

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

交流入力電力を所望の直流出力電力に変換して L E D 負荷に供給する L E D 駆動装置であって、

オンオフ制御されるスイッチング素子と、

前記 L E D 負荷に直列に接続され、前記 L E D 負荷に流れる電流リップルを低減するリップル電流低減部と、

前記 L E D 負荷と前記リップル電流低減部との接続点におけるフィードバック電圧に基づき前記スイッチング素子をオンオフ制御することにより前記直流出力電力を所定値に制御する制御回路と、

を備えることを特徴とする L E D 駆動装置。

10

【請求項 2】

前記リップル電流低減部は、リアクトルを有することを特徴とする請求項 1 記載の L E D 駆動装置。

【請求項 3】

前記制御回路は、前記 L E D 負荷に流れる電流が第 1 の基準値になるように前記スイッチング素子をオンオフ制御することを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の L E D 駆動装置。

【請求項 4】

前記リップル電流低減部は、インピーダンスを可変制御するフィードバック型定電流制御回路を有することを特徴とする請求項 1 記載の L E D 駆動装置。

20

【請求項 5】

前記フィードバック型定電流制御回路は、前記 L E D 負荷に流れる電流が第 2 の基準値に近付くように前記インピーダンスを連続的に可変制御することを特徴とする請求項 4 記載の L E D 駆動装置。

【請求項 6】

前記フィードバック型定電流制御回路の応答速度は、前記制御回路の応答速度よりも速いことを特徴とする請求項 5 記載の L E D 駆動装置。

【請求項 7】

前記制御回路の応答周波数は、前記交流入力電源の周波数と等しいか又はそれよりも長いことを特徴とする請求項 4 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の L E D 駆動装置。

30

【請求項 8】

前記請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の L E D 駆動装置を備える L E D 照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、L E D 駆動装置及びこれを用いた L E D 照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

40

L E D (L i g h t E m i s s i o n D i o d e) 素子は、液晶表示装置のバックライト、或いは街路灯等の照明器具の光源として利用され始めている。特に、白熱電球や蛍光灯を代替する照明器具として、白色 L E D 素子を用いた蛍光灯型又は電球型の L E D 照明装置の開発が進められている。このような L E D 照明装置を構成する L E D 駆動装置は、L E D 素子に所望の電力を精度良く供給することが求められる。

【0003】

図 4 は、従来 L E D 駆動装置 101 及び L E D 照明装置 110 の回路構成を示す回路図である。従来 L E D 駆動装置 101 は、整流回路 D B 100 と、トランス T R 100 と、M O S F E T (スイッチング素子) Q 101 と、ダイオード D 101 及びコンデンサ C 101 から構成される整流平滑回路と、制御回路 C N T 100 と、コンデンサ C 103

50

と、を備える。LED駆動装置101とLED負荷102(LED1、・・・LEDn)とは、従来のLED照明装置110を構成する。

【0004】

整流回路DB100は、周知のダイオードブリッジ回路であり、交流入力電源AC100に接続される。トランスTR100は、一次巻線W101と二次巻線W102と三次巻線W103とを有する。一次巻線W101の一端は、整流回路DB100に接続され、一次巻線W101の他端は、MOSFETQ101のドレイン端子に接続される。二次巻線W102の両端は、整流平滑回路に接続される。三次巻線W103の両端は、ダイオードD102及びコンデンサC102から構成される補助電源に接続される。

【0005】

MOSFETQ101のソース端子は接地され、ゲート端子は制御回路CNT100に接続される。整流平滑回路の両端は、直列接続されたn個のLED素子(LED1、・・・LEDn)から構成されるLED負荷102と検出抵抗Rs100との直列回路に接続される。なお、nは1以上の自然数である。

【0006】

制御回路CNT100の各端子は、MOSFETQ101のゲート端子と、補助電源とLED負荷102及び検出抵抗Rs100の接続点と、コンデンサC103と、に接続され、抵抗R101を介して整流回路DB100及び一次巻線W101の接続点に接続される。制御回路CNT100は、誤差増幅器AMP101と、比較器CMP100と、を備える。

【0007】

誤差増幅器AMP101の反転入力端子は、LED負荷102及び検出抵抗Rs100の接続点に接続され、非反転入力端子は定電流源REGとツェナーダイオードZD101とから構成される基準電圧に接続される。誤差増幅器AMP101の出力端子は、抵抗R103及びコンデンサC103から構成される積分回路を介して比較器CMP100の第1の非反転入力端子に接続される。誤差増幅器AMP101は、LED負荷102に流れる電流と基準値とに基づく誤差信号を比較器CMP100に出力する。

【0008】

比較器CMP100の反転入力端子は、三角波生成回路に接続され、第2の非反転入力端子は、定電流源REGと抵抗R104及びR105とから構成されるDUTY制限回路に接続される。比較器CMP100の出力端子はドライバ回路を介してMOSFETQ101のゲート端子に接続される。比較器CMP100は、誤差増幅器AMP101から出力される誤差信号と三角波生成回路から出力される三角波とに基づくPWM信号をドライバ回路に出力する。

【0009】

上記のように構成される従来のLED駆動装置101は、制御回路CNT100がLED負荷102に流れる電流が基準値(基準電圧)になるようにMOSFETQ101をオンオフ制御することで、LED負荷102に印加する電圧を調整する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2004-527138号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

図5は、従来のLED駆動装置101及びLED照明装置110における各部の電圧及び電流の関係を示す波形図である。従来のLED駆動装置101は、交流入力電力を直流電力に変換してLED負荷102に供給するため、入力電圧Vin100のリプル(脈流)が出力電圧Vout100(コンデンサC101の両端電圧)に影響しやすく、出力電圧Vout100は微小な電圧変動を含む。また、LED素子の順方向電流(I_f)は、

10

20

30

40

50

順

方向電圧 (V_f) に対して指数関数的に増大するという特性を有する。従って、LED 負荷 102 に流れる LED 電流 I_{LED100} (順方向電流) は、上記の微小な電圧変動により大きな電流変化を引き起こす。その結果、従来の LED 駆動装置は、LED 電流 I_{LED100} の変化が大きくなり LED 負荷 102 の発光が不安定になりやすいという問題がある。従来の LED 駆動装置において、コンデンサ C101 の容量を大きくすることで上記の電流変化を低減することができるが、大型の電解コンデンサが必要となり回路の小型化が困難になる。

【0012】

図6は、従来の他の LED 駆動装置及びこれを用いた LED 照明装置の回路構成を示す回路図である。図6に示す従来の LED 駆動装置は、PFC (力率改善) 回路と PFC 回路に接続される電力変換回路との2つのコンバータから構成される LED 点灯装置である。

10

【0013】

PFC 回路は、力率を改善するもので、トランス TR100 と、MOSFET (スイッチング素子) Q101 と、ダイオード D101 及びコンデンサ C101 から構成される整流平滑回路と、制御回路 CNT100 と、抵抗 R107, 108 と、を備える。電力変換回路は、トランス TR200 と、MOSFET (スイッチング素子) Q201 と、ダイオード D201 及びコンデンサ C201 から構成される整流平滑回路と、制御回路 CNT200 と、を備える。

20

【0014】

図6に示す LED 駆動装置は、電力変換回路の他に PFC 回路が設けられているので、高効率な電力変換が行えるとともに、図7に示すように、PFC 回路からの出力電圧 V_{out1} と電力変換回路の出力電圧 V_{out2} との2つのステージで、交流入力電圧波形のリプルを低減できる。このため、LED 負荷に流れる電流リプルを容易に低減することができる。

【0015】

しかしながら、2つのコンバータを用いているため、高効率化が困難であり、しかも高価で回路が大型化するという課題を有していた。

【0016】

先行特許1には、交流入力電源に接続された交流/直流変換器と、交流/直流変換器の直流出力電力を変換して LED 素子に所望の直流電力を供給する直流/直流変換器と、LED 素子に流れる電流を調整するための電流フィードバック部と、を備える別の従来の LED 駆動装置が記載される。

30

【0017】

別の従来の LED 駆動装置は、LED 負荷に流れる電流の変化を低減し、LED 負荷の発光を安定化できるが、交流/直流変換器と直流/直流変換器との2つの電力変換器から構成されるため、小型化が困難であるとともに、高価で電力変換効率が低くなってしまう。

【0018】

本発明によれば、LED 負荷の発光を安定化でき、且つ、小型化が可能な LED 駆動装置及び LED 照明装置が提供される。

40

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記課題を解決するために、交流入力電力を所望の直流出力電力に変換して LED 負荷に供給する LED 駆動装置であって、オンオフ制御されるスイッチング素子と、前記 LED 負荷に直列に接続され、前記 LED 負荷に流れる電流リプルを低減するリプル電流低減部と、前記 LED 負荷と前記リプル電流低減部との接続点におけるフィードバック電圧に基づき前記スイッチング素子をオンオフ制御することにより前記直流出力電力を所定値に制御する制御回路とを備えることを特徴とする。

50

【発明の効果】

【0020】

本発明に従うLED駆動装置によれば、LED負荷の発光を安定化でき、且つ、小型化が可能なLED駆動装置及びLED照明装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の第1の実施形態に係るLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置の構成を示す回路図である。

【図2】本発明の第1の実施形態に係るLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置における各部の電圧及び電流の関係を示す波形図である。

10

【図3】本発明の第2の実施形態に係るLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置の構成を示す回路図である。

【図4】従来のLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置の回路構成を示す回路図である。

【図5】従来のLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置における各部の電圧及び電流の関係を示す波形図である。

【図6】従来の他のLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置の回路構成を示す回路図である。

【図7】従来の他のLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置における各部の電圧及び電流の関係を示す波形図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0022】

次に、図面を参照して本発明の実施形態に係るLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置について説明する。

【0023】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の実施形態に係るLED駆動装置1及びこれを用いたLED照明装置10の構成を示す回路図である。本発明の実施形態に係るLED駆動装置1は、整流回路DBと、トランスTRと、第1のMOSFET(スイッチング素子)Q1と、ダイオードD1及びコンデンサC1から構成される整流平滑回路と、制御回路CNTと、コンデンサC3と、リップル電流低減回路3aと、を備える。LED駆動装置1とLED負荷2(LED1、・・・LEDn)とは、LED照明装置10を構成する。

30

【0024】

整流回路DBは、周知のダイオードブリッジ回路であり、交流入力電源ACに接続され、交流入力電力を一方向の脈流に整流し、トランスTRに出力する。交流入力電源ACと整流回路DBとは、例えばバッテリー等の直流電源に置きかえられても良い。

【0025】

トランスTRは、一次巻線W1と二次巻線W2と三次巻線W3とを有する。一次巻線W1の一端は、整流回路DBに接続され、一次巻線W1の他端は、第1のMOSFETQ1のドレイン端子に接続される。二次巻線W2の両端間には、ダイオードD1及びコンデンサC1から構成される整流平滑回路が接続される。三次巻線W3の両端間には、ダイオードD2及びコンデンサC2から構成される補助電源が接続される。

40

【0026】

第1のMOSFETQ1のソース端子は接地され、ゲート端子は制御回路CNTに接続される。

【0027】

ダイオードD1及びコンデンサC1から構成される整流平滑回路の両端には、直列接続されたn個のLED素子(LED1、・・・LEDn)から構成されるLED負荷2とリップル電流低減回路3aとの直列回路が接続される。なお、nは1以上の自然数である。ダイオードD1のカソード端子とコンデンサC1の一端とは、LED負荷2を構成するLED

50

D素子LED1のアノード端子に接続される。コンデンサC1の他端は接地される。リップル電流低減回路3aは、リアクトルL1と電流検出抵抗Rsとが直列に接続されて構成される。

【0028】

制御回路CNTの各端子は、第1のMOSFETQ1のゲート端子と、補助電源と、LED負荷2及び定電流制御回路3の接続点と、コンデンサC3と、に接続され、抵抗R1を介して整流回路DB及び一次巻線W1の接続点に接続される。制御回路CNTは、第1の誤差増幅器AMP1と、比較器CMPと、を備える。

【0029】

第1の誤差増幅器AMP1の反転入力端子は、LED負荷2及びリップル低減回路3aの接続点に接続され、非反転入力端子は定電流源REGとツェナーダイオードZD1とから構成される第1の基準電圧に接続される。第1の誤差増幅器AMP1の出力端子は、抵抗R3及びコンデンサC3から構成される積分回路を介して比較器CMPの第1の非反転入力端子に接続される。第1の誤差増幅器AMP1は、LED負荷2に流れる電流 I_{LED} と第1の基準値（第1の基準電圧）とに基づく第1の誤差信号を、積分回路を介して比較器CMPに出力する。

【0030】

比較器CMPの反転入力端子は、周知の三角波生成回路に接続され、第2の非反転入力端子は、定電流源REGと抵抗R4及びR5とから構成されるDUTY制限回路に接続される。比較器CMPの出力端子はドライバ回路を介して第1のMOSFETQ1のゲート端子に接続される。比較器CMPは、第1の誤差増幅器AMP1から出力される第1の誤差信号とDUTY制限回路の出力信号とのうち低レベルの信号と、三角波生成回路から出力される三角波と、に基づくPWM（パルス幅変調）信号をドライバ回路に出力する。即ち、詳細には、比較器CMPは、LED電流 I_{LED} が第1の基準値よりも小さくなるとPWM信号のオンデューティを大きく（オン時間を長く）し、LED電流 I_{LED} が第1の基準値よりも大きくなるとPWM信号のオンデューティを小さく（オン時間を短く）するように動作する。DUTY制限回路は、第1の誤差信号が大きくなりすぎたときにPWM信号のオンデューティの最大値を制限する。

【0031】

第1の誤差信号は、上記の積分回路により積分され、比較器CMPの第1の非反転入力端子に入力される。従って、制御回路CNTの応答速度（応答周波数）は、抵抗R3及びコンデンサC3により決定される時定数に基づき、LED電流 I_{LED} の変化よりも遅くなる。本実施形態に係るLED駆動装置1において、抵抗R3及びコンデンサC3の時定数は、第1の誤差信号が交流入力電源ACの1周期以上の期間にわたり積分されるように設定される。この場合、PWM信号のオンデューティは、交流入力電源ACの1周期において一定となるため、LED駆動装置1の力率が改善される。

【0032】

図2は、本発明の実施形態に係るLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置における各部の電圧及び電流の関係を示す波形図である。本発明の実施形態に係るLED駆動装置1において、制御回路CNTは、LED負荷2に流れる電流 I_{LED} が第1の基準値（第1の基準電圧）になるように第1のMOSFETQ1をオンオフ制御する。即ち、LED駆動装置1は、従来のLED駆動装置と同様に交流入力電力を直流電力に変換してLED負荷2に供給する。そのため、出力電圧 V_{out} （コンデンサC1の両端電圧）は、従来のLED駆動装置と同様に微小な電圧変動を含む。

【0033】

しかしながら、本発明の実施形態に係るLED駆動装置1において、出力電圧リップルにより出力電流リップルが発生しようとする、リップル電流低減回路3aのリアクトルL1の両端に電圧が発生する。これにより、LED両端に発生する電圧リップルは軽減されるため、出力電流のリップルは低減される。

【0034】

10

20

30

40

50

従って、従来のLED駆動装置において大きな電流変化を含んでいたLED電流 I_{LED} は、本発明の実施形態に係るLED駆動装置1において、図2に示すように、電流リップルを低減するように制御される。

【0035】

また、LED負荷2とリアクトルL1との接続点からフィードバック信号を取り出して、電力変換を制御するので、LED負荷2の順方向電圧VFのバラツキや温度特性による影響を小さくできる。従って、順方向電圧VFのバラツキや温度特性を考慮する必要がなくなる。

【0036】

(第2の実施形態)

図3は、本発明の第2の実施形態に係るLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置の構成を示す回路図である。図3に示す第2の実施形態に係るLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置は、図1に示す第1の実施形態に係るLED駆動装置及びこれを用いたLED照明装置に対して、リップル電流低減回路3bのみが異なる。

【0037】

リップル電流低減回路3bは、ダイオードD1及びコンデンサC1から構成される整流平滑回路とLED負荷2と制御回路CNTとに接続される。リップル電流低減回路3bは、本発明のフィードバック型定電流制御回路に対応し、第2のMOSFET(可変インピーダンス素子)Q2と検出抵抗(電流検出部)Rsと第2の誤差増幅器AMP2とツェナーダイオードZD2とを備える。第2のMOSFETQ2のドレイン端子はLED素子LEDnのカソード端子に接続され、ソース端子は検出抵抗Rsを介して接地され、ゲート端子は第2の誤差増幅器AMP2の出力端子に接続される。第2のMOSFETQ2は、第2の誤差増幅器AMP2の出力に応じてドレイン・ソース間の抵抗値を連続的に変化させる。従って、第2のMOSFETQ2は、電気信号により抵抗値が変化する周知の可変抵抗素子と置きかえることができる。リップル電流低減回路3bの応答速度は、制御回路CNTの応答速度よりも高く設定され、好ましくは交流入力電源ACの周波数よりも高く設定される。

【0038】

検出抵抗Rsと第2のMOSFETQ2のソース端子との接続点は、第2の誤差増幅器AMP2の反転入力端子に接続される。検出抵抗Rsは、LED負荷2に流れる電流 I_{LED} を電圧信号に変換して第2の誤差増幅器AMP2に出力する。検出抵抗Rsは、これ以外の電流検出手段、例えばカレントトランスに置きかえられても良く、LED電流 I_{LED} を電圧以外の電気信号によって出力できる構成に置きかえられても良い。

【0039】

ツェナーダイオードZD2のカソード端子は、抵抗R6を介してダイオードD1及びコンデンサC1の接続点に接続され、且つ、第2の誤差増幅器AMP2の非反転入力端子に接続される。ツェナーダイオードZD2のアノード端子は、接地される。

【0040】

第2の誤差増幅器AMP2の非反転入力端子は、ツェナーダイオードZD2を含んで構成される第2の基準電圧に接続される。第2の誤差増幅器AMP2の出力端子は、第2のMOSFETQ2のゲート端子に接続される。第2の誤差増幅器AMP2は、LED負荷2に流れる電流 I_{LED} と第2の基準値(第2の基準電圧)とに基づく第2の誤差信号を第2のMOSFETQ2に出力する。詳細には、第2の誤差増幅器AMP2は、LED電流 I_{LED} が第2の基準値よりも小さくなるほど第2の誤差信号の電圧レベルを大きくし、第2のMOSFETのソース・ドレイン間の抵抗値を低くする。また、第2の誤差増幅器AMP2は、LED電流 I_{LED} が第2の基準値よりも大きくなるほど第2の誤差信号の電圧レベルを小さくし、第2のMOSFETのソース・ドレイン間の抵抗値を高くするように動作する。

【0041】

本発明の実施形態に係るLED駆動装置1において、制御回路CNTは、LED負荷2

10

20

30

40

50

に流れる電流 I_{LED} が第 1 の基準値 (第 1 の基準電圧) になるように第 1 の MOSFET Q1 をオンオフ制御する。即ち、LED 駆動装置 1 は、従来の LED 駆動装置と同様に交流入力電力を直流電力に変換して LED 負荷 2 に供給する。そのため、出力電圧 V_{out} (コンデンサ C1 の両端電圧) は、従来の LED 駆動装置と同様に微小な電圧変動を含む。

【0042】

しかしながら、本発明の実施形態に係る LED 駆動装置 1 において、リップル電流低減回路 3b は、LED 電流 I_{LED} に基づく第 2 の誤差信号が第 2 の基準値 (第 2 の基準電圧) になるように第 2 の MOSFET Q2 を制御する。従って、従来の LED 駆動装置において大きな電流変化を含んでいた LED 電流 I_{LED} は、本発明の実施形態に係る LED 駆動装置 1 において、電流リップルを低減するように制御される。

10

【0043】

従って、本発明の実施形態に係る LED 駆動装置は、以下の作用効果を有する。

(1) リップル電流低減回路 3b は、力率改善動作を行う必要が無いため、制御の応答速度 (応答周波数) を制御回路 CNT よりも早く設定することができ、LED 負荷 2 を流れる LED 電流 I_{LED} に含まれる電流リップルを低減することができる。

【0044】

(2) また、LED 負荷 2 とリアクトル L1 との接続点からフィードバック信号を取り出して、電力変換を制御するので、LED 負荷 2 の順方向電圧 V_F のバラツキや温度特性による影響を小さくできる。従って、順方向電圧 V_F のバラツキや温度特性を考慮する必要がなくなる。

20

【0045】

(3) LED 負荷 2 に流れる電流 I_{LED} に発生するリップルを低減することができるため、LED 負荷 2 の発光を安定化できる。

【0046】

(4) 大型の電解コンデンサや交流 / 直流変換器を用いることなく LED 負荷 2 の発光を安定化できるので、LED 駆動装置を簡易な回路で小型且つ安価に構成することができる。

【0047】

(5) LED 負荷 2 を流れる LED 電流 I_{LED} の変化が小さくなるため、LED 照明装置 10 から放出されるノイズが低減される。

30

【0048】

(6) LED 電流 I_{LED} の変化が小さくなるため、LED 負荷 2 を構成する LED 素子 (LED1、 \dots LEDn) に大きなピーク電流が流れにくくなる。これにより、LED 素子 (LED1、 \dots LEDn) にかかる電氣的ストレスが低減され、LED 負荷 2 の長寿命化が達成される。

【0049】

(7) 出力電圧 V_{out} の電圧リップルは微小なものであるから、第 2 の MOSFET 及び検出抵抗による消費電力は比較的小さく、LED 駆動装置の高効率化が達成される。

【0050】

以上の実施形態で説明された構成、形状、大きさおよび配置関係については、本発明が理解・実施できる程度に概略的に示したものにすぎない。従って本発明は、説明された実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示される技術的思想の範囲を逸脱しない限り様々な形態に変更することができる。

40

【0051】

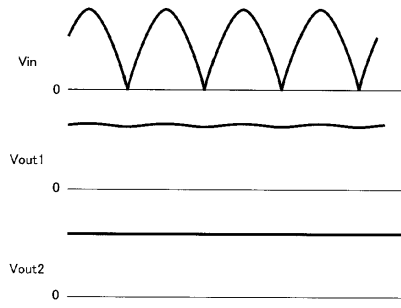
例えば、本発明の実施形態にかかる LED 駆動装置は、トランスを介した回路構成を有するが、トランスの有無や絶縁 / 非絶縁などの回路構成はこれに限定されるものではない。

【0052】

また、制御回路 CNT の応答速度は、上述の積分回路に限らず制御回路 CNT に含まれ

50

【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 木村 研吾

埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内

(72)発明者 平田 和重

埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内

(72)発明者 中野 利浩

埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内

Fターム(参考) 3K073 AA16 AA27 AA54 AA83 AB01 BA09 CG01 CG10 CG13 CG45
CJ17 CJ20
5F041 BB03 BB09 BB10 BB11
5H730 AA04 AA15 AS02 AS11 BB43 BB57 CC01 DD04 EE02 EE07
EE59 FD31 FF02 FG05