

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5935063号
(P5935063)

(45) 発行日 平成28年6月15日(2016.6.15)

(24) 登録日 平成28年5月20日(2016.5.20)

(51) Int.Cl.

H05B 37/02 (2006.01)

F 1

H05B 37/02

L

請求項の数 49 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2012-532598 (P2012-532598)
 (86) (22) 出願日 平成22年10月7日 (2010.10.7)
 (65) 公表番号 特表2013-507729 (P2013-507729A)
 (43) 公表日 平成25年3月4日 (2013.3.4)
 (86) 國際出願番号 PCT/EP2010/065036
 (87) 國際公開番号 WO2011/042510
 (87) 國際公開日 平成23年4月14日 (2011.4.14)
 審査請求日 平成25年10月1日 (2013.10.1)
 (31) 優先権主張番号 61/249,483
 (32) 優先日 平成21年10月7日 (2009.10.7)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 516043960
 フィリップス ライティング ホールディング ピー ヴィ
 オランダ国 5 6 5 6 アーエー アイン
 トホーフェン ハイ テク キャンパス
 4 5
 (74) 代理人 100163821
 弁理士 柴田 沙希子
 (72) 発明者 フェルトマン、アンドレ
 オランダ国、エヌエルー 1 4 0 1 ピーダ
 ブリュ・クレムボルク、マルクト 4 9

審査官 田中 友章

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】調光可能照明システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

負荷に接続されたトライアックを有する調光器回路と協働するための照明システムであつて、

前記照明システムは前記負荷を有し、

前記負荷は、1つ以上のLEDを有する光源に電流を供給する駆動回路を有し、

前記電流は、調整されたセットポイント値によって少なくとも一部が決定され、

前記照明システムは、前記調光器回路のセッティングによって少なくとも一部が決定された調光器セットポイント値を得て、調整されたセットポイント値を生成するセットポイントフィルタ回路をさらに有し、

前記調光器セットポイント値の変更に対する前記調整されたセットポイント値の感度は、前記調光器セットポイント値の低値においては前記調光器セットポイント値の高値における感度に対して低く、前記調整されたセットポイント値は、区切り点まで一定の値に留まっている、照明システム。

【請求項 2】

前記セットポイントフィルタ回路は、前記調光器セットポイント値の低値の低い割合および前記調光器セットポイント値の高値の高い割合で、前記調整されたセットポイントを増加させるように構成される、請求項1の照明システム。

【請求項 3】

前記調光器セットポイント値の変更に応じた前記調整されたセットポイント値の変化は

10

20

、指数関数的な応答を近似している、請求項 2 の照明システム。

【請求項 4】

前記セットポイントフィルタ回路は、前記調光器セットポイント値の全範囲未満の前記調整されたセットポイント値の全範囲を生成する、前の請求項のうちのいずれか 1 つの照明システム。

【請求項 5】

前記セットポイントフィルタ回路は、0 より大きい最小値を有する調整されたセットポイント値を生成する、前の請求項のうちのいずれか 1 つの照明システム。

【請求項 6】

前記セットポイントフィルタ回路は、前記調光器セットポイント値の範囲の第 1 の部分中に第 1 の一定の値を有し、前記第 1 の部分よりも高い前記調光器セットポイント値の範囲の第 2 の部分中に低い割合で増加し、前記第 2 の部分におけるよりも高い前記調光器セットポイント値の範囲の第 3 の部分中に高い割合で増加し、前記第 3 の部分よりも高い前記調光器セットポイント値の範囲の第 4 の部分中に第 2 の一定の値を有する、前記調整されたセットポイントを生成するように構成される、前の請求項のうちのいずれか 1 つの照明システム。

10

【請求項 7】

前記セットポイントフィルタ回路は、受信された調光器セットポイント値のフィルタのための第 2 または高位のロウパスフィルタを含む、前の請求項のうちのいずれか 1 つの照明システム。

20

【請求項 8】

前記セットポイントフィルタ回路は、中間セットポイント値を生成する差動増幅器を有し、

それは、前記調整されたセットポイント値を生成するようにトランジスタを制御する、前の請求項のうちのいずれか 1 つの照明システム。

【請求項 9】

前記駆動回路は、電圧制御回路と電流制御回路とを有し、

前記電圧制御回路は、電圧セットポイントにしたがって前記駆動回路の出力での電圧を制御し、

前記電流制御回路は、電流セットポイントにしたがって前記電圧セットポイントを修正する、前の請求項のうちのいずれか 1 つの照明システム。

30

【請求項 10】

前記電流制御回路は、所定範囲内で動作し、

前記電圧セットポイントは、前記電流制御回路がその動作範囲の境界にある場合に、境界値で維持されている、請求項 9 の照明システム。

【請求項 11】

前記セットポイントフィルタ回路は、前記調光器回路の出力端子での電圧から前記調光器セットポイント値を得る、前の請求項のうちのいずれか 1 つの照明システム。

【請求項 12】

前記セットポイントフィルタ回路は、前記調光器トライアックの始動角度から前記調光器セットポイント値を導く、請求項 1 ~ 9 のうちのいずれか 1 つの照明システム。

40

【請求項 13】

前記セットポイントフィルタ回路は、ゼロ交差点の後に前記トライアックの最初のトリガと電源電圧のゼロ交差との間の時間遅延から前記調光器セットポイント値を導く、請求項 12 の照明システム。

【請求項 14】

前記調光器トライアックのトリガのための調光器トリガ回路をさらに有し、

前記調光器セットポイント値は、前記調光器トリガ回路を流れる電流の 1 つ以上の立ち上がりエッジおよび / または立ち下がりエッジの発生時間、または、前記立ち上がりエッジおよび前記立ち下がりエッジに関連した電圧によって、少なくとも一部が決定される、

50

請求項 1 2 または 1 3 の照明システム。

【請求項 1 5】

前記調光器セットポイント値は、前記調光器トリガ回路を流れる電流の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジとの間の時間遅延、または、前記立ち上がりエッジおよび前記立ち下がりエッジに関連した電圧によって、少なくとも一部が決定される、請求項 1 4 の照明システム。

【請求項 1 6】

前記調光器トライアックがオンの場合の前記調光器回路による電流は、前記調光器トライアックの保持電流未満である、前の請求項のうちのいずれか 1 つの照明システム。

【請求項 1 7】

前記調光器トライアックのトリガための調光器トリガ回路をさらに有し、
前記調光器トリガ回路は、

前記調光器トリガ回路の入力電圧が閾値未満か否かを検知するための電圧レベル検出器と、

前記電圧レベル検出器によって検知された電圧が前記閾値未満である場合に電流を供給し、そうでなければ非活性化されるバイポーラ電流源回路と、

を有する、前の請求項のうちのいずれか 1 つの照明システム。

【請求項 1 8】

前記調光器トリガ回路による最大電流は、前記調光器トライアックの保持電流未満である、請求項 1 7 の照明システム。

【請求項 1 9】

前記調光器トライアックがオンの場合、前記調光器トリガ回路による電流は、前記トライアックの保持電流未満である、請求項 1 7 または 1 8 の照明システム。

【請求項 2 0】

前記調光器トライアックがオフである場合、前記調光器トリガ回路による電流は、前記トライアックの保持電流未満である、請求項 1 7 ~ 1 9 のうちのいずれか 1 つの照明システム。

【請求項 2 1】

前記調光器トリガ回路は、動作で、100 mW 未満の平均電力を消費する、請求項 1 7 ~ 2 0 のうちのいずれか 1 つの照明システム。

【請求項 2 2】

トライアック調光器回路と、
1 つ以上の LED を有する光源と、

1 つ以上の LED に電流を供給する駆動回路と、
を有する照明システムで使用されるセットポイントフィルタ回路であって、

前記電流は、調整されたセットポイント値によって少なくとも一部が決定され、
前記セットポイントフィルタ回路は、

前記調光器回路のセッティングによって少なくとも一部が決定された調光器セットポイント値を得る入力回路と、

調整されたセットポイント値を生成する調整回路と、
を有し、

前記調光器セットポイント値の変更に対する前記調整されたセットポイント値の感度は、前記調光器セットポイント値の低値においては前記調光器セットポイント値の高値における感度に対して低く、前記調整されたセットポイント値は、区切り点まで一定の値に留まっている、セットポイントフィルタ回路。

【請求項 2 3】

前記調整されたセットポイントは、前記調光器セットポイント値の低値の低い割合および前記調光器セットポイント値の高値の高い割合で増加する、請求項 2 2 のセットポイントフィルタ回路。

【請求項 2 4】

10

20

30

40

50

前記調光器セットポイント値の変更に応じた前記調整されたセットポイント値の変化は、指數関数的な応答を近似している、請求項 2 2 または 2 3 のセットポイントフィルタ回路。

【請求項 2 5】

前記調整回路は、前記調光器セットポイント値の全範囲未満の前記調整されたセットポイント値の全範囲を生成する、請求項 2 2 ~ 2 4 のうちのいずれか 1 つのセットポイントフィルタ回路。

【請求項 2 6】

前記調整回路は、0 より大きい最小値を有する調整されたセットポイント値を生成する、請求項 2 2 ~ 2 5 のうちのいずれか 1 つのセットポイントフィルタ回路。

10

【請求項 2 7】

前記入力回路は、受信された調光器セットポイント値のフィルタのための第 2 または高位のロウパスフィルタを含む、請求項 2 2 ~ 2 6 のうちのいずれか 1 つのセットポイントフィルタ回路。

【請求項 2 8】

前記調整回路は、中間セットポイント値を生成する差動増幅器を有し、

それは、前記調整されたセットポイント値を生成するようにトランジスタを制御する、請求項 2 2 ~ 2 7 のうちのいずれか 1 つのセットポイントフィルタ回路。

【請求項 2 9】

前記調光器セットポイント値は、前記調光器回路の出力端子での電圧から得る、請求項 2 2 ~ 2 8 のうちのいずれか 1 つのセットポイントフィルタ回路。

20

【請求項 3 0】

前記調光器セットポイント値は、前記調光器トライアックの始動角度から導く、請求項 2 2 ~ 2 8 のうちのいずれか 1 つのセットポイントフィルタ回路。

【請求項 3 1】

前記調光器セットポイント値は、ゼロ交差点の後に前記トライアックの最初のトリガと電源電圧のゼロ交差との間の時間遅延から導く、請求項 3 0 のセットポイントフィルタ回路。

【請求項 3 2】

トライアックを有する調光器回路と協働するための照明システムであって、

30

前記照明システムは、

1 つ以上の LED を有する光源と、

前記調光器トライアックのトリガのための調光器トリガ回路と、1 つ以上の LED に電流を供給する駆動回路とを有する負荷と、

を有し、

前記駆動回路によって供給された前記電流は、調整されたセットポイント値によって少なくとも一部が決定され、

前記照明システムは、前記調光器トライアックの始動角度から少なくとも一部が導かれる調光器セットポイント値を得て、調整されたセットポイント値を生成するセットポイントフィルタ回路をさらに有し、

40

前記調光器セットポイント値の変更に対する前記調整されたセットポイント値の感度は、前記調光器セットポイント値の低値においては前記調光器セットポイント値の高値における感度に対して低く、前記調整されたセットポイント値は、区切り点まで一定の値に留まっている、照明システム。

【請求項 3 3】

前記駆動回路は、ゼロ交差点の後に前記トライアックの最初のトリガと電源電圧のゼロ交差との間の時間遅延から前記調光器セットポイント値を導く、請求項 3 2 の照明システム。

【請求項 3 4】

前記調光器セットポイント値は、前記調光器トリガ回路を流れる電流の 1 つ以上の立ち

50

上がりエッジおよび／または立ち下がりエッジの発生時間、または、前記立ち上がりエッジおよび前記立ち下がりエッジに関連した電圧によって、少なくとも一部が決定される、請求項32または33の照明システム。

【請求項35】

前記調光器セットポイント値は、前記調光器トリガ回路を流れる電流の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジとの間の時間遅延、または、前記立ち上がりエッジおよび前記立ち下がりエッジに関連した電圧によって、少なくとも一部が決定される、請求項34の照明システム。

【請求項36】

前記駆動回路は、電圧制御回路と電流制御回路とを有し、

10

前記電圧制御回路は、電圧セットポイントにしたがって前記駆動回路の出力での電圧を制御し、

前記電流制御回路は、電流セットポイントにしたがって前記電圧セットポイントを修正する、請求項32～35のうちのいずれか1つの照明システム。

【請求項37】

前記電流制御回路は、所定範囲内で動作し、

前記電圧セットポイントは、前記電流制御回路がその動作範囲の境界にある場合に、境界値で維持されている、請求項36の照明システム。

【請求項38】

前記調光器トライアックがオンの場合の前記調光器回路による電流は、前記調光器トライアックの保持電流未満である、請求項32～37のうちのいずれか1つの照明システム。

20

【請求項39】

前記調光器トリガ回路は、

前記調光器トリガ回路の入力電圧が閾値未満か否かを検知する電圧レベル検出器と、

前記電圧レベル検出器によって検知された電圧が前記閾値未満である場合に電流を供給し、そうでなければ非活性化されるバイポーラ電流源回路と、

を有する、請求項32～38のうちのいずれか1つの照明システム。

【請求項40】

前記調光器トリガ回路による最大電流は、前記調光器トライアックの保持電流未満である、請求項32～39のうちのいずれか1つの照明システム。

30

【請求項41】

前記調光器トライアックがオンの場合、前記調光器トリガ回路による電流は、前記トライアックの保持電流未満である、請求項32～40のうちのいずれか1つの照明システム。

【請求項42】

前記調光器トライアックがオフの場合、前記調光器トリガ回路による電流は、前記トライアックの保持電流未満である、請求項32～41のうちのいずれか1つの照明システム。

【請求項43】

前記調光器トリガ回路は、動作で、100mW未満の平均電力を消費する、請求項32～42のうちのいずれか1つの照明システム。

40

【請求項44】

前記セットポイントフィルタ回路は、前記調光器セットポイント値の低値の低い割合および前記調光器セットポイント値の高値の高い割合で、前記調整されたセットポイントを増加させるように構成される、請求項32乃至43の照明システム。

【請求項45】

前記調光器セットポイント値の変更に応じた前記調整されたセットポイント値の変化は、指數関数的な応答を近似している、請求項32乃至44の照明システム。

【請求項46】

50

前記セットポイントフィルタ回路は、前記調光器セットポイント値の全範囲未満の前記調整されたセットポイント値の全範囲を生成する、請求項32乃至45のうちのいずれか1つの照明システム。

【請求項47】

前記セットポイントフィルタ回路は、0より大きい最小値を有する調整されたセットポイント値を生成する、請求項32乃至46のうちのいずれか1つの照明システム。

【請求項48】

前記セットポイントフィルタ回路は、前記調光器セットポイント値の範囲の第1の部分中に第1の一定の値を有し、前記第1の部分よりも高い前記調光器セットポイント値の範囲の第2の部分中に低い割合で増加し、前記第2の部分におけるよりも高い前記調光器セットポイント値の範囲の第3の部分中に高い割合で増加し、前記第3の部分よりも高い前記調光器セットポイント値の範囲の第4の部分中に第2の一定の値を有する、前記調整されたセットポイントを生成するように構成される、請求項32乃至47のうちのいずれか1つの照明システム。

【請求項49】

トライアックを有する調光器回路と協働するための照明システムであって、

前記照明システムは、

1つ以上のLEDを有する光源と、

前記調光器トライアックのトリガのための調光器トリガ回路と、1つ以上のLEDに電流を供給する駆動回路とを有する負荷と、

を有し、

前記駆動回路は、パワーファクタ補正回路を有し、

前記駆動回路によって供給された前記電流は、調整されたセットポイント値によって少なくとも一部が決定され、

前記照明システムは、前記調光器トライアックの始動角度から少なくとも一部が導かれる調光器セットポイント値を得て、調整されたセットポイント値を生成するセットポイントフィルタ回路をさらに有し、

前記調光器セットポイント値の変更に対する前記調整されたセットポイント値の感度は、前記調光器セットポイント値の低値においては前記調光器セットポイント値の高値における感度に対して低く、前記調整されたセットポイント値は、区切り点まで一定の値に留まっている、照明システム。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

【発明の技術分野】

本発明は、例えば、LEDに基づいた光源のような、低い負荷のアプリケーション用の調光器トリガ回路(dimmer triggering circuit)に関する。本発明は、さらに、そのような調光器トリガ回路を含む調光器システム(dimmer system)に関する。

【0002】

【関連技術の説明】

一般に、位相制御された調光器は、さらにトライアックと呼ばれる交流用の三極管(triode)を有する。トライアックは、トリガされる、つまり、ターンオンする場合、どちらの方向にも電流を流すことができる双方向スイッチである。正または負電圧がゲート電極に印加されることによって、つまり、小電流がそのゲートに適用される場合、それはトリガされることができる。この電流は、短期間、つまり、マイクロ秒程度、供給される必要があるだけである。言いかえれば、トライアックは、トリガされるまたは「始動される(fired)」必要がある。一旦トリガされたならば、当該デバイスは、自身を通る電流が交流(AC)主電源の半サイクルの終わり(ゼロ交差とも称される)のような、ある閾値未満に降下するまで、伝導し続ける。その結果、その後、トライアックは「ターンオフする」。

10

20

30

40

50

【0003】

これらの調光器は、比較的高い電流を流す白熱電球を調光するのに良好に働く。これらの調光器が、発光ダイオード（LED）に基づいた光源のような、より小さな負荷と共に使用される場合、様々な問題に遭遇する。従来のトライアック調光器が電球と使用されるために設置されている状況において、標準の白熱電球をLEDレトロフィット電球に取り替える場合、これは特に問題である。

【0004】

LED光源は、必要に応じて調光器中のトライアックがターンオンすることを許可するのに十分な電流を流さない可能性があり、結果として、光を調光できないまたは調光器の不安定な動作にする。調光器の小さな抵抗負荷は、正確でない調光動作に帰着して、トライアックの多重始動（multiple firings）によって引き起こされた調光器出力における電圧の振動を引き起こすかもしれない。低い調光器セッティングでは、LED駆動回路は、LED光源からの光の短いフラッシュを起こし、トグルオン、オフをするかもしれない。さらに、人間の目は、全体的に対数曲線に従って光度を感知するのに対し、LEDは殆ど線形性の応答を有し、放射される光の強度は、LEDを流れる電流にほぼ比例している。従来の調光器で動作した場合、LED光源は、滑らかに暗くなるように見えないだろう。また、感知された光度における変化は、調光器のノブ位置に直接関係がない。電源電圧における小さな変化は、結果として、LED光源によって放射された光の目立つちらつき（visible flickering）になるかもしれない。

【発明の概要】

10

【0005】

20

本発明は、種々の実施形態によってこれらの問題について様々な解決を図ろうとする。ある態様によれば、本発明は、負荷に接続されたトライアックを有する調光器回路と協働するための照明システムに関する。負荷は、1つ以上のLEDを有する光源に電流を供給する駆動回路を有する。電流は、調整されたセットポイント値によって少なくとも一部が決定されている。システムは、調光器回路のセッティングによって少なくとも一部が決定された調光器セットポイント値を得て、調整されたセットポイント値を生成するセットポイントフィルタ回路をさらに有する。調光器セットポイント値の変更に対する調整されたセットポイント値の感度は、調光器セットポイント値の低値で低い。

【0006】

30

セットポイントフィルタ回路は、調光器セットポイント値の低値の低い割合および調光器セットポイント値の高値の高い割合で、調整されたセットポイントを増加させるように構成されてもよい。調光器セットポイント値の変更に応じた調整されたセットポイント値の変化は、望ましくは、指數関数的な応答を近似している。セットポイントフィルタ回路は、望ましくは、調光器セットポイント値の全範囲未満の調整されたセットポイント値の全範囲を生成し、望ましくは、0より大きい最小値を有する調整されたセットポイント値を生成する。

【0007】

セットポイントフィルタ回路は、調光器セットポイント値の範囲の第1の部分中に第1の実質的に一定の値を有し、調光器セットポイント値の範囲の第2の部分中に低い割合で増加し、調光器セットポイント値の範囲の第3の部分中に高い割合で増加し、調光器セットポイント値の範囲の第4の部分中に第2の実質的に一定の値を有する、調整されたセットポイントを生成するように構成されてもよい。

40

【0008】

セットポイントフィルタ回路は、受信された調光器セットポイント値のフィルタのための第2または高位のロウパスフィルタをさらに含んでいてもよい。セットポイントフィルタ回路は、中間セットポイント値を生成する差動増幅器を含んでいてもよい。それは、調整されたセットポイント値を生成するようにトランジスタを制御する。

【0009】

駆動回路は、電圧制御回路と電流制御回路で設計されてもよい。電圧制御回路は、電圧

50

セットポイントにしたがって駆動回路の出力での電圧を制御する。電流制御回路は、電流セットポイントにしたがって電圧セットポイントを修正する。電流制御回路は、所定範囲内で動作するように設計されてもよい。電圧セットポイントは、電流制御回路がその動作範囲の境界にある場合に、境界値で維持されている。

【0010】

セットポイントフィルタ回路は、調光器回路の出力端子での電圧から調光器セットポイント値を得てもよい。あるいは、セットポイントフィルタ回路は、調光器トライアックの始動角度 (firing angle) から調光器セットポイント値を導いてもよい。調光器セットポイント値は、ゼロ交差点の後にトライアックの最初のトリガと電源電圧のゼロ交差との間の時間遅延から導かれててもよい。

10

【0011】

照明システムは、調光器トライアックのトリガのための調光器トリガ回路をさらに含んでもよい。調光器セットポイント値は、調光器トリガ回路を流れる電流の1つ以上の立ち上がりエッジおよび/または立ち下がりエッジの発生時間、または、立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジに関連した電圧によって、少なくとも一部が決定されてもよい。したがって、調光器セットポイント値は、調光器トリガ回路を流れる電流の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジとの間の時間遅延、または、立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジに関連した電圧によって、少なくとも一部が決定されてもよい。本発明の照明システムは、調光器トライアックがオンの場合、調光器回路による電流が、調光器トライアックの保持電流未満であるとき、動作するように設計されてもよい。

20

【0012】

照明システムは、調光器トライアックのトリガのための調光器トリガ回路をさらに含んでもよい。調光器トリガ回路は、調光器トリガ回路の入力電圧が閾値未満か否かを検知するための電圧レベル検出器と、電圧レベル検出器によって検知された電圧が閾値未満である場合に電流を供給し、そうでなければ非活性化されるバイポーラ電流源回路とを含んでもよい。照明システムは、調光器トリガ回路による最大電流が、調光器トライアックの保持電流未満であるように、設計されてもよい。調光器トライアックがオンの場合または調光器トライアックがオフの場合、調光器トリガ回路による電流は、トライアックの保持電流未満である。調光器トリガ回路は、動作で、100mW未満の平均電力を消費するように設計される。

30

【0013】

別の態様では、本発明は、トライアック調光器回路と、1つ以上のLEDを有する光源と、1つ以上のLEDに電流を供給するための駆動回路と、を有する照明システムで使用されるセットポイントフィルタ回路に関する。電流は、調整されたセットポイント値によって少なくとも一部が決定される。セットポイントフィルタ回路は、調光器回路のセッティングによって少なくとも一部が決定された調光器セットポイント値を得るための入力回路と、調整されたセットポイント値を生成するための調整回路とを有する。調光器セットポイント値の変更に対する調整されたセットポイント値の感度は、調光器セットポイント値の低値で低い。

【0014】

セットポイントフィルタ回路は、調光器セットポイント値の低値の低い割合および調光器セットポイント値の高値の高い割合で、調整されたセットポイントが増加するように設計されてもよい。また、調光器セットポイント値の変更に応じた調整されたセットポイント値の変化は、指数関数的な応答に近づいてもよい。調整回路は、調光器セットポイント値の全範囲未満の調整されたセットポイント値の全範囲を生成するように構成されてもよいし、0より大きい最小値を有する調整されたセットポイント値を生成するように構成されてもよい。入力回路は、受信された調光器セットポイント値のフィルタのための第2または高位のロウパスフィルタを有してもよい。調整回路は、中間セットポイント値を生成する差動増幅器を有してもよい。それは、調整されたセットポイント値を生成するようにトランジスタを制御する。

40

50

【0015】

セットポイントフィルタ回路は、調光器回路の出力端子での電圧から調光器セットポイント値を導いてもよい。調光器セットポイント値は、調光器トライアックの始動角度から導いてもよい。また、これは、ゼロ交差点の後にトライアックの最初のトリガと電源電圧のゼロ交差との間の時間遅延から調光器セットポイント値を導くことにより達成されてもよい。

【0016】

さらなる別の態様では、本発明は、トライアックを有する調光器回路と協働するための照明システムに関する。そのシステムは、1つ以上のLEDを有する光源と、調光器トライアックのトリガのための調光器トリガ回路と1つ以上のLEDに電流を供給するための駆動回路とを有する負荷と、を有する。駆動回路によって供給された電流は、調光器セットポイント値によって少なくとも一部が決定される。調光器セットポイント値は、調光器トライアックの始動角度から少なくとも一部が導かれる。10

【0017】

駆動回路は、望ましくは、ゼロ交差点の後にトライアックの最初のトリガと電源電圧のゼロ交差との間の時間遅延から調光器セットポイント値を導く。調光器セットポイント値は、調光器トリガ回路を流れる電流の1つ以上の立ち上がりエッジおよび／または立ち下がりエッジの発生時間、または、立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジに関連した電圧によって、少なくとも一部が決定されてもよい。調光器セットポイント値は、調光器トリガ回路を流れる電流の立ち上がりエッジと立ち下がりエッジとの間の時間遅延、または、立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジに関連した電圧によって、少なくとも一部が決定されてもよい。20

【0018】

駆動回路は、電圧制御回路と電流制御回路とを有してもよい。電圧制御回路は、電圧セットポイントによる駆動回路の出力での電圧を制御する。電流制御回路は、電流セットポイントによって電圧セットポイントを修正する。電流制御回路は、望ましくは、所定範囲内で動作する。電圧セットポイントは、電流制御回路がその動作範囲の境界にある場合に、境界値で維持されている。照明システムは、調光器トライアックがオンの場合の調光器回路による電流が、調光器トライアックの保持電流未満であるように構成されてもよい。調光器トリガ回路による最大電流が、調光器トライアックの保持電流未満であってもよい。30。照明システムは、調光器トライアックがオンの場合および調光器トライアックがオフの場合、調光器トリガ回路による電流が、トライアックの保持電流未満であるように構成されてもよい。照明システムは、調光器セットポイント値から調整されたセットポイント値を生成するためのセットポイントフィルタ回路を有してもよい。調光器セットポイント値の変更に対する調整されたセットポイント値の感度は、調光器セットポイント値の低値で低い。

【0019】

本発明のさらなる態様は、トライアックを有する調光器回路と協働するための照明システムに関する。そのシステムは、1つ以上のLEDを有する光源と、調光器トライアックのトリガのための調光器トリガ回路と1つ以上のLEDに電流を供給するための駆動回路とを有する負荷と、を有する。駆動回路は、パワーファクタ補正回路を有する。駆動回路によって供給された電流は、調光器セットポイント値によって少なくとも一部が決定される。調光器セットポイント値は、調光器トライアックの始動角度から少なくとも一部が導かれる。40

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、白熱電球に接続された従来の調光器を概略的に示す。

【図2A】図2Aは、調光器回路を介したAC印加電圧の波形例の図である。

【図2B】図2Bは、異なる調光器セッティングの調光器負荷を介した電圧の波形例の図である。

10

20

30

40

50

【図2C】図2Cは、異なる調光器セッティングの調光器負荷を介した電圧の波形例の図である。

【図3】図3は、LED光源に接続された調光器トリガ回路を含む本発明の実施形態による照明システムの概略図である。

【図4】図4は、本発明の実施形態による照明システムで使用される調光器トリガ回路の追加の詳細を示す概略図である。

【図5】図5は、調光器トリガ回路の別の実施形態の概略図である。

【図6】図6は、調光器トリガ回路の実施形態の簡略化された回路図である。

【図7A】図7Aは、図6の調光器トリガ回路の端子間の電圧-電流動作の図である。

【図7B】図7Bは、マイクロプロセッサを含む調光器トリガ回路の実施形態の端子間の電圧-電流動作の図である。 10

【図8】図8は、セットポイントフィルタ回路の実施形態の簡略化された回路図である。

【図9A】図9Aは、2つの傾きを備えた調整されたセットポイントの変化の例を示す図である。

【図9B】図9Bは、指数関数的な応答を近似している調整されたセットポイントの変化の例を示す図である。

【図10】図10は、LED駆動回路の実施形態の2段側(secondary side)の簡略化された回路図である。

【図11A】図11Aは、調光器トライアック電流がトライアックの保持電流上にある場合の調光器出力電圧の例の図である。 20

【図11B】図11Bは、調光器トライアック電流が不連続またはトライアックの保持電流以下である場合の調光器出力電圧の例の図である。

【図12】LED駆動回路の別の実施形態の2段側の簡略化された回路図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

下記は、例だけのために与えられた本発明のある実施形態の記述である。図1は、典型的には白熱電球である、負荷3に接続された従来の調光器1を概略的に示す。調光器1は、直列接続された可変抵抗器R1およびコンデンサC1と並列に接続しているトライアックTR1を有する。この記述では、抵抗器R1およびコンデンサC1の組合せは、RC回路またはタイマー回路と呼ばれるだろう。さらに、調光器は、トリガコンポーネント(つまり、トライアックTR1をトリガするのに適切なコンポーネント)を有する。一般に、交流用のダイオード(ダイアック)は、この目的に使用される。ダイアックは、ダイアックトリガ電圧と呼ばれるダイアック閾値電圧を超えた後、電流を導く双方向トリガダイオードである。ダイアックは、伝導し続ける。その一方、それを使って流れる電流は、閾値電流上に維持される。電流が閾値電流以下に減少する場合、ダイアックは、高抵抗状態に変わる。これらの特性は、トライアック用のトリガスイッチとしてよく適応される。 30

【0022】

図1の調光器1は、ダイアックD1を有する。ダイアックD1は、第1端で、可変抵抗器R1とコンデンサC1との間で接続し、第2端で、トライアックTR1のゲートに接続されている。調光器1は、2つの端子(つまり、端子T1およびT2)を有する。調光器1およびその負荷3は、AC電源を通じて直列に接続される。 40

【0023】

上述したように、トライアックTR1を通る電流が、その閾値未満に降下する場合、トライアックTR1は、ターンオフする。一旦AC電源のゼロ交差が通過したならば、RC回路は、実際のAC電源電圧を「見て」、C1を充電するだろう。この充電電流が、白熱電球3を通じてさらに流れることに留意する。一旦C1を通った電圧が、ダイアックD1のトリガ電圧に達すれば、ダイアックD1は、TR1のゲートへ電流を導き供給し始める。一方、コンデンサC1は放電する。その結果、トライアックTR1はトリガし、ターンオンする。電流は、トライアックTR1を通じて流れ始める。コンデンサC2は、放電される。 50

【0024】

R 1 の抵抗の調整によって（例えば、調光器ノブまたはポテンショメータを操作するようなものによって）、C 1 を通ってダイアックトリガ電圧に達するのに必要な時間は、セットすることができる。抵抗器 R 1 のより高い値は、結果として、C 1 上のダイアックトリガ電圧に達するのに必要な時間がより長くなるだろう。それゆえに、トライアックTR 1 の通電間隔（conduction interval）は短くなるだろう。電流がトライアックTR 1 を通って流れている時間の調整によって、それは理解されるだろう。電球 3 に供給された電力、つまりその照度を調整することができる。

【0025】

コンポーネントは、トライアックTR 1 のスイッチングによって生成された電磁干渉（EMI）のフィルタのために、上に記述された基礎的な調光器回路に加えられてもよい。例えば、コンデンサ C 2 は、トライアックTR 1 およびトライアックTR 1 に直列接続されたインダクタ L 1 を介して含まれてもよい。これらの追加のコンポーネントは、EMI を減少させるのに有用であり、トライアックを介するコンデンサ C 2 は、調光器 1（および負荷 3）を通って流れ、コンデンサ C 1 を充電し、トライアックをトリガするように命じる電流を増加させるだろう。これは、この電流がコンデンサ C 1 および C 2 の両方を充電しなければならないからである。

【0026】

図 2 A は、端子 T 1 - T 3 を介して、調光器 1 を介する AC 印加電圧の波形を示す図である。図 2 B および 2 C は、抵抗負荷 3 を仮定して、可変抵抗器 R 1 の異なる調光器セッティングで、負荷（端子 T 2 - T 3）を介して生じた電圧の波形を示す。AC 印加電圧は、半サイクルのゼロ交差点 t 0 で 0 になる。このポイントでは、トライアックは、伝導するのを止め、負荷 3 を介した電圧は、0 近くになる。ある電流（例えば、コンデンサ C 1 および C 2 を充電する電流）が、直列接続している調光器 1 および負荷 3 を通って流れ続けるので、負荷 3 を介した電圧は、厳密に 0 ではない。

【0027】

図 2 B に示されるように、時間 t 1 で、コンデンサ C 1 が十分に充電されるようになり、トライアックTR 1 を順番にトリガするダイアック D 1 をトリガする。負荷 3 を介する電圧は、ほぼ電源電圧に上昇し、また、負荷 3 を介する電流は、非常に増加する。負荷が十分に高い場合、トライアックは、次のゼロ交差点 t 0 まで残存し続ける。したがって、各半サイクルの期間 A の間、トライアックは、オフし、コンデンサ C 1 は、充電している。C 1 の充電率、および期間 A の時間の長さは、調光器セッティング、つまり、調光器ノブによってセットされるような可変抵抗器 R 1 の抵抗、に依存する。期間 B の間、トライアックは、オンし、負荷 3 は、電源電圧を介して接続され、正常な動作電流は、調光器と負荷を通って流れている。図 2 B の波形によって分かったように、各半サイクル中の平均電圧は、抵抗負荷を通って流れる電流の小さな減少に帰着して、わずかに縮小する。それは、負荷が光バルブである場合、わずかな調光として目に見える。

【0028】

図 2 C で、調光器セッティングは、光をさらに暗くする可変抵抗器 R 1 の抵抗を増加させるために変更される。時間 t 2 では、コンデンサ C 1 が十分に充電され、ダイアック D 1 およびトライアックTR 1 をトリガする。トライアックは、次のゼロ交差点 t 0 まで残存し続ける。したがって、長い期間 C の間、トライアックがオフし、短い期間 D の間、トライアックがオンする。したがって、各半サイクルの間、図 2 C の波形は、平均電圧を有する。それは、負荷が光バルブである場合に、大量の調光として見ることができ、負荷を通って流れる電流の大きな減少に帰着して、非常に減少する。トライアックの始動角度と呼ばれる、トライアックがターンオンした後のゼロ交差の後に、調光器は、遅延を調整することにより位相制御を行なうことが分かる。

【0029】

トライアックがオフし、適切にコンデンサ C 1 を充電する場合に、それらが、十分に高い負荷を示し、十分な電流を出す白熱電球のような負荷を調光するために使用される場合

10

20

30

40

50

、図1中の調光器1のような調光器は、適切に機能する。すなわち、電源電圧のゼロ交差の後、負荷を通って流れる電流は、RC回路(およびC2)中のコンデンサC1の充電を可能にするのに十分に高い必要がある。十分に高い電流が、負荷3を通って流れなければ、トライアックTR1は、全くトリガされない、または、R1の抵抗が十分に低いように、調光器ノブがセットされる場合に限りトリガされないだろう。典型的な結果は、調光器1の調光機能が働かないということである、つまり、光は暗くならない場合がある。

【0030】

十分な電力の白熱電球のような負荷は、調光器1が適切に機能する条件として、RC回路を充電するために電流通路を提供する。しかしながら、最近、調光器1の適切な機能を可能にするために十分な電流を出さない、低い負荷および不連続のアプリケーション(例えば、内蔵型の整流器およびコンデンサ)がある。すなわち、電源電圧のゼロ交差の後、RC回路の適切な充電に対して、負荷を通る不十分な電流がある。

10

【0031】

低い負荷のアプリケーションの有名な例は、DC電流を要求する1つ以上の発光ダイオード(LED)を駆動する電子結合回路を含むLED光源である。LED回路13は、一般に、1つ以上のLED、整流器および1つ以上の平滑コンデンサを含んで備え、したがって、不連続の負荷でもよい。この記述では、本発明の実施形態は、LED回路と結合してさらに記述されるだろう。しかしながら、本発明の実施形態が、他の低い負荷または不連続の負荷アプリケーション(つまり、図1に概略的に示される調光器1のような調光器が適切に機能することを可能にするために、調光器のRCタイマー回路に対して必要な充電電流を供給することができないアプリケーション)と結合して使用されてもよいことは理解されるに違いない。整流器を平滑コンデンサでフロントエンドにしておく負荷は、不連続の負荷アプリケーションであると考えることができる。

20

【0032】

図3は、LED回路13に接続された本発明の実施形態による調光器システム10を概略的に示す。調光器システムは、AC印加電圧を介して直列に接続している調光器1および調光器トリガ回路(DTC)12を有する。LED回路13は、調光器1と直列に接続され、DTC12と並列に接続される。DTC12とLED回路13のような負荷の組合せは、調光可能デバイス(dimmable device)と呼ばれてもよい。

30

【0033】

図4および5は、DTC12をより詳細に概略的に示す。DTC12は、電圧レベル検出器15と、電流源回路17および整流器19を含むバイポーラ電流源回路18とを有する。電圧レベル検出器15は、電流源回路17に接続される。電圧レベル検出器15および電流源回路17の両方は、整流器19のDC端子に接続される。

【0034】

電圧レベル検出器15は、端子T2とT3の間(つまり、整流器19の出力)の電圧差の絶対値が、閾値未満であるか否かを検知するように配置される。バイポーラ電流源回路18は、電圧レベル検出器15によって検知された電圧が閾値未満で維持される場合に活性化され、そうでなければ非活性化されるように配置される。したがって、DTC12の中のバイポーラ電流源回路18は、電圧依存の電流源である。また、全体としてのDTC12は、バイポーラ電圧依存の電流源として働くことができる。以下により詳細に説明されるように、そのようなDTC12は、100mW未満の平均電力を消費するように設計することができる。よい態様の実施形態では、DTC12は、10-50mWの平均電力を消費してもよい。望ましくは、DTC12の消費は、約30mWである。そのような消費の多くの従来の調光器は、意図されるように動作することができる。

40

【0035】

電圧レベル検出器15は、マイクロプロセッサを有してもよい。マイクロプロセッサは、調光器トリガ回路12の入力電圧の絶対値が閾値未満か否かを検知するために配置される。調光器トリガ回路12の入力電圧が閾値未満である場合、マイクロプロセッサは、バイポーラ電流源回路18に電流を供給するように命じる信号を提供してもよい。いくつか

50

の実施形態では、図 5 B により詳細に説明されるように、マイクロプロセッサは、入力電圧のゼロ交差の後に電流を供給するようにバイポーラ電流源回路 18 に命じてもよい。

【 0 0 3 6 】

電圧レベル検出器 15 は、整流した入力電圧が閾値未満か否かを検知するためにコンパレータを含んでもよい。コンパレータは、図 5 に概略的に示されるような、2つの入力と1つの出力とを含む。第1の入力は、参照電位、つまり、閾値と等しい電位（この例では、30V）に接続される。第2の入力は、調光器トリガ回路 12 の入力電圧を受けるために配置される。コンパレータの第2の入力の調光器トリガ回路 12 の入力電圧が、コンパレータの第1の入力の閾値未満である場合、コンパレータの出力は、バイポーラ電流源回路 18 が上で議論されたような電流を供給するようにしてもよい。演算增幅器または電圧コンパレータは、当業者によって理解されるように、コンパレータをインプリメントするために使用されてもよい。

【 0 0 3 7 】

整流器 19 は、AC サイド（つまり、端子 T 2 および T 3 にそれぞれ接続された端子）と DC サイド（つまり、電圧レベル検出器 15 およびバイポーラ電流源回路 18 中の電流源回路 17 のような DTC 12 中の他のコンポーネントおよび参照電位に接続された端子）とを有する。電圧レベル検出器 15 および電流源回路 17 は、ユニポーラ回路を形成する。整流器 19 は、電流源回路 17 によって生成された電流がバイポーラの電流として調光器に供給されることを可能にするように配置される。

【 0 0 3 8 】

DTC 12 は、まるでそれが通常の白熱電球によって負荷されるかのように調光器 1 が働くことを可能にする。AC 印加電圧が十分に低い場合、つまり、前述の閾値未満の場合、DTC 12 は活性化され、十分な電流が調光器 1 の RC 回路に流れ込むことを可能にする。AC 印加電圧が十分に高い場合、つまり、閾値より高い場合、DTC 12 は非活性化され、任意の十分な量の電流は流さず、それにより、無駄な電力を最小にする。電圧レベル検出器 15 が整流器 19 の DC サイドに位置するように、絶対閾値だけが必要であることに注意されたい。これは、閾値が 30V である場合、DTC 12 が 30V ~ +30V の範囲中で活性化されることを意味する。

【 0 0 3 9 】

DTC 12 のいくつかの実施形態では、50Hz で 230V の主電源（main power）システムに関して使用された時、閾値は、3V と 50V の間に位置する。DTC 12 の他の実施形態では、最小の閾値は、10V である。例えばアメリカで使用されるように、DTC 12 が 60Hz で 120V の主電源システムに接続された場合、閾値は、3V と 25V の間に位置してもよい。

【 0 0 4 0 】

例えば、ダイアック D 1 がトリガとなるトライアック TR 1 に関して図 1 に概略的に示されたように、調光器中のトライアックがトリガとなるまで、DTC 12 によって提供される電流は、負荷を介した電圧を、効率的にゼロに維持する。トライアックがスイッチを入れるとすぐに、端子 T 2 の電圧は、大量に増加する。その結果、DTC 12 の中の電流源回路 17 は、非活性化される。

【 0 0 4 1 】

したがって、T 2 の電圧が閾値を超え、そうでなければ、DTC が開回路のように作用する場合、DTC は、理想的に、電流を導電だけする。しかしながら、実際には、ある電流は、非活性化される間に、DTC を通って流れるだろう。望ましくは、非活動化で DTC 12 中の電流源回路 17 によって提供される電流は、無視できる。電流が、DTC 12 の電流源回路 17 が提供することができる最大電流未満の大きさの少なくとも 2 つのオーダーである場合、電流は、無視できると考えられてもよい。例えば、DTC 12 中の電流源回路 17 によって提供される最大電流が、15mA である場合、その値が 100μA 未満のままである場合、電流は、無視できると考えられる。

【 0 0 4 2 】

10

20

30

40

50

ゼロ交差の後に、単に、不連続の負荷（つまり、電圧サイクルのある部分に対して電流がゼロであるような不連続な電流を流す負荷）が存在する場合、DTC12は、調光器中のトライアックの状態に補足的に作用する。すなわち、DTCがオンの場合、調光器中のトライアックはオフで、その逆の場合も同様である。出力でコンデンサを備えたブリッジ整流器は、不連続の負荷の1つの例である。

【0043】

他方では、ゼロ交差が通過した後、不連続の負荷に加えて、さらに、別の負荷が存在する場合、DTC12の入力電圧が、以前に記述された閾値を超える場合、DTC12が止まるまで、調光器1中のDTC12およびトライアックの両方は、同時にオンするかもしれない。そのような場合では、調光器1中のDTC12およびトライアックは、完全に補足的に作用しない。1ミリ秒分の1については、DTCとトライアックの両方が、オンである場合、電力は消費される。しかしながら、この消費された電力は、無視できるだろう。例えば、30Vの閾値、および20mAの電流を供給するために配置された電流源回路17については、ピーク電力は、典型的には0.6Wを超えないだろう（このピーク電力は、非常に小さな間隔だけに対して生じるが）。また、平均電力は、30mWを超えないだろう。

【0044】

一般に、ゼロ交差を通過する場合、トライアックはターンオフし（それがオンだった場合）、DTC12がとどまっている。トライアックがターンオンする場合、DTC12はターンオフする。したがって、DTC12は、T2の絶対的な電圧が閾値未満である場合に、電流を供給するために配置される。この電流は、調光器のRC回路中のコンデンサの充電を可能にするのに単に十分である必要があり、トライアックの保持またはハイポスタティック（hypostatic）電流または問題となっている調光器の最小負荷と関係を持っていない。DTCが活性化される場合（トライアックがオフである場合）およびDTCが非活性化される（トライアックがオンの場合）場合、DTC12の電流は、調光器トライアックの保持電流未満かもしれない。これは、DTC12は、DTC12によって提供される最大電流より大きな保持電流を有しているトライアックと結合して使用することができる利点を提供する。したがって、DTC12が、例えば20mAの最大電流を供給することができても、例えば100mAの、120mAより大きな保持電流を備えたトライアックを含む調光器は、低い負荷アプリケーションの調光を可能にするために使用することができる。

【0045】

照明システム中のDTC12の適切な機能を可能にするために、例えば、図2に示されるようなLED回路13につながれた時、当業者によって理解されるように、整流器19のACサイドのキャパシタンスは、望ましくは最小化される。望ましくは、追加のキャパシタンスは、端子T2とT3の間に存在しない。

【0046】

したがって、DTC12は、交流回路中の調光器のトリガ方法を提供するために使用されてもよい。そのような方法は、DTCの入力電圧の絶対値が閾値未満か否かを検知することを含むだろう。続いて、検知された電圧が閾値未満である場合、電流は、電流源回路によって提供される。その電流は、DTCと調光器を流れる。検知された電圧が閾値未満でない場合、DTCと調光器には無視できる電流だけが流れる。DTC入力電圧の値を検知する前に、入力電圧は、交流回路の交流電圧の調整により生成されてもよい。続いてまたは代わりに、入力電圧は、検知にふさわしい電圧に変換されてもよい。最後に、電流源回路によって提供される電流は、制限されていてもよい。

【0047】

図6は、図3および4に示されるDTC12のようなDTCの実施形態の簡略化された回路図を示す。この実施形態は、本発明の1つの可能なインプリメンテーションの例であることが理解されるに違いない。当業者が分かるように、多くのインプリメンテーションが可能である。例えば、バイポーラNPNトランジスタの代わりに、バイポーラPNPトランジスタ、IGBT（Integrated Gate Bipolar Transistor）またはMOSFET（Me

10

20

30

40

50

tal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) のような他のスイッチが使用されてもよい。この実施形態では、バイポーラ電流源回路 18 は、電流源回路 17 および整流器 19 をさらに含む。整流器 19 は、全波ダイオードブリッジ整流器を含む。電流源回路 17 は、2 つの抵抗器 R2、R3 および 2 つの NPN トランジスタ Q1、Q2 を含む。電圧レベル検出器 15 は、NPN トランジスタ Q3 および 2 つの抵抗器 R4 および R5 を含む。

【0048】

この実施形態では、DC 電源 V1 は、電圧レベル検出器 15 のトランジスタ Q3 のコレクタに接続される。抵抗器 R6 は、Q3 がオフである場合、所望のベース電流が Q1 に適用されてもよいように選ばれる。DC 電源 V1 は、外部電源でもよい。DC 電源 V1 および抵抗器 R6 の代わりに、所望のベース電流を得るために、さらに電流源が使用されてもよいことが理解されるに違いない。抵抗器 R4 および R5 は、T4 の電圧が閾値未満である場合、T7 の電圧が、Q3 がオフである場合のように設計されて分圧器を形成する。

【0049】

電流源回路 17 のこの実施形態中の Q1 のコレクタは、T4 として表示された、整流ダイオードブリッジの端子に接続される。Q1 のベースは、Q2 のコレクタに接続され、さらに電圧レベル検出器 15 中の Q3 のコレクタに接続される。T4 の電圧が、前述の閾値未満である場合、Q3 は、オフである。また、R6 は今、Q1 のベースに電流を供給するだろう。その結果、T6 の電圧を、Q1 がターンオンするように増加させる。その結果、Q1 は、電流を導電する。また、T4 の電圧は、ソースのインピーダンスに依存して、さらにもっと減少する。それは、T7 におけるさらに低い電圧に帰着する。したがって、Q3 のスイッチオフ時間は、制限されている。Q1 を通る電流が、ある値を超える場合、Q2 のベース電圧は、そのスイッチオン電圧を超える。また、Q2 は伝導し、それをもって、T6 でポテンシャルを安定させる。したがって、Q1 を通り抜けるコレクタ電流を制御する。抵抗器 R2 と R3 は、適切な特性を備えた電流源を設計する。つまり、トランジスタ Q1 を通るエミッタ電流が、ある値（例えば、10 から 20 mA までの範囲中の名目上の電流）を超える場合、トランジスタ Q2 は導電し始める。したがって、トランジスタ Q2 および抵抗器 R2 および R3 の組合せは、トランジスタ Q1 のコレクタ電流を効果的に制限するフィードバック回路を提供する。R3 は、ほぼ $0.6 / R3$ に電流をセットする。トライアックが始動する場合に、R2 は、Q2 を保護するように機能する。トランジスタ Q1、Q2 および抵抗器 R2、R3 の組合せは、整流器 19 の陰端子に関しておよそ 1 V より高い電圧 T4 に対して、安定した電流源回路 17 を形成する。T4 の上の電圧が、およそ 1 V 未満になる場合、コレクタ電流は、減少するだろう。220 の抵抗器は、EMI 条件を満たし、低電圧レベルで現在の傾斜を制限し、Q1 のコレクタと直列に加えられてもよい。

【0050】

電流源回路 17 は、T4 の電圧が所定の閾値より低くなることを電圧レベル検出器 15 が検知する場合に、活性化され、T4 の電圧が所定の閾値より再び高くなる場合に、非活性化される。

【0051】

T2 の電圧が -30 V と 30 V の間にある場合に、15 mA の電流を供給するように設計された DTC12 を得るために、図 6 に示されるコンポーネントの標準値は、次のとおりである：R2 = 4.7 k ; R3 = 27 ; R4 = 6.6 M (直列で 3.3 M の値を備えた 2 つの抵抗器を位置することにより一般に構築された) ; R5 = 100 k ; R6 = 47 k ; Q1 = FMMT458 ; Q2 = BC817 ; Q3 = BC817 ; V1 = 10 V。図 6 に示され、DTC12 によって提供され、活性化の間に前述の値を備えたコンポーネントと共に提供される電流は、およそ 20 mA になるだろう。その一方で、非活性化中に、理想的な電流は、ほぼ 4.9 μ A だけであろう。トランジスタ Q1 を通るリーク電流を加えることは、数 μ A を加えることかもしれない。

【0052】

10

20

30

40

50

図 7 A は、電圧 V_{DTC} (つまり、DTC を介する電圧) の機能として、電流 I_{DTC} (つまり、DTC を通る電流) の振る舞いの計算のグラフを示す。この計算では、図 6 の DTC は、前述の標準値がそれぞれのコンポーネントに使用されるように使用される。したがって、DTC を介した電圧が、30V の閾値より低くなる場合に、DTC は、最大電流に 20mA の絶対値を供給するために配置される。整流器により、電流は、反対方向での調光器に供給されてもよい。

【0053】

V_{DTC} が 0 近くである場合、 I_{DTC} は 0 と等しく、 V_{DTC} のある値で設計電流に速く上昇し、この場合、 I_{DTC} は、20mA を超えないことに留意することができる。 V_{DTC} の 0 近くの低電流は、電流源回路 17 が 必要 に応じて電流を供給するだけである、つまり、(グリッド上で直接、電流がより高くなる間に) 調光器 1 がそのタイマー回路を充電する電流を制限するだけであるとの事実による。図 7 A で示される曲線の形 (それは、図 5 に概略的に描かれた電流源回路 17 に関係がある) は、低電圧で飽和であるトランジスタ Q1 の結果である。

【0054】

図 7 B は、概略的にマイクロプロセッサまたは方向の感知可能なコンポーネントを含む図 4 の調光器トリガ回路の実施形態の端子間の電圧 - 電流動作のグラフを示す。図 7 B に示すように、ゼロ交差の通過直前に、調光器 11 中のトライアックが同時にオンするかもしれない一方、DTC 12 は、スイッチオンするかもしれない。その結果、短期間の間、つまり、閾値からゼロへ行くための DTC 12 を介する電圧に対する所要時間、電力が消費される。電圧レベル検出器 15 としてマイクロプロセッサを含む実施形態では、ゼロ交差の通過の後に、それが単にバイポーラ電流源回路 18 が活性化することを可能にするよう、マイクロプロセッサはプログラムされてもよい。その結果、DTC 12 の端子間の電圧 - 電流動作は、図 7 B の中で概略的に示されるようになる。

【0055】

図 7 B では、 I_{DTC} が一種のヒステリシスを経験することは容易に理解することができる。すなわち、ある V_{DTC} における I_{DTC} の値は、 V_{DTC} の前の値によって決まる。 I_{DTC} が V_{DTC} の過去の値によって決まるグラフの一部は、灰色の線によって概略的に例証されている。 I_{DTC} が V_{DTC} の過去の値によって決まるグラフの一部は、黒線によって概略的に例証されている。矢印は、 V_{DTC} の変更の方向を表示する。

【0056】

[セットポイントフィルタ回路]

図 3 に描かれたような照明システムは、負荷 13 中の LED 駆動回路が、LED に DC の電流を供給する電流制御装置および DC 電流を含み、したがって、LED の光の強さが電源電圧に依存しないように、典型的に配列される。電流制御装置は、システムの範囲内の LED 電流を制御する。その結果、電源電圧のどのような変更も、LED 電流の変更を生成しないだろう。LED 電流は、セットポイントによって制御される。異なる電流レベルは、異なるセットポイント値に起因する。本発明のいくつかの実施形態では、DTC 12 の電圧レベル検出器 15 で測定された平均整流電圧は、セットポイントとして駆動回路に使用されてもよい。セットポイントフィルタ回路は、負荷の調光をさらに最適化するために使用されてもよい。この最適化は、調光器セッティングとは異なっている範囲で負荷を調光することに帰着してもよい。その結果、調整されたセットポイントの全範囲は、調光器セッティング (つまり、調光器セットポイント値) の全範囲未満にわたり生成される。例えば、回路は、一連の 30 - 80% の調光器ノブセッティング (dimmer knob setting) に対応する 0 - 100% 以上の調整されたセットポイントの生成により、駆動回路セットポイントを変えてよい。

【0057】

最適化は、低い光度領域 (つまり、セット光度範囲内の 1 - 10%) で暗くなることをより感知し、高い光度領域 (例えば、セット光度範囲内の 10 - 100%) で暗くなることを少し感知する、形式をとってもよい。照明システムが LED 光源を含んでいるところ

10

20

30

40

50

で、セットポイントフィルタ回路は、より緊密に近づく感知された強度で選択された光度（つまり、調光器ノブセッティングによって選択された）を作るためにこれを使用することができる。典型的な白熱電球は、典型的には可視光へ消費された電気エネルギーの約10%を変換して、それが光を放射せしめるように、タンクスエンジニアメントを熱するため電力を使用する。白熱電球は、連続的な（progressive）応答曲線を示す。電球からの光生成は、第3電力（third power）（3次応答（cubic response））への実効電圧にほぼ比例する。位相制御された電圧波形の場合、R M S 電圧は、実効電圧と非線形の関係を有することに留意すべきである。

【0058】

人間の目は、一般に対数曲線によって光の強さを知覚する。したがって、負荷電流が、調光器の調整により直線的に変更される場合、白熱光の3次元応答（cubic response）は、人間の目の対数応答（logarithmic response）とかなりよく一致する。また、光の調光は、比較的線形で滑らかであると捉えられている。しかしながら、L E Dは、3次元応答ではなくほとんど線形応答を示す。ここでは、発光された光の強さは、L E Dを通って流れる電流にほぼ比例する。したがって、負荷電流が、直線的に変更される場合、知覚された光の強さにおける変化は、調光器のノブ位置との直観的な関係を有しない。

【0059】

セットポイントフィルタ回路は、調光器セッティングが変更される場合に、指数関数的な変化を近似している連続的な応答（progressive response）を備えたセットポイントを生成するために、駆動回路によって使用されるセットポイントを調整するように使用することができる。図8は、セットポイントの場合、指数関数的な変化の近似の生成に対するセットポイントフィルタ回路の実施形態の回路図を示す。回路は、抵抗器R10 - R13およびコンデンサC10を含むロウパスフィルタ（L P F）を含んでいる。L P Fへの入力20は、例えば、図6に示されるD T C 12の整流器の出力から、または、負荷を介して整流された電圧をタイミングよく提供する別のポイントから、得られてもよい。

【0060】

このL P F回路は、0 ~ 90度の間の始動角度で生じてもよい誤ったトライアック始動により、不安定な調光器性能の間に、L E D電流コントローラに対する実質的にリップルフリーなセットポイントを達成するため、および、光源のゆらぎを除去するためのロウパスフィルタとして機能して、L E D駆動回路の低電圧回路と高電圧入力との間のバリアとして機能して、2重の目的に役立つ。一次フィルタ、または、三次あるいは高位フィルタが使用されてもよいが、二次L P Fは、整流された電源電圧を測定し、その平均電圧を決定するために好ましくは使用される。このフィルタは、障害（hiccup）モード（駆動回路が、低入力電圧で（低入力電圧を超えて）スタートし、供給電流の不足のために再びスイッチオフする場合に、D Cコンデンサが充電する場合に再びスイッチオンするなど、十分な供給が利用可能になるまで繰り返す）中に、ヒステリシス閾値未満のフィルタされた端子電圧を維持するためにいくつか提供してもよい。

【0061】

調光器が、負荷を暗くすることになっている場合、例えば、図2Cの期間Cの間、調光器セッティングにしたがって適切な位相遅延の後まで、トライアックは、オフするべきである。

トライアックが、半サイクルの間に、90 - 170度の間に始動する場合、トライアック始動は、一般に安定していて予測可能である。しかしながら、トライアックが始動する場合、電流がそれ以上流れないのである後に、非常に短時間で、D Cリンクコンデンサ（駆動回路の整流器のD C側のコンデンサ）を充電するだろう。その後、電流が、トライアックの保持電流（通常、トリガ後の数100マイクロ秒だけ）より下に落ちるので、トライアックは、ターンオフするだろう。電流の流れがない状態で、駆動回路を介した電圧は、電源電圧に従うだろう（例えば、T2の電圧は、T1の電圧に従うだろう。）。

【0062】

0 - 90度の間のトライアック始動角度では、トライアックの二重（または多重）始動

10

20

30

40

50

が、生じてもよい。または、いくつかの始動が、スキップされてもよい。トライアックが、始動の後に再びターンオフするように、トライアックの保持電流上の負荷電流を維持するにはあまりに小さい抵抗負荷に、調光器が接続される場合、二重始動が生じてもよい。しかし、コンデンサ C 1 を充電し、トライアックの再トリガを起こすために、調光器回路を通る十分な電流を出すために十分に大きすぎる。直流リンク電圧が、電源電圧の現在値より低い場合、トライアックが単にスイッチオンするので、スキップされた始動が、生じてもよい。トリガパルスが早く（ゼロ交差に近づく）来る場合、トライアックは、トリガされるだろう。しかし、入力整流器が、負電流を許可しないので、始動しないだろう。この実施形態中の L P F のコンポーネントの適切な値は、次のとおりである：R 1 0 および R 1 1 に対して 1 0 M 、R 1 2 および R 1 3 に対して 3 . 9 M 、C 1 0 に対して 2 2 μ F。L P F は、調光器トライアックの誤ったスイッチングをフィルタする二次フィルタとして設計されている。10

【 0 0 6 3 】

L P F からの出力は、統合演算増幅器 U 1 0 に供給される。また、U 1 0 からの出力 2 2 は、粗い調光器ノブセッティングを表す中間セットポイント値である。これは、約 2 V のしきい電圧を有し、進歩的な機能 (progressive function) を管理するトランジスタ Q 1 0 のゲートを駆動するために使用される。Q 1 0 のソース端子は、抵抗器 R 1 8 、R 1 9 および R 2 0 を含む分圧器に接続される。また、ドレイン端子は、標準積分電圧参照 U 1 1 から引き出した基準電圧 V r e f に接続される。その後、Q 1 0 のソース端子で結果として生じた信号 2 4 は、L E D 駆動回路の電流コントローラへの入力として使用されてもよい。20

【 0 0 6 4 】

調光器セッティングが、負荷を暗くするために変更されるように、負荷を介したより低い平均電圧は、低下した基準電圧 V r e f に帰着する。U 1 0 の出力が低い場合、トランジスタ Q 1 0 は、ターンオフし、調整された設定信号 2 4 の値は、U 1 0 の出力および分圧器 R 1 8 / R 1 9 / R 2 0 によって決定される。U 1 0 の出力が、トランジスタ Q 1 0 をターンオフするために十分に上昇する場合、調整された設定信号 2 4 は、U 1 0 の出力および抵抗器 R 1 9 および R 2 0 によって決定される。この例において、より速いセクションが、4 0 - 3 0 5 mA (おおよそ 1 3 0 V と 1 7 5 V の間) から活性化された後、1 0 - 4 0 mA (おおよそ 7 0 V および 1 3 0 V の間の平均入力) の間の遅い変更範囲、または、他の必要な最大値を実現するために、Q 1 0 のゲート - ソースしきい電圧は、利用される。図 8 の回路の実施形態に対する適切な値は、次のとおりである：R 1 4 = 2 7 8 k ; R 1 5 = 6 8 0 k ; R 1 6 = 4 7 0 k ; R 1 7 = 3 9 k ; R 1 8 = 2 7 0 k ; R 1 9 = 3 3 k ; R 2 0 = 1 . 7 2 k ; C 1 1 = 1 0 0 n F ; C 1 2 = 1 0 0 n F ; C 1 3 = 1 0 n F ; C 1 4 = 1 0 0 n F。U 1 0 については、テキサス・インスツルメンツからの LM 3 5 8 A D R の二重の演算増幅器が、使用されてもよい。Q 1 0 については、フェアチャイルド・セミコンダクタからの 2 N 7 0 0 2 N チャネルエンハンスマントモード電界効果トランジスタが、使用されてもよい。また、U 1 1 については、ゼテックス・セミコンダクタまたはテキサス・インスツルメンツからの調整可能な精密分路調整器が、使用されてもよい。30

【 0 0 6 5 】

セットポイントフィルタの出力 2 4 は、ユーザのために L E D 電流コントローラがおおよそ滑らかに暗くなるように、参照として使用される。人間の目は、輝度の対数の感覚があるので、「ローギア」および「ハイギア」セットポイント・シェーバが、実施される。図 9 A で例において示されるように、セットポイントフィルタ回路は、2 つの傾斜がある調整されたセットポイント変化を生成する。図 9 A で示される例において、実際の調光器セッティング S P 1 は、横軸にプロットされる。また、セットポイントフィルタによって出力される調整されたセットポイント S P 2 は、縦軸にプロットされる。図に示すように、調整されたセットポイントは、調光器セッティングの範囲の第 1 の部分（この例では 0 - 2 0 %）に関して、区切り点まで非常に低い値 3 4 のままであり、範囲の第 2 の部分（4050

この例では 20 - 50 %) に関して、低い割合 31 で上昇し、範囲の第 3 の部分 (この例では 50 - 80 %) に関して、高い割合 32 で上昇し、範囲の第 4 の部分 (この例では 80 - 100 %) に関して、高い値 35 (この例では 100 % 薄暗くならない値) のまである。したがって、セットポイントフィルタは、「2つのギヤ」の進歩的な応答がある調整された調光器セットポイントを生成する。それは、指数関数的な応答に近づく。調整されたセットポイントのこの進歩的な動作は、人間の目の対数の応答により輝度の知覚された滑らかな変更に帰着して、調光器セッティングが直線的に増加されるように、LED 光源からの光の強さに対応する進歩的な応答を起こす。

【0066】

この進歩的な応答は、低い光セッティングで、調光器始動角度の変化 (つまり、ゼロ交差の後にトライアックのターンオン遅延における変化) に対する感度を大幅に弱める。調光器始動角度の変化は、例えば、AC 印加電圧における変化の結果として生じる。これらの変化は、特に低い光調光器セッティングで、暗くなった光源の可視のちらつきを起こす。図 9A に示されるセットポイントフィルタ回路によって生成された調整されたセットポイントは、これらの変化に対する照明システムの感度を減少し、ちらつきを減少または除去し、低い調光器セッティング平面部 34 および浅い傾斜 31 を有している。

【0067】

図 9A に示される 2 重の傾斜の調整されたセットポイント曲線は、図 9B に示されるような理想的な指数関数的な応答の近似である。3つ、4つまたはそれ以上の傾斜を備えた調整されたセットポイント曲線は、当業者に既知の技術を使用して、より緊密に指数曲線に近づくように実施化されてもよい。マイクロプロセッサも、理想的な指数関数的な応答に従う調整されたセットポイントを生成するように使用されてもよい。

【0068】

セットポイントフィルタ回路によって生成された調整されたセットポイントは、LED を駆動するために電流コントローラへのセットポイント入力として使用される。図 10 は、LED 駆動回路の変圧器 T10 の 2 段側の簡略化された回路を示す。上に記述されるように、図 8 のセットポイントフィルタ回路は、積分増幅器 U12 の出力の機能として、部分的に線形の方法で、R20 を介して調整されたセットポイント電圧 24 を生成する。調整されたセットポイント 24 は、演算増幅器 U12 へ抵抗器 R21 を介して入力される。第 2 の分路抵抗器 R24 を介した電圧が、R20 を介した電圧と等しい場合、積分回路は不安定である。分路抵抗器 R24 は、直列接続する LED1-4 と直列に接続されている。R20-24 および C15 と結合する増幅器 U12 は、電流コントローラ回路 27 を形成する。

【0069】

U12 の出力は、抵抗器 R22 および分圧器 R25、R26 を介して分路調整器 U11 およびオプトカプラ U13 にフィードバック信号を供給する。オプトカプラ U13 は、T10 の一次側のフライバックコントローラにフィードバック信号を供給する。回路のこの部分は、電圧コントローラ回路 26 を形成する。U12 の出力は、U11 のまわりの電圧コントローラに関する基準値と見なすことができる。R24 を介する電流が、低すぎる場合、U12 からの電圧フィードバックは、より高い電圧制御セットポイントを引き起こすだろう。これは、命じられた基準電源が得られ、必要な LED 電流が実現されるように、オプトカプラ U13 を通る電流を減少し、フライバックコントローラに信号を送り、その電力潮流を増加させるだろう。R24 を通る電流が、高すぎる場合、フィードバック信号は、低電圧セットポイントを引き起こす。フライバックコントローラは、LED 電流を減少するのに応じて、2 段 (secondary) に電力潮流を減少するだろう。

【0070】

図 10 の回路の実施形態に適した値は、次のとおりである。R20 = 1.72 k、R21 = 4.7 k、R22 = 8.2 k、R23 = 2.7 k、R24 = 39、R25 = 12 k、R26 = 2.49 k、R27 = 2.7 k、C15 = 1 nF、C16 = 3 μ F。U12 については、テキサス・インスツルメンツからの LM358 ADR の 2 重の

10

20

30

40

50

演算増幅器を使用してもよい。また、U13については、NECからのPS2801C-1フォトカプラーを使用してもよい。PWM制御部については、テキサス・インスツルメンツからのUCC28600を一定の出力電圧抑制されたモードで動作するように構成して使用してもよい。

【0071】

[時間に基づくセットポイント制御]

LEDを駆動する電源信号およびLEDの強度をセットする情報信号が、両方とも同じ信号で具体化され、平均電圧は、負荷を介する場合、上に記述された照明システムは、システムと見なすことができる。この配置は、一般に、調光器のノブセッティングに応じて、負荷を介した電圧に依存する。これがそうでない場合、特に、低い負荷または不連続の負荷を備える調光器の動作により、負荷の調光は、必ずしも調光器のセッティングと一致するとは限らない。

10

【0072】

上に議論されるように、ここに記述された照明システムは、調光器トライアックの保持電流より下の負荷で動作してもよい。上に記述されたDTCは、トライアックのトリガを保証するために十分な電流を出すだろう。一旦トリガしたならば、DTCは、無視できる電流だけ出し、非活性化するだろう。負荷が小さい場合および直流リンクコンデンサ負荷を加えた整流器の場合に、調光器は、調光器トライアックの保持電流より下に落ちるだろう。負荷/駆動回路が、有効電力要因補正をフロントエンドにしておく場合、負荷は、むしろ抵抗器のように作用し、場合によっては、図11Bに示されるような調光器回路の充電および始動をそれぞれもたらす場合がある。

20

【0073】

図11Aは、上に記述されるように、各半サイクルのゼロ交差点 t_0 の後の時間 t_1 のトライアックの始動に調光器セッティングが起因する場合、および、トライアックが調光器トライアックを介してフラッシュチャージDCリンクキャパシタである直後の負荷とDTCによって分けられた結合電流がゼロの場合の、負荷（例えば、図3の回路の端子T2-T3）を介する電圧の波形を示すグラフである。

【0074】

図11Bは、調光器が、トライアックの保持電流上の負荷電流を維持するのに小さすぎる小さな抵抗負荷に接続される場合、同じ調光器セッティングで電圧波形の例を示す。この種の小さな抵抗負荷は、低消費電力を備えたDC回路を駆動するフロントエンドを修正した有効電力要因を備えた駆動回路に存在してもよい。

30

【0075】

時間 t_1 では、トライアックはトリガされ、電圧は速く上昇する。しかしながら、トライアックを通って流れる電流は、伝導状態でトライアックを維持するのには十分ではなく、トライアックは、再びターンオフし、負荷を介した電圧は、負荷の抵抗特性により下降する。調光器を介した電圧が、増加しているので、たとえ、DTCが、常に活性化になり、調光器トライアックを再びトリガすることなしでも、調光器中のRC回路は、再充電するだろう。その結果、図11Bに示されるような各半サイクル中に、トライアックを多重でトリガする。有効電力要因補正回路が、DCリンクの駆動またはLEDの直接駆動に対して不連続のスイッチングを備えたコンバータをブーストするように、トライアックベースの調光器が、低電力の抵抗負荷に接続される場合、トライアックのそのような多重のトリガは生じてもよい。

40

【0076】

図11Aおよび11Bの各半サイクルの平均電圧の比較によって見ることができるように、この多重のトリガは、負荷を介した非常に不安な電圧およびより低い平均電圧に帰着する。この電圧が、LEDの強度を制御するセットポイントを導くために使用される場合、それは、振動するセットポイントに帰着するだろう。平均（またはRMS）電圧が、この状況でLED光源の強度をセットするために使用される場合、不安定な光出力を備えた誤った調光が、生じるだろう。

50

【0077】

この問題の解決策は、電圧レベル情報ではなく、LED光源強度を制御するための時間情報を使用することである。ゼロ交差点からゼロ交差に続くトライアックの最初のトリガまでの時間遅延は、LED光源強度の制御値（これは、始動角度または位相制御値とも呼ばれる）を導くために使用されてもよい。この時間遅延値は、調光器（それは、調光器ノブのセッティングに依存する）のRC回路の充電時間に依存して変化し、半サイクルで後に生じてもよい多重のトライアック始動によって影響されない。

【0078】

マイクロプロセッサは、時間遅延値からLED強度セットポイント値を導くために使用されてもよい。これをインプリメントする1つの方法は、DTCを通る電流の立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジの発生時を測定する、または、これらの立ち上がりおよび立ち下がりエッジに関連した電圧を測定することである。これらの電流の立ち上がりおよび立ち下がりエッジは、図7Bで例えば示され、モーメントに対応する。トライアックがゼロ交差でターンオフする場合に、DTCが活性化される（立ち上がりエッジ）。トライアックがトリガされる場合に、DTCが非活性化される（立ち下がりエッジ）。2つの立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間の時間は、電源電圧のゼロ交差間のサイクル時間を示す。立ち上がりエッジと立ち下がりエッジの間の時間は、ゼロ交差と最初のトライアックの始動時間の間の時間遅延を示す。これらの測定から、トライアック始動角度は、単に算出することができる。これは、DTC12の電流源回路17のトランジスタQ1のベースで、T6の電圧の立ち上がりおよび立ち下がりエッジを測定することによって、図3および6に示される実施形態中で都合よく行うことができる。上に記述された実施形態では、この電圧は、DTCが活性化され、Q3がオンの場合に、約0.5Vになるだろう、また、DTCが非活性化され、Q3がオフの場合に、約1.5Vになるだろう。

10

20

30

【0079】

関連した立ち上がり／立ち下がりエッジ間の時間は、クロックを用いて測定することができます。それは、エッジが検出される場合に開始し、次の関連するエッジが検出される場合に止められる。DTC電流の立ち上がりエッジとDCT電流の次の立ち下がりエッジの間の時間は、トライアックオフデューティサイクルを決定するために、2つの立ち上がりエッジ間の時間によって、決定し分割することができる。トライアックオンデューティサイクルは、そのとき（1-オフデューティサイクル）である。進歩的な機能は、LEDに対する現在のセットポイントを導くために使用することができる。また、この機能は、飽和状態を備えた指数関数になりえる。そのようなクロックおよび進歩的な機能は、当業者の1人によって理解されるように、マイクロプロセッサまたはマイクロコントローラを使用して実施することができる。

【0080】

この解決策によって、システムは、異なるAC電圧を持った国々で使用するために、ユニバーサルな電力入力（例えば、90Vから240VのAC電源電圧）を備えた調光可能回路中のアプリケーションのために設計することができる。光源強度制御値が、電圧値ではなく、時間遅延値に依存するので、入力電圧値および結果として生じた平均負荷電圧は、AC印加電圧の機能のように変化しない。これにより、単一の設計は、世界の至る所で使用することができ、それによって、スケールの大きな節約により、製造コストを減少する。

40

【0081】

[ヒステリシスおよび最小の電流]

「オフ」スイッチのない調光器は、最小（つまり、光源をオフする）の位置でセットされた場合、直列コンデンサのように作用する。AC電流は、この「コンデンサ」を通って流れ、LED駆動回路中の整流器のDC側を充電するだろう。これは、短時間期間の後に、LED駆動回路中のコントローラチップを起動するのに十分かもしれない。これは、DCリンクを放電して、LEDを簡潔にフラッシュさせてもよい。その後、アンダー電圧は、検知されるだろう。コントローラは、スイッチオフするだろう。また、サイクルは、

50

再びもう一度開始するだろう。この望まれないフラッシングを防ぐために、電流制御回路は、ヒステリシスを生成するために、ある正のフィードバックが提供されてもよい。このように、電流制御装置は、平均入力電圧がある限度を超えるまで、ゼロセットポイントを受け取るだろう。その後、現在のセットポイントは、低値（例えば、約30mA）に切り替えられる。調光器ノブをより低いセッティングに後ろに戻すことによって、その後、LED電流は、減少されてもよい（例えば、約10mAまで）。したがって、この低い調光器セッティングでは、LEDは、前の調光器セッティングに依存して、オンかもしれないし、オフかもしれない。

【0082】

LEDを通る最小の電流は、ほぼ無負荷（すなわち、低い調光器セッティング）で、調光器回路相互作用により、光強度の変化を回避するために好まれる。ほぼ無負荷で、LED駆動回路中の整流器のDC側の電圧は、調光器の内部のLCフィルタ（例えば、図1の調光器回路に含まれたインダクタL1およびコンデンサC2）により、増加する傾向がある。この増加は、LED電流を上昇させる測定された平均負荷電圧を上昇させる。電流のこの上昇は、DC電圧を低下させるだろう。また、LED電流は、再び減少するだろう。その結果として、LED電流は振動する。この問題は、一般的に、少なくとも5mAの最小値でまたはその最小値を超えて、LED電流を維持することにより、回避することができる。調光器トライアックの始動角度が、180度に近づく場合、回路は、駆動を停止し、障害モードが、生じるだろう。しかしながら、ヒステリシスにより、光は、生成されないだろう。それは、白熱電球が行うことに類似している。

10

【0083】

ヒステリシスおよび最小の電流は、図12に示されるように、抵抗器R30およびR31およびコンデンサC17を加えることにより、図10に示される実施形態で実施されてもよい。R30とR23は、増幅器U12のまわりの正のフィードバックを生成する。LEDが制御される場合、U12の出力は、約2.5Vである。また、LEDが、オフである場合、U12の出力は、約8Vである。したがって、約10mVのヒステリシスが、ノード24で現れるだろう。最小の電流は、グランドから参照24を上げるQ10（示されない）を介する抵抗器およびこのヒステリシスによって決定される。LEDがオフで、参照24が上昇している場合、U12の入力が+入力より上昇するとすぐに、U12は、トグルするだろう。トグルの後に、+入力は、約10mVに落ちて、それにより、約10mV/R24 = 30mAによってセットポイントが増加する。適切な値は、R30 = 1.2M；R31 = 4.7k；C17 = 10nFである。

20

【0084】

[電圧保護の上下 (Over and under voltage protection)]

LED駆動回路の二次回路は、好ましくは、ある範囲間（例えば、8.3Vおよび17.3V間の出力電圧）のみの電流源として働き、この範囲の外側の電圧制御を使用することを目指している。LEDに対する現在のセットポイントが0である場合、駆動回路は、まだ有効であるに違いない。したがって、これを可能にするために、駆動回路の出力は、フライバックコントローラチップのアンダー電圧ロックアウトを回避するように制御された電圧である。電流制御範囲上の電圧については、駆動回路は、LEDの切断または開回路の故障の場合に、回路（特に、駆動回路の一次側のパワートランジスタ）中の過電圧を回避するために、電圧制御モードに入る。電流制御範囲は、抵抗器の値によって設定し、非常に低い許容範囲を達成するために基準電源チップを利用することができる。あるフライバックコントローラチップ中に内蔵の過電圧保護は、その高すぎる許容範囲によりむしろ使用されない。

30

【0085】

したがって、本発明は、上に議論されたある実施形態への言及によって記述された。1つの実施形態中の要素およびコンポーネントは、他の実施形態で使用されてもよい。上に記述された実施形態は、DTCを含んでいるが、これを省略することができる。さらに、様々な実施形態のコンテキストに記述された駆動回路またはセットポイントフィルタ回路

40

50

の様々な機能が、それらの実施形態から省略されてもよい、または、他の実施形態に含まれていてもよいことは明白だろう。

【0086】

記述された実施形態は、当業者に有名な様々な変更および代替形態を受け入れられることが認識されるだろう。例えば、ダイオード整流器ブリッジのような全波整流器を備えたDTCを使用する代わりに、半波整流器を備えた2つのDTCが使用されてもよい。後者の場合では、1つのDTCは、AC電流の一方向に使用されるだろう。また、別のDTCは反対方向で使用されるだろう。記述された回路は、バイポーラトランジスタまたはMOSFETS、または他のタイプのスイッチング素子で設計されてもよい。用語「ベース」、「コレクタ」および「エミッタ」、そして「ゲート」、「ドレイン」および「ソース」は、バイポーラトランジスタまたはFETの接続を言及しているだけでなく、他のタイプのトランジスタの同様の接続についても言及しているとして、広く解釈されるべきであることに留意する。さらに、本発明の実施形態は、照明システムに関して記述された。しかしながら、本発明は、さらに他のタイプのアプリケーションに対する回路に関連してもよい。

10

【図1】

図1

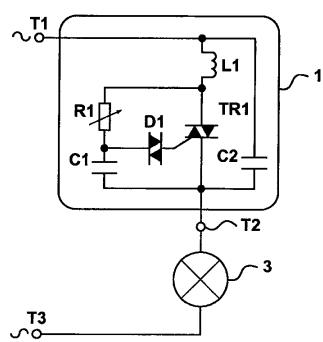


Fig. 1 (従来技術)

【図2A】

図2A

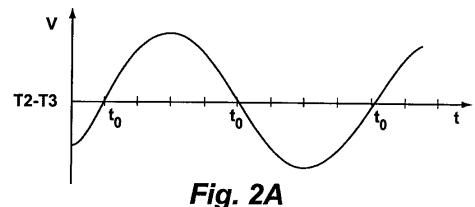


Fig. 2A

【図2B】

図2B

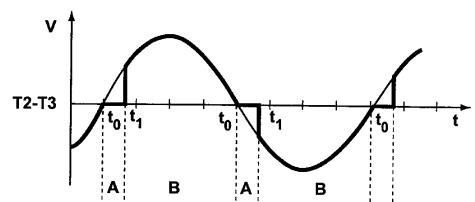
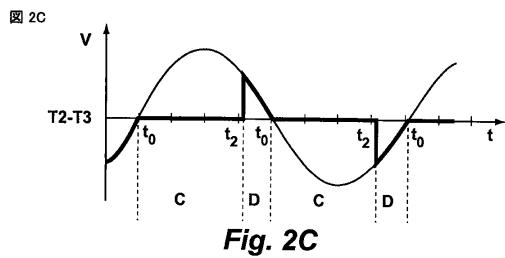


Fig. 2B

【図2C】



【図4】

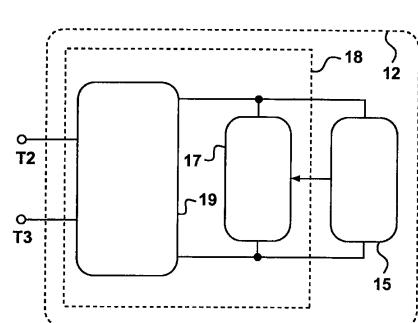
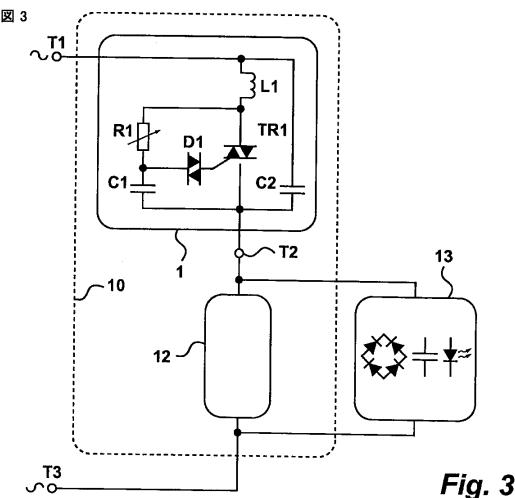


Fig. 4

【図3】



【図5】

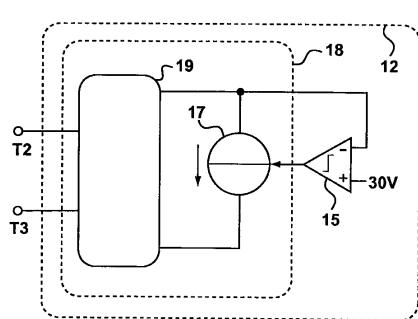


Fig. 5

【図6】

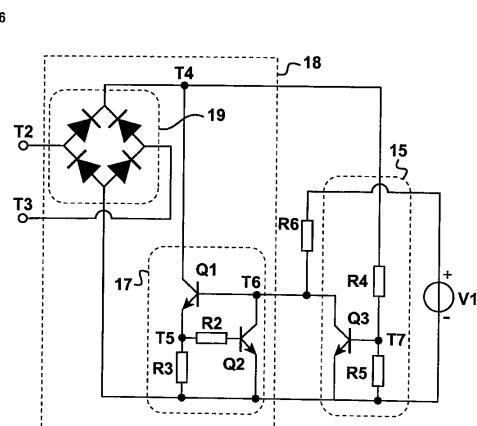


Fig. 6

【図7A】

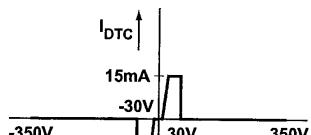


Fig. 7A

【図7B】

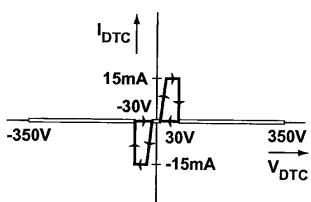


Fig. 7B

【図 8】

図 8

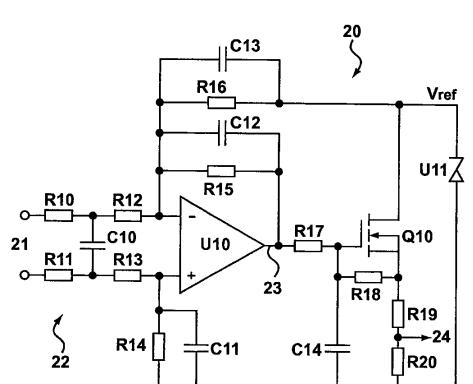


Fig. 8

【図 9 A】

図 9A

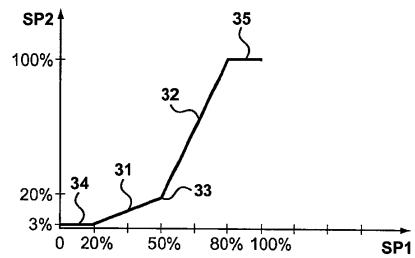


Fig. 9A

【図 9 B】

図 9B

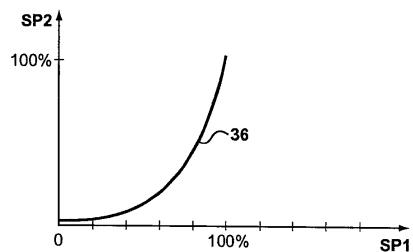


Fig. 9B

【図 10】

図 10

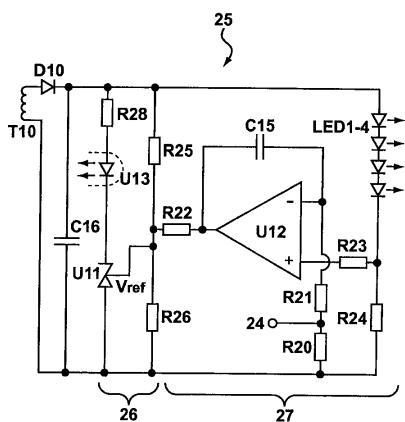


Fig. 10

【図 11 A】

図 11A

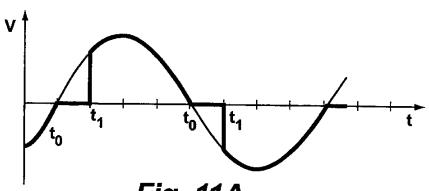


Fig. 11A

【図 11 B】

図 11B

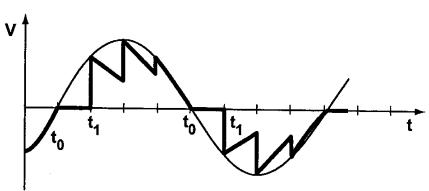


Fig. 11B

【図 1 2】

図 12

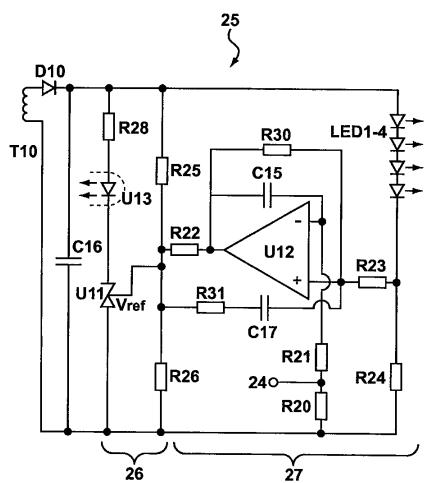


Fig. 12

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2008/112735 (WO, A1)
特開平11-045785 (JP, A)
特表2007-538378 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 05 B 37/02