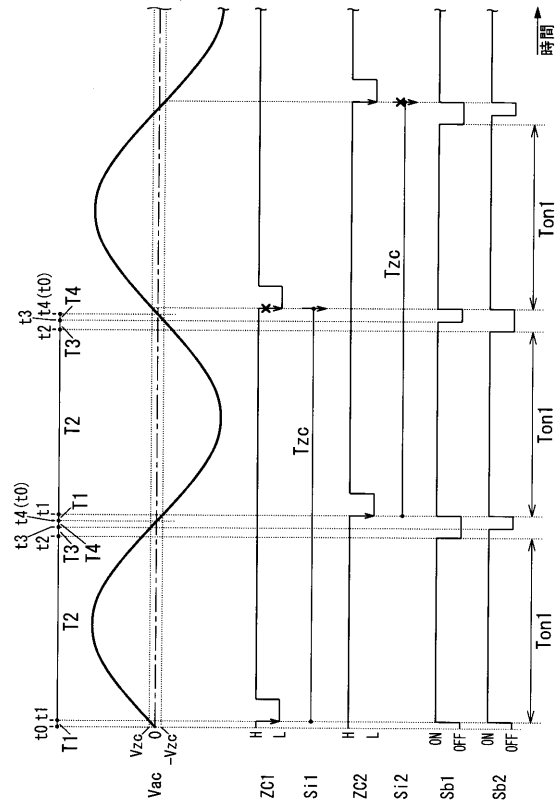
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 後藤 潔
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 三宅 智裕
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 新倉 栄一郎
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 宮本 賢吾
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 特開平11-185979(JP, A)
国際公開第2014/092998(WO, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 37/02