

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5383380号
(P5383380)

(45) 発行日 平成26年1月8日(2014.1.8)

(24) 登録日 平成25年10月11日(2013.10.11)

(51) Int.Cl.

H05B 37/02 (2006.01)

F 1

H05B 37/02

J

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-193979 (P2009-193979)
 (22) 出願日 平成21年8月25日 (2009.8.25)
 (65) 公開番号 特開2011-48916 (P2011-48916A)
 (43) 公開日 平成23年3月10日 (2011.3.10)
 審査請求日 平成24年6月11日 (2012.6.11)

(73) 特許権者 000006013
 三菱電機株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
 (73) 特許権者 390014546
 三菱電機照明株式会社
 神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号
 (74) 代理人 100099461
 弁理士 溝井 章司
 (72) 発明者 船山 信介
 神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号
 三菱電機照明株式会社内
 (72) 発明者 芝原 信一
 神奈川県鎌倉市大船二丁目14番40号
 三菱電機照明株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】点灯回路及び照明器具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光ダイオードを有する負荷回路に直流負荷電圧を印加して上記発光ダイオードを点灯する点灯回路において、

直流電源電圧を生成する直流電源回路と、

上記直流電源回路が生成した直流電源電圧から矩形波電圧を生成するインバータ回路と、

コイルとコンデンサとを有し、上記コイルと上記コンデンサとの共振により、上記インバータ回路が生成した矩形波電圧から交流電圧を生成する共振回路と、

上記共振回路が生成した交流電圧を整流して直流負荷電圧を生成する整流回路とを有し、

上記インバータ回路は、上記発光ダイオードを消灯状態から点灯状態に切り替える点灯開始期間及び上記発光ダイオードを点灯状態から消灯状態に切り替える点灯終了期間のうち少なくともいずれかにおいて生成する矩形波電圧の周波数が、上記発光ダイオードを継続して点灯する継続点灯期間において生成する矩形波電圧の周波数よりも、上記共振回路の共振周波数から遠い周波数であって、上記負荷回路の発光ダイオードが点灯する点灯電圧より上記整流回路が生成する直流負荷電圧が低くなる周波数であることを特徴とする点灯回路。

【請求項 2】

上記インバータ回路は、上記発光ダイオードの点灯開始期間において生成する矩形波電

10

20

圧の周波数を、上記負荷回路の発光ダイオードが点灯する点灯電圧より上記整流回路が生成する直流負荷電圧が低くなる周波数から、上記負荷回路の発光ダイオードが点灯する点灯電圧より上記整流回路が生成する直流負荷電圧が高くなる周波数へ変化させることを特徴とする請求項1に記載の点灯回路。

【請求項3】

上記インバータ回路は、上記発光ダイオードの点灯終了期間において生成する矩形波電圧の周波数を、上記負荷回路の発光ダイオードが点灯する点灯電圧より上記整流回路が生成する直流負荷電圧が高くなる周波数から、上記負荷回路の発光ダイオードが点灯する点灯電圧より上記整流回路が生成する直流負荷電圧が低くなる周波数へ変化させることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の点灯回路。

10

【請求項4】

上記共振回路は、上記発光ダイオードを継続して点灯する継続点灯期間において上記整流回路に対して出力する電流が0になる期間の比率が9分の1以下であることを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の点灯回路。

【請求項5】

発光ダイオードを有する負荷回路と、請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の点灯回路とを有することを特徴とする照明器具。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

この発明は、LEDを点灯する点灯回路に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、LEDを用いた照明器具が普及してきている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-105016号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

LEDを用いた照明器具において、電源投入直後などに、一時的にLEDが通常より明るくなるフラッシュ現象が生じるなど、LEDの光出力が不安定になる場合がある。

この発明は、例えば上記のような課題を解決するためになされたものであり、LEDを安定した光出力で点灯することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

この発明にかかる点灯回路は、

発光ダイオードを有する負荷回路に直流負荷電圧を印加して上記発光ダイオードを点灯する点灯回路において、

40

直流電源電圧を生成する直流電源回路と、

上記直流電源回路が生成した直流電源電圧から矩形波電圧を生成するインバータ回路と、

コイルとコンデンサとを有し、上記コイルとコンデンサとの共振により、上記インバータ回路が生成した矩形波電圧から交流電圧を生成する共振回路と、

上記共振回路が生成した交流電圧を整流して直流負荷電圧を生成する整流回路とを有し、

上記インバータ回路は、上記発光ダイオードを消灯状態から点灯状態に切り替える点灯開始期間及び上記発光ダイオードを点灯状態から消灯状態に切り替える点灯終了期間のうち少なくともいずれかにおいて生成する矩形波電圧の周波数が、上記発光ダイオードを繼

50

続して点灯する継続点灯期間において生成する矩形波電圧の周波数よりも、上記共振回路の共振周波数から遠い周波数であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

この発明にかかる照明器具によれば、直流電源回路が生成する直流電源電圧が安定してからLEDが点灯するので、フラッシュ現象などの発生を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施の形態1における照明器具800の回路構成を示す電気回路図。

【図2】実施の形態1における点灯処理S510の流れを示すフローチャート図。

10

【図3】実施の形態1における消灯処理S520の流れを示すフローチャート図。

【図4】実施の形態1における照明器具800の各部の電圧などを示すグラフ図。

【図5】実施の形態1における照明器具800の各部の電圧などを示すグラフ図。

【図6】実施の形態1における照明器具800の各部の電圧などを示すグラフ図。

【図7】実施の形態1におけるインバータ回路130が生成する矩形波電圧の周波数fと、共振コンデンサC42の両端に発生する電圧のピークピーケ値v_cとの関係を示す特性グラフ図。

【図8】実施の形態1におけるインバータ回路130が生成する矩形波電圧の周波数fと、負荷回路810を流れる電流との関係を示す特性グラフ図。

【図9】実施の形態1における共振回路140のパラメータと点灯周波数f₂との関係を示すグラフ図。

20

【図10】実施の形態1における共振回路140のパラメータと期間732の比率との関係を示すグラフ図。

【図11】実施の形態2における点灯処理S510の流れを示すフローチャート図。

【図12】実施の形態2における消灯処理S520の流れを示すフローチャート図。

【図13】実施の形態2における照明器具800の各部の電圧などを示すグラフ図。

【図14】実施の形態3における照明器具800の回路構成を示す電気回路図。

【発明を実施するための形態】

【0008】

実施の形態1。

30

実施の形態1について、図1～図10を用いて説明する。

【0009】

図1は、この実施の形態における照明器具800の回路構成を示す電気回路図である。

照明器具800は、商用電源などの交流電源ACから供給された電力により、LED(発光ダイオード)を点灯する。照明器具800は、点灯回路100、負荷回路810を有する。

点灯回路100は、負荷回路810に印加する直流負荷電圧を生成する。点灯回路100は、整流回路110、直流電源回路120、インバータ回路130、共振回路140、整流回路150、インバータ制御回路170を有する。

負荷回路810は、例えば直列に電気接続した複数のLEDを有する。負荷回路810は、点灯回路100が生成した直流負荷電圧により、LEDを点灯する。

【0010】

整流回路110は、例えば整流素子をブリッジ接続したダイオードブリッジDB1を有する。整流回路110は、交流電源ACから入力した交流電圧を全波整流して脈流電圧を生成する。

直流電源回路120(アクティブフィルタ回路)は、例えばチョークコイルL21、スイッチング素子Q22、整流素子D23、平滑コンデンサC24、PFC125からなる昇圧チョッパ回路であり、整流回路110が生成した脈流電圧から、所定の目標電圧値V₀(例えば415V)の直流電圧(以下「直流電源電圧」と呼ぶ。)を生成する。

インバータ回路130は、例えば直列に電気接続した2つのスイッチング素子Q31、

40

50

Q32を有する。インバータ回路130は、インバータ制御信号を入力し、入力したインバータ制御信号にしたがって、2つのスイッチング素子Q31、Q32を交互にオンオフすることにより、直流電源回路120が生成した直流電源電圧から、矩形波電圧を生成する。

共振回路140は、例えばチョークコイルL41(インダクタ)、共振コンデンサC42、結合コンデンサC43を有する。共振回路140は、チョークコイルL41と共振コンデンサC42との共振により、インバータ回路130が生成した矩形波電圧から、交流電圧を生成する。

整流回路150は、例えばダイオードブリッジDB2、平滑コンデンサC51を有する。整流回路150は、共振回路140が生成した交流電圧から直流電圧(直流負荷電圧)を生成する。
10

【0011】

インバータ制御回路170は、インバータ回路130を制御するインバータ制御信号を生成する。インバータ制御回路170は、周波数設定部171、制御信号生成部172を有する。

周波数設定部171は、インバータ制御信号の周波数fを設定する。インバータ回路130は、インバータ制御信号にしたがって2つのスイッチング素子Q31、Q32をオンオフするので、インバータ制御信号の周波数fは、すなわち、インバータ回路130が生成する矩形波電圧の周波数である。

制御信号生成部172は、周波数設定部171が設定した周波数fにしたがって、インバータ制御信号を生成する。
20

インバータ制御回路170は、例えばマイコンにより構成する。マイコンは、プログラムやデータを記憶するROMなどの不揮発性メモリや一時的にデータを記憶するRAMなどの揮発性メモリなどの記憶装置と、プログラムを実行してデータを処理する処理装置とを有する。上述した周波数設定部171や制御信号生成部172は、マイコンの処理装置がプログラムを実行することにより実現される。

なお、インバータ制御回路170は、マイコンではなく、論理回路やアナログ回路などにより構成してもよい。

【0012】

図2は、この実施の形態における点灯処理S510の流れを示すフローチャート図である。
30

点灯処理S510は、LEDが消灯状態にあり、LEDの点灯を開始して、点灯状態にする点灯開始期間に実行する処理である。点灯処理S510は、起動周波数設定工程S511、タイマー初期化工程S513、経過時間判定工程S514、点灯周波数設定工程S515を有する。

【0013】

起動周波数設定工程S511において、周波数設定部171は、インバータ制御信号の周波数fを起動周波数f₁に設定する。制御信号生成部172は、周波数設定部171が設定した周波数にしたがって、周波数fが起動周波数f₁であるインバータ制御信号を生成する。これにより、インバータ回路130は、周波数fが起動周波数f₁である矩形波電圧を生成する。
40

【0014】

タイマー初期化工程S513において、周波数設定部171は、経過時間を監視するため、タイマーを初期化する。

経過時間判定工程S514において、周波数設定部171は、タイマー初期化工程S513でタイマーを初期化してからの経過時間tと所定の時間T₁とを比較する。経過時間tが時間T₁未満である場合、周波数設定部171は、経過時間判定工程S514を繰り返す。経過時間tが時間T₁以上である場合、周波数設定部171は、点灯周波数設定工程S515へ進む。

【0015】

例えば、タイマー初期化工程 S 5 1 3において、周波数設定部 1 7 1は、タイマーとして用いるレジスタに所定の整数を記憶する。経過時間判定工程 S 5 1 4において、周波数設定部 1 7 1は、タイマーとして用いるレジスタの値を 1 つ減らす。レジスタの値が 0 より大きい場合、周波数設定部 1 7 1は、経過時間判定工程 S 5 1 4を繰り返し、レジスタの値が 0 になった場合、周波数設定部 1 7 1は、点灯周波数設定工程 S 5 1 5へ進む。

【0 0 1 6】

点灯周波数設定工程 S 5 1 5において、周波数設定部 1 7 1は、インバータ制御信号の周波数 f を点灯周波数 f_2 に設定する。制御信号生成部 1 7 2は、周波数設定部 1 7 1が設定した周波数にしたがって、周波数 f が点灯周波数 f_2 であるインバータ制御信号を生成する。これにより、インバータ回路 1 3 0は、周波数 f が点灯周波数 f_2 である矩形波電圧を生成する。

【0 0 1 7】

ここで、起動周波数 f_1 は、共振回路 1 4 0のチョークコイル L 4 1と共振コンデンサ C 4 2とにより定まる共振周波数 f_0 より高い周波数である。チョークコイル L 4 1のインダクタンスを L 、共振コンデンサ C 4 2の静電容量を C とすると、共振周波数 f_0 は、次の式により定まる。

【数 1 1】

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

10

20

例えば、チョークコイル L 4 1のインダクタンス L が 1.1 mH、共振コンデンサ C 4 2の静電容量 C が 6800 pF であれば、共振周波数 f_0 は、約 58 kHz である。

【0 0 1 8】

また、点灯周波数 f_2 は、起動周波数 f_1 よりも低い周波数であり、起動周波数 f_1 よりも共振周波数 f_0 に近い周波数である。なお、点灯周波数 f_2 は、共振周波数 f_0 より高い周波数でもよいし、共振周波数 f_0 より低い周波数でもよい。例えば、共振周波数 f_0 が 58 kHz、起動周波数 f_1 が 90 kHz、点灯周波数 f_2 が 45 kHz であれば、起動周波数 f_1 と共振周波数 f_0 との差 $|f_1 - f_0|$ が 32 kHz であるのに対し、点灯周波数 f_2 と共振周波数 f_0 との差 $|f_2 - f_0|$ は 13 kHz であるから、点灯周波数 f_2 は、起動周波数 f_1 よりも共振周波数 f_0 に近い。

30

【0 0 1 9】

負荷回路 8 1 0を構成する直列に電気接続された LED の順方向降下電圧の合計（例えば 170V）を V_f （以下「点灯電圧」と呼ぶ。）とすると、整流回路 1 5 0が生成する直流負荷電圧の電圧値 V_D が点灯電圧 V_f 以上であれば LED が点灯し、電圧値 V_D が点灯電圧 V_f 未満であれば LED は点灯しない。

整流回路 1 5 0が生成する直流負荷電圧の電圧値 V_D は、共振回路 1 4 0が生成する交流電圧の最大値（0 - ピーク値）とほぼ等しい。共振回路 1 4 0が生成する交流電圧の最大値は、共振コンデンサ C 4 2の両端に発生する電圧のピークピーク値の約半分である。

直流電源回路 1 2 0が生成する直流電源電圧の電圧値が一定の場合、共振コンデンサ C 4 2の両端電圧のピークピーク値は、インバータ回路 1 3 0が生成する矩形波電圧の周波数 f に依存する。LED が点灯していない状態において、共振コンデンサ C 4 2の両端電圧のピークピーク値は、周波数 f が共振周波数 f_0 に近いほど大きくなる。

40

【0 0 2 0】

そこで、起動周波数 f_1 は、直流電源回路 1 2 0が生成する直流電源電圧の電圧値が目標電圧値 V_0 である場合に整流回路 1 5 0が生成する直流負荷電圧の電圧値 V_D が点灯電圧 V_f 未満になる周波数に設定する。したがって、LED は点灯しない。特に、10 ~ 20 %程度のマージンを見て、直流負荷電圧の電圧値 V_D が点灯電圧 V_f の 80 ~ 90 %未満になる周波数に設定することが望ましい。なぜなら、電源投入直後は、直流電源回路 1 2 0が生成する直流電源電圧の電圧値が安定せず、オーバーシュートを起こす場合がある

50

からである。直流電源電圧の電圧値が目標電圧値 V_0 である場合に、直流負荷電圧の電圧値 V_D が点灯電圧 V_f の 80 ~ 90 % 未満になるように設定しておけば、一時的なオーバーシュートにより、直流電源電圧の電圧値が目標電圧値 V_0 の 10 ~ 20 % 増しになった場合でも、直流負荷電圧の電圧値 V_D が点灯電圧 V_f を下回る。

【0021】

これに対し、点灯周波数 f_2 は、直流電源回路 120 が生成する直流電源電圧の電圧値が目標電圧値 V_0 である場合に整流回路 150 が生成する直流負荷電圧の電圧値 V_D が点灯電圧 V_f 未満になる周波数に設定する。これにより、LED が点灯する。

【0022】

インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f を起動周波数 f_1 から点灯周波数 f_2 に切り替えるまでの待ち時間 T_1 は、電源投入から、直流電源回路 120 が生成する直流電源電圧の電圧値が目標電圧値 V_0 で安定するまでにかかる時間よりも長い時間に設定する。これにより、直流電源電圧が安定してから LED が点灯するので、直流電源回路 120 のオーバーシュートにより一時的に LED が通常より明るくなる現象（フラッシュ現象）を防ぐことができる。

【0023】

図 3 は、この実施の形態における消灯処理 S520 の流れを示すフローチャート図である。

消灯処理 S520 は、LED が点灯状態にあり、LED の点灯を終了して、消灯状態にする点灯終了期間に実行する処理である。消灯処理 S520 は、消灯周波数設定工程 S521、タイマー初期化工程 S523、経過時間判定工程 S524、電源回路オフ工程 S525 を有する。

【0024】

消灯周波数設定工程 S521 において、周波数設定部 171 は、インバータ制御信号の周波数 f を消灯周波数 f_3 に設定する。制御信号生成部 172 は、周波数設定部 171 が設定した周波数にしたがって、周波数 f が消灯周波数 f_3 であるインバータ制御信号を生成する。これにより、インバータ回路 130 は、周波数 f が消灯周波数 f_3 である矩形波電圧を生成する。

【0025】

タイマー初期化工程 S523 において、周波数設定部 171 は、経過時間を監視するため、タイマーを初期化する。

経過時間判定工程 S524 において、周波数設定部 171 は、タイマー初期化工程 S523 でタイマーを初期化してからの経過時間 t と所定の時間 T_2 とを比較する。経過時間 t が時間 T_2 未満である場合、周波数設定部 171 は、経過時間判定工程 S524 を繰り返す。経過時間 t が時間 T_2 以上である場合、周波数設定部 171 は、電源回路オフ工程 S525 へ進む。

【0026】

電源回路オフ工程 S525 において、直流電源回路 120 は、直流電源電圧の生成を停止する。

【0027】

消灯周波数 f_3 は、起動周波数 f_1 と同様、直流電源回路 120 が生成する直流電源電圧の電圧値が目標電圧値 V_0 である場合に整流回路 150 が生成する直流負荷電圧の電圧値 V_D が点灯電圧 V_f 未満になる周波数に設定する。消灯周波数 f_3 は、起動周波数 f_1 と同じ周波数でもよいし、異なる周波数でもよい。これにより、LED が消灯する。

また、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f を点灯周波数 f_2 から消灯周波数 f_3 に切り替えてから、直流電源回路 120 をオフするまでの待ち時間 T_2 は、LED が確実に消灯するまでの時間より長い時間に設定する。これにより、直流電源回路 120 をオフにした直後、一時的に直流電源電圧が不安定になった場合でも、LED が消灯しているので、フラッシュ現象などの異常現象を防ぐことができる。

【0028】

10

20

30

40

50

図4は、この実施の形態における照明器具800の各部の電圧などを示すグラフ図である。

横軸は、時刻を示す。縦軸は、電圧、周波数、電流などを示す。実線701は、直流電源回路120が生成する直流電源電圧の電圧値を示す。実線702は、インバータ回路130が生成する矩形波電圧の周波数fを示す。実線703は、整流回路150が生成する直流負荷電圧の電圧値を示す。実線704は、負荷回路810を流れる電流の平均値を示す。

【0029】

時刻 t_1 において、電源の投入などにより、点灯回路100が点灯処理S510を開始する。直流電源回路120が生成する直流電源電圧の電圧値は、オーバーシュートやアンダーシュートを繰り返しつつ、時刻 t_2 までには安定して、目標電圧値 V_0 に収束する。

【0030】

時刻 t_1 から時刻 t_2 までの期間は、点灯開始期間721である。

点灯開始期間721において、インバータ制御回路170は、インバータ制御信号の周波数fを起動周波数 f_1 とし、インバータ回路130は、周波数fが起動周波数 f_1 の矩形波電圧を生成する。

これにより、整流回路150が生成する直流負荷電圧の電圧値は、直流電源電圧の電圧値にかかわらず、点灯電圧 V_f を下回る。したがって、負荷回路810には電流が流れず、LEDは点灯しない。

【0031】

時刻 t_2 以降の期間は、継続点灯期間722である。

時刻 t_2 において、インバータ制御回路170は、インバータ制御信号の周波数fを点灯周波数 f_2 とし、インバータ回路130は、周波数fが点灯周波数 f_2 の矩形波電圧を生成する。

これにより、時刻 t_3 には、整流回路150が生成する直流負荷電圧の電圧値が点灯電圧 V_f に達し、時刻 t_4 には、負荷回路810を流れる電流の電流値が所望の電流値 I_D に達する。これにより、LEDが所望の明るさで安定して点灯する。

【0032】

時刻 t_5 において、スイッチの操作などにより、点灯回路100が消灯処理S520を開始する。時刻 t_5 以降の期間は、点灯終了期間723である。インバータ制御回路170は、インバータ制御信号の周波数fを消灯周波数 f_3 とする。なお、この例において、消灯周波数 f_3 は、起動周波数 f_1 と同じである。インバータ回路130は、周波数fが消灯周波数 f_3 の矩形波電圧を生成する。

これにより、時刻 t_6 には、整流回路150が生成する直流負荷電圧の電圧値が点灯電圧 V_f を下回り、負荷回路810を流れる電流が0になり、LEDが消灯する。

【0033】

時刻 t_7 において、直流電源回路120が動作を停止する。直流電源回路120は生成する直流電源電圧の電圧値は、時刻 t_8 までには0になる。

【0034】

図5は、この実施の形態における照明器具800の各部の電圧などを示すグラフ図である。

横軸は、図4よりも短い時間スケールの時刻を示す。縦軸は、電圧、電流などを示す。破線705は、インバータ回路130が生成する矩形波電圧の電圧値を示す。実線706は、共振コンデンサC42の両端に発生する電圧を示す。実線707は、チョークコイルL41を流れる電流を示す。

【0035】

インバータ回路130が生成する矩形波電圧の周波数fが起動周波数 f_1 である場合、矩形波電圧の周期Tは、起動周波数 f_1 の逆数である。例えば、起動周波数 f_1 が90kHzであれば、周期Tは、約11マイクロ秒である。

このとき、共振コンデンサC42の両端に発生する電圧のピークピーク値 V_c は、点灯

10

20

30

40

50

電圧 V_f の 2 倍を下回るので、負荷回路 810 の LED は点灯しない。

【0036】

図 6 は、この実施の形態における照明器具 800 の各部の電圧などを示すグラフ図である。

横軸は、図 5 と同じ時間スケールの時刻を示す。縦軸は、電圧、電流などを示す。図 5 と共に通する部分には、同一の符号を付す。破線 708 は、負荷回路 810 を流れる電流を示す。

【0037】

インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f が点灯周波数 f_2 である場合、矩形波電圧の周期 T は、点灯周波数 f_2 の逆数である。例えば、点灯周波数 f_2 が 45 kHz であれば、周期 T は、約 2.2 マイクロ秒である。

このとき、共振コンデンサ C42 の両端に発生する電圧のピークピーク値 v_c は、点灯電圧 V_f の 2 倍を上回り、負荷回路 810 に電流が流れ、LED が点灯する。

【0038】

ここで、点灯回路 100 の回路動作は、3つの期間 731, 732, 733 に分けられ、これを、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の半周期ごとに繰り返す。期間 731 は、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の瞬時値が切り替わってから、チョークコイル L41 を流れる電流の極性が切り替わるまでの期間である。チョークコイル L41 を流れる電流の極性が切り替わったことにより、それまでオンだったダイオードブリッジ DB2 の整流素子がオフになる。期間 732 は、その後、ダイオードブリッジ DB2 の逆極性の整流素子がオンになるまでの期間である。期間 733 は、その後、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の瞬時値が切り替わるまでの期間である。

期間 731, 733 において、チョークコイル L41 を流れる電流のほとんどは、負荷回路 810 を流れ、あるいは、平滑コンデンサ C51 を充電することにより、間接的に負荷回路 810 を流れる。これに対し、期間 732 において、チョークコイル L41 を流れる電流は、共振コンデンサ C42 を充電あるいは放電し、半周期後の期間 732 に、チョークコイル L41 を通って、インバータ回路 130 に戻っていく。すなわち、期間 732 にチョークコイル L41 を流れる電流は、LED の点灯に寄与しない。

チョークコイル L41 の銅損やスイッチング素子 Q31, Q32 のスイッチングなどによる電力損失があることを考えると、LED の点灯に寄与しない電流は、なるべく少ないほうがよい。したがって、期間 732 は、できるだけ短いほうがよく、周期 T に対する期間 732 の比率が 9 分の 1 (角度にして 40 度) 以下であることが望ましい。

【0039】

図 7 は、この実施の形態におけるインバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f と、共振コンデンサ C42 の両端に発生する電圧のピークピーク値 v_c との関係を示す特性グラフ図である。

横軸は、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f を示す。縦軸は、共振コンデンサ C42 の両端に発生する電圧のピークピーク値 v_c を示す。実線 712 は負荷回路 810 がある場合、点線 713 は負荷回路 810 がない場合を示す。閾値周波数 f_T は、共振コンデンサ C42 の両端に発生する電圧のピークピーク値 v_c が点灯電圧 V_f の 2 倍と等しくなる周波数を表わす。

【0040】

インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f が閾値周波数 f_T より高く、共振コンデンサ C42 の両端に発生する電圧のピークピーク値 v_c が点灯電圧 V_f の 2 倍を下回る場合は、負荷回路 810 があってもなくても同じであり、ピークピーク値 v_c は、チョークコイル L41 と共振コンデンサ C42 との共振周波数 f_0 をピークとする山型を描く。

【0041】

インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f が閾値周波数 f_T より低く、共振コンデンサ C42 の両端に発生する電圧のピークピーク値 v_c が点灯電圧 V_f の 2 倍を

10

20

30

40

50

上回る場合、負荷回路 810 を電流が流れるので、共振周波数 f_0' は、並列に電気接続した共振コンデンサ C42 と結合コンデンサ C43 との合成による等価コンデンサと、チョークコイル L41 とによって定まる。並列に電気接続したコンデンサの合成静電容量は各コンデンサの静電容量の和であるから、等価コンデンサの静電容量は共振コンデンサ C42 の静電容量より大きくなり、共振周波数 f_0' は、共振周波数 f_0 より低くなる。

【0042】

図 8 は、この実施の形態におけるインバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f と、負荷回路 810 を流れる電流との関係を示す特性グラフ図である。

横軸は、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f を示す。縦軸は、負荷回路 810 を流れる電流の平均値を示す。実線 714 は、周波数 f と LED を流れる電流の平均値との関係を示す。

【0043】

インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f が閾値周波数 f_T より高い場合、負荷回路 810 を流れる電流は、0 である。

インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f が閾値周波数 f_T より低い場合、負荷回路 810 を流れる電流の平均値は、共振周波数 f_0' をピークとする山型を描く。

したがって、負荷回路 810 を流れる電流の平均値が所望の電流値 I_D になるよう、点灯周波数 f_2 を設定することにより、LED を所望の明るさで点灯することができる。

【0044】

なお、利用者の操作により、点灯周波数 f_2 を変えられるよう構成してもよい。これにより、LED の明るさを調整することができるので、照明器具 800 に調光機能を持たせることができる。

【0045】

図 9 は、この実施の形態における共振回路 140 のパラメータと点灯周波数 f_2 との関係を示すグラフ図である。

横軸は、共振コンデンサ C42 の静電容量を示す。縦軸は、点灯周波数 f_2 を示す。実線 741 ~ 743 は、チョークコイル L41 のインダクタンス及び共振コンデンサ C42 の静電容量を変えた場合に、負荷回路 810 を流れる電流が所定の電流値となる点灯周波数 f_2 を示し、実線 741 はチョークコイル L41 のインダクタンスが小さい場合、実線 742 はチョークコイル L41 のインダクタンスが中間の場合、実線 743 はチョークコイル L41 のインダクタンスが大きい場合を示す。

【0046】

チョークコイル L41 のインダクタンスが大きいほど、チョークコイル L41 を流れる電流が制限される。このため、負荷回路 810 を流れる電流を所定の電流値に保つためには、点灯周波数 f_2 を小さくする必要がある。

【0047】

図 10 は、この実施の形態における共振回路 140 のパラメータと期間 732 の比率との関係を示すグラフ図である。

横軸は、共振コンデンサ C42 の静電容量を示す。縦軸は、周期 T に対する期間 732 の比率を示す。実線 751 ~ 753 は、チョークコイル L41 のインダクタンス及び共振コンデンサ C42 の静電容量を変えた場合における期間 732 の角度を示し、実線 751 はチョークコイル L41 のインダクタンスが小さい場合、実線 752 はチョークコイル L41 のインダクタンスが中間の場合、実線 753 はチョークコイル L41 のインダクタンスが大きい場合を示す。

【0048】

このように、チョークコイル L41 のインダクタンスが大きいほど、期間 732 の比率は小さくなる。これは、チョークコイル L41 のインダクタンスが大きいほど点灯周波数 f_2 が低くなるので、周期 T が長くなるからである。

また、共振コンデンサ C42 の静電容量が小さいほど、期間 732 の比率は小さくなる

10

20

30

40

50

。これは、共振コンデンサ C 4 2 の静電容量が小さいほど、共振コンデンサ C 4 2 を充放電するのにかかる時間が短くなるからである。

【0049】

上述したように、期間 7 3 2 の比率は 9 分の 1 以下であることが望ましいので、期間 7 3 2 の比率が 9 分の 1 以下となるよう、チョークコイル L 4 1 のインダクタンス及び共振コンデンサ C 4 2 の静電容量を設定する。

これにより、チョークコイル L 4 1 の銅損やスイッチング素子 Q 3 1 , Q 3 2 のスイッチングなどによる電力損失を小さくすることができ、点灯回路 1 0 0 の電力効率を高めることができる。

【0050】

実施の形態 2 .

実施の形態 2 について、図 1 1 ~ 図 1 3 を用いて説明する。

なお、実施の形態 1 で説明した照明器具 8 0 0 と共に通する部分については、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0051】

図 1 1 は、この実施の形態における点灯処理 S 5 1 0 の流れを示すフローチャート図である。

点灯処理 S 5 1 0 は、起動周波数設定工程 S 5 1 1 、タイマー初期化工程 S 5 1 3 、経過時間判定工程 S 5 1 4 、周波数変更工程 S 5 1 6 を有する。

【0052】

周波数変更工程 S 5 1 6 において、周波数設定部 1 7 1 は、設定したインバータ制御信号の周波数 f を変更して、変更前よりも点灯周波数 f_2 に近づける。制御信号生成部 1 7 2 は、周波数設定部 1 7 1 が変更した周波数にしたがって、インバータ制御信号を生成する。これにより、インバータ回路 1 3 0 は、周波数設定部 1 7 1 が変更した変更後の周波数の矩形波電圧を生成する。

変更後の周波数 f が点灯周波数 f_2 より高い場合、周波数設定部 1 7 1 は、周波数変更工程 S 5 1 6 を繰り返す。

変更後の周波数 f が点灯周波数 f_2 と等しい場合、周波数設定部 1 7 1 は、点灯処理 S 5 1 0 を終了する。

【0053】

例えば、起動周波数 f_1 と点灯周波数 f_2 との差 $f_1 - f_2$ の 1 0 0 分の 1 をステップ周波数 f とし、周波数変更工程 S 5 1 6 において、周波数設定部 1 7 1 は、インバータ制御信号の周波数 f をステップ周波数だけ低い周波数 $f - f$ に変更する。例えば、起動周波数 f_1 が 9 0 k H z 、点灯周波数が 4 5 k H z であれば、ステップ周波数 f は、4 5 0 H z である。周波数設定部 1 7 1 は、これを 1 0 0 回繰り返す。これにより、インバータ制御信号の周波数は、起動周波数 f_1 である 9 0 k H z から、8 9 . 5 5 k H z 、8 9 . 1 k H z 、8 8 . 6 5 k H z と徐々に低くなり、点灯周波数 f_2 である 4 5 k H z に達する。

【0054】

図 1 2 は、この実施の形態における消灯処理 S 5 2 0 の流れを示すフローチャート図である。

消灯処理 S 5 2 0 は、周波数変更工程 S 5 2 2 、電源回路オフ工程 S 5 2 5 を有する。

【0055】

周波数変更工程 S 5 2 2 において、周波数設定部 1 7 1 は、設定したインバータ制御信号の周波数 f を変更して、変更前よりも消灯周波数 f_3 に近づける。制御信号生成部 1 7 2 は、周波数設定部 1 7 1 が変更した周波数にしたがって、インバータ制御信号を生成する。これにより、インバータ回路 1 3 0 は、周波数設定部 1 7 1 が変更した変更後の周波数の矩形波電圧を生成する。

変更後の周波数 f が消灯周波数 f_3 より低い場合、周波数設定部 1 7 1 は、周波数変更工程 S 5 2 2 を繰り返す。

10

20

30

40

50

変更後の周波数 f が点灯周波数 f_2 と等しい場合、周波数設定部 171 は、電源回路オフ工程 S525 へ進む。

【0056】

このように、点灯回路 100 は、点灯処理 S510 や消灯処理 S520 において、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f を連続的に少しづつ変化させる。

【0057】

図 13 は、この実施の形態における照明器具 800 の各部の電圧などを示すグラフ図である。

【0058】

点灯開始期間 721 は、時刻 t_1 から時刻 t_4 までの期間である。

10

時刻 t_2 において、周波数設定部 171 は、インバータ制御信号の周波数 f の変更を開始し、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f は、少しづつ低くなる。これに伴って、整流回路 150 が生成する直流負荷電圧の電圧値は、少しづつ高くなる。

時刻 t_3 において、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f が閾値周波数 f_T に達すると、整流回路 150 が生成する直流負荷電圧の電圧値は、点灯電圧 V_f に達し、負荷回路 810 に電流が流れ始める。

その後、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f が低くなるにつれて、負荷回路 810 を流れる電流が徐々に大きくなる。

時刻 t_4 において、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f が点灯周波数 f_2 に達すると、負荷回路 810 を流れる電流の電流値が、所望の電流値 I_D になる。

20

【0059】

点灯終了期間 723 は、時刻 t_5 から時刻 t_8 までの期間である。

時刻 t_5 において、周波数設定部 171 は、インバータ制御信号の周波数 f の変更を開始し、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f は、少しづつ高くなる。これに伴って、負荷回路 810 を流れる電流は、少しづつ小さくなる。

時刻 t_6 において、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f が閾値周波数 f_T に達すると、整流回路 150 が生成する直流負荷電圧の電圧値は、点灯電圧 V_f まで下がる。

その後、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f が更に高くなると、整流回路 150 が生成する直流負荷電圧の電圧値が点灯電圧 V_f を下回るので、負荷回路 810 を流れる電流は 0 になる。

30

時刻 t_7 において、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f は、消灯周波数 f_3 ($= f_1$) に達する。直流電源回路 120 は、直流電源電圧の生成を停止する。

【0060】

このように、インバータ回路 130 が生成する矩形波電圧の周波数 f を徐々に変化させることにより、周波数 f を急激に変化させたときに発生する可能性がある過渡現象を抑えることができる。また、点灯時には、LED が徐々に明るくなつて所望の明るさに達するフェードインの照明効果を得ることができ、消灯時には、逆に、LED が徐々に暗くなつて消灯するフェードアウトの照明効果を得ることができる。

【0061】

40

実施の形態 3。

実施の形態 3 について、図 14 を用いて説明する。

なお、実施の形態 1 または実施の形態 2 で説明した照明器具 800 と共通する部分については、同一の符号を付し、説明を省略する。

【0062】

図 14 は、この実施の形態における照明器具 800 の回路構成を示す電気回路図である。

この実施の形態における照明器具 800 は、共振回路 140 の構成が実施の形態 1 と異なり、結合コンデンサ C43 が、共振コンデンサ C42 に対して並列ではなく、直列に電気接続している。

50

【0063】

結合コンデンサ C 4 3 の静電容量は、共振コンデンサ C 4 2 の静電容量と比較して十分大きいものとする。

L E D が点灯していない状態では、直列に接続した共振コンデンサ C 4 2 と結合コンデンサ C 4 3 との合成による等価コンデンサを考えればよい。等価コンデンサの静電容量の逆数は、直列に接続した各コンデンサの静電容量の逆数の和であるから、結合コンデンサ C 4 3 の静電容量が共振コンデンサ C 4 2 の静電容量と比較して十分大きければ、等価コンデンサの静電容量は、共振コンデンサ C 4 2 の静電容量とほぼ等しい。

また、L E D が点灯している状態では、共振コンデンサ C 4 2 の両端電圧が負荷回路 8 10 の点灯電圧 V_f によってほぼ一定に保たれるので、共振周波数 f_0' は、チョークコイル L 4 1 のインダクタンスと、結合コンデンサ C 4 3 の静電容量とによって定まる。

したがって、点灯回路 1 0 0 は、実施の形態 1 における点灯回路 1 0 0 と同様に動作する。

【0064】

このように、共振回路 1 4 0 の構成を変えても、実施の形態 1 や実施の形態 2 で説明した効果と同様の効果を得ることができる。

【0065】

また、整流回路 1 1 0 、直流電源回路 1 2 0 などの構成についても、ここまでで説明した構成は一例であり、他の構成に代えてもよいことは明らかである。

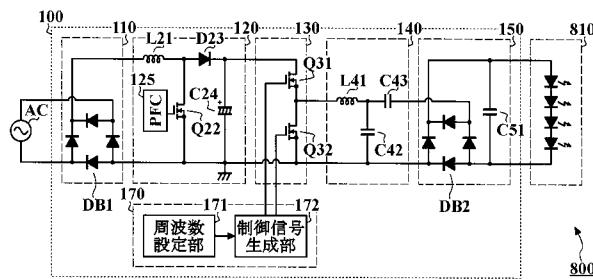
【符号の説明】

20

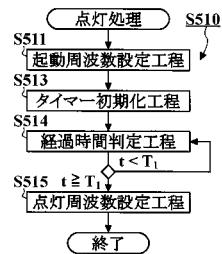
【0066】

1 0 0 点灯回路、1 1 0 , 1 5 0 整流回路、1 2 0 直流電源回路、1 2 5 P F C 、1 3 0 インバータ回路、1 4 0 共振回路、1 7 0 インバータ制御回路、1 7 1 周波数設定部、1 7 2 制御信号生成部、7 2 1 点灯開始期間、7 2 2 継続点灯期間、7 2 3 点灯終了期間、7 3 1 ~ 7 3 3 期間、8 0 0 照明器具、8 1 0 負荷回路、A C 交流電源、C 2 4 , C 5 1 平滑コンデンサ、C 4 2 共振コンデンサ、C 4 3 結合コンデンサ、D 2 3 整流素子、D B 1 , D B 2 ダイオードブリッジ、L 2 1 , L 4 1 チョークコイル、Q 2 2 , Q 3 1 , Q 3 2 スイッチング素子。

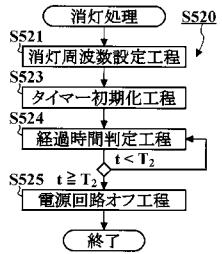
【図1】



【図2】

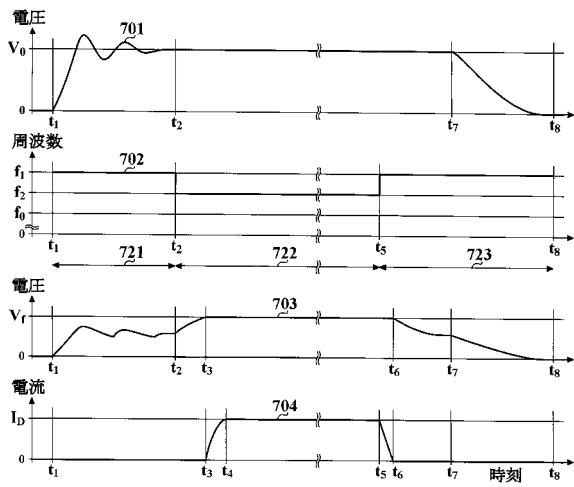


【図3】

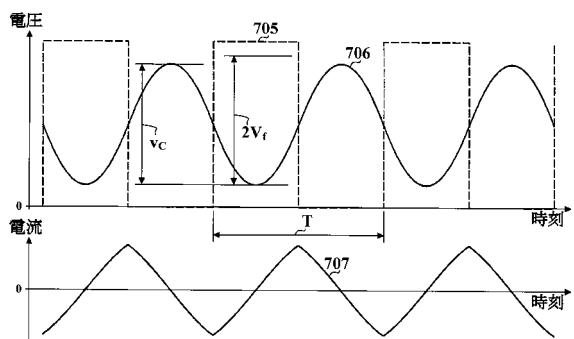


【図4】

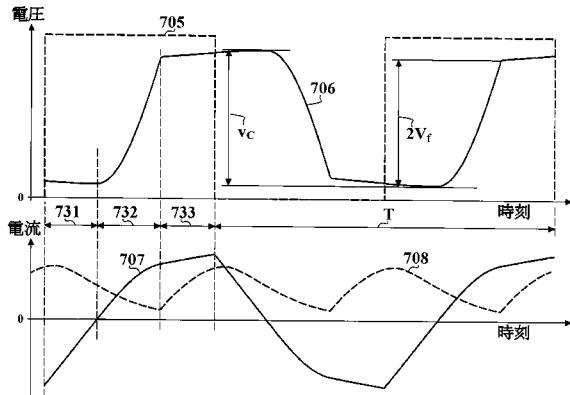
【図4】



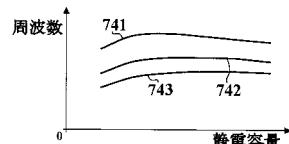
【図5】



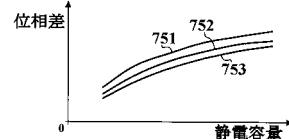
【図6】



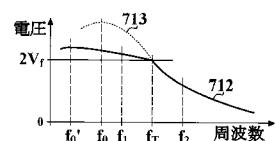
【図9】



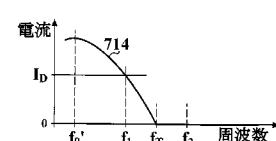
【図10】



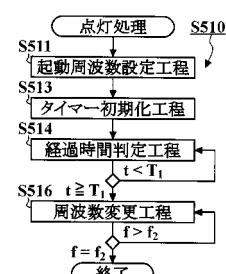
【図7】



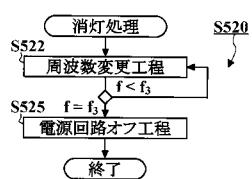
【図8】



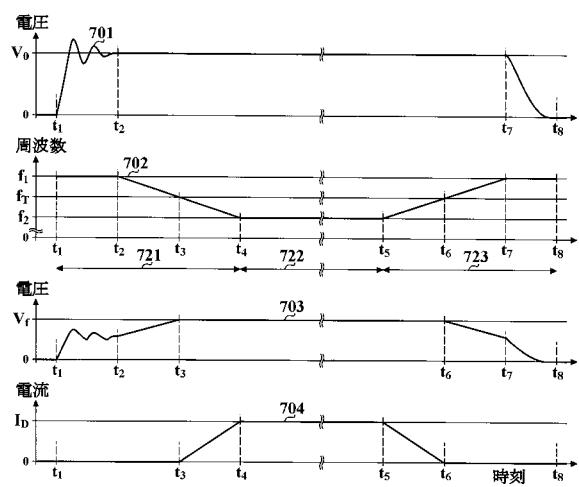
【図11】



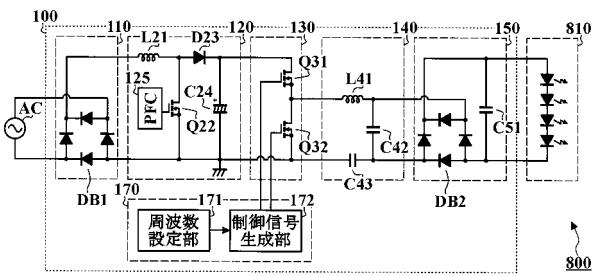
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

審査官 米山 賀

(56)参考文献 特表2009-516922(JP,A)
実開平05-050489(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 37/00 - 39/10