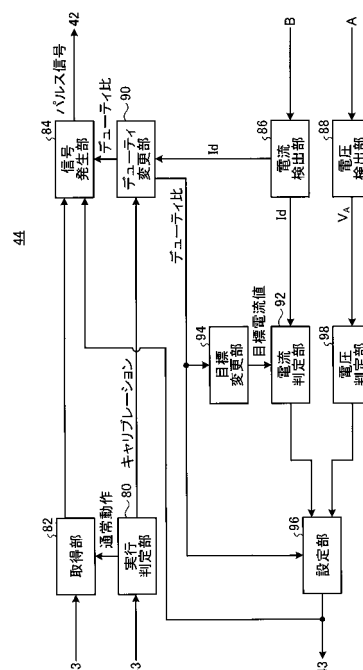




【特許請求の範囲】

【請求項 1】

所定電圧が印加されることにより発光する発光ダイオードアレイと、
高周波電圧を整流および平滑化した平滑電圧を出力する整流平滑化部と、
パルス信号に応じて前記平滑電圧をスイッチングすることにより直流電圧変換をして前記所定電圧を発生し、前記所定電圧を前記発光ダイオードアレイに印加する電圧変換部と、

通常動作時において、デューティ比が基準値の前記パルス信号を前記電圧変換部に与える信号発生部と、

キャリブレーション時において、前記パルス信号のデューティ比を、前記発光ダイオードアレイに流れるダイオード電流を減少させる方向に段階的に変更するデューティ変更部と、

前記ダイオード電流が目標電流値以下となった段階における前記パルス信号のデューティ比に基づき、前記基準値として設定する設定部と、

前記目標電流値を前記パルス信号のデューティ比に応じて変更する目標変更部と、
を備える照明装置。

【請求項 2】

前記目標変更部は、前記パルス信号のデューティ比が第 1 閾値に達した場合に、前記目標電流値を大きくする

請求項 1 に記載の照明装置。

【請求項 3】

前記ダイオード電流を減少させる方向に前記パルス信号のデューティ比を変更している場合、前記目標変更部は、

デューティ比が初期値から前記第 1 閾値までの間において、前記目標電流値を、第 1 電流値に設定し、

デューティ比が前記第 1 閾値に達した後において、前記目標電流値を、前記第 1 電流値よりも大きい第 2 電流値に設定する

請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記デューティ変更部は、前記ダイオード電流を減少させる方向にデューティ比を変更しても、前記ダイオード電流が前記目標電流値以下とならずに、デューティ比が第 2 閾値に達した場合、前記ダイオード電流を増加させる方向に前記パルス信号のデューティ比を段階的に変更し、

前記設定部は、前記ダイオード電流を増加させる方向に前記パルス信号のデューティ比を段階的に変更している場合、前記平滑電圧が第 1 目標電圧値以上となった段階における前記パルス信号のデューティ比に基づき前記基準値を設定する

請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 5】

前記デューティ変更部は、前記ダイオード電流を減少させる方向に段階的に変更する場合において、前記ダイオード電流が前記目標電流値に近づく程、デューティ比の変更間隔を小さくする

請求項 1 から 4 の何れか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 6】

前記パルス信号のデューティ比を前記ダイオード電流を減少させるように段階的に変更している期間中に、それぞれの段階において、直前の段階に設定した最終デューティ比を不揮発記憶部書き込む最終デューティ書込部をさらに備え、

前記設定部は、直前のキャリブレーション時において、前記パルス信号のデューティ比を前記ダイオード電流を減少させるように段階的に変更している期間中に、前記高周波電圧の入力が停止した場合、前記不揮発記憶部に記憶されている前記最終デューティ比に基づき前記基準値を設定する

10

20

30

40

50

請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 7】

前記設定部は、直前の少なくとも 2 回のキャリブレーション時において、前記パルス信号のデューティ比を前記ダイオード電流を減少させるように段階的に変更している期間中に、前記高周波電圧の入力が停止した場合、直前の少なくとも 2 回のキャリブレーションにおける前記最終デューティ比が近似していることを条件として、前記最終デューティ比に基づき前記基準値を設定する

請求項 6 に記載の照明装置。

【請求項 8】

前記デューティ変更部は、前記ダイオード電流を減少させる方向にデューティ比を変更したことにより前記ダイオード電流が前記目標電流値以下となった場合であって、且つ、前記平滑電圧が第 2 目標電圧値より大きい場合、さらに、前記ダイオード電流を増加させる方向に前記パルス信号のデューティ比を段階的に変更し、

前記設定部は、前記ダイオード電流を増加させる方向に前記パルス信号のデューティ比を段階的に変更している場合、前記平滑電圧が第 2 目標電圧値より小さくなった段階における前記パルス信号のデューティ比に基づき前記基準値を設定する

請求項 1 から 7 の何れか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 9】

前記ダイオード電流を減少させる方向に前記パルス信号のデューティ比を段階的に変更している期間中に、それぞれの段階において、前記ダイオード電流に含まれる所定値以上のリップルを検出するリップル検出部をさらに備え、

前記設定部は、前記所定値以上のリップルが検出された場合、リップルが前記所定値以上とならない段階におけるデューティ比に基づき前記基準値を設定する

請求項 1 から 8 の何れか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 10】

前記ダイオード電流を検出する電流検出部をさらに備え、

前記電流検出部は、前記高周波電圧の駆動源となり得る商用交流電圧の周波数の 2 倍の公約数の周波数に対応する信号周期分、前記発光ダイオードアレイに流れる電流をサンプルし、サンプルして得られた電流の平均を前記ダイオード電流として算出する

請求項 1 から 9 の何れか 1 項に記載の照明装置。

【請求項 11】

所定電圧が印加されることにより発光する発光ダイオードアレイと、高周波電圧を整流および平滑化した平滑電圧を出力する整流平滑化部と、パルス信号に応じて前記平滑電圧をスイッチングすることにより直流電圧変換をして前記所定電圧を発生し、前記所定電圧を前記発光ダイオードアレイに印加する電圧変換部とを備える照明装置を制御する制御装置であって、

通常動作時において、デューティ比が基準値の前記パルス信号を前記電圧変換部に与える信号発生部と、

キャリブレーション時において、前記パルス信号のデューティ比を、前記発光ダイオードアレイに流れるダイオード電流を減少させる方向に段階的に変更するデューティ変更部と、

前記ダイオード電流が目標電流値以下となった段階における前記パルス信号のデューティ比に基づき、前記基準値として設定する設定部と、

前記目標電流値を前記パルス信号のデューティ比に応じて変更する目標変更部と、
を備える制御装置。

【請求項 12】

所定電圧が印加されることにより発光する発光ダイオードアレイと、高周波電圧を整流および平滑化した平滑電圧を出力する整流平滑化部と、パルス信号に応じて前記平滑電圧をスイッチングすることにより直流電圧変換をして前記所定電圧を発生し、前記所定電圧を前記発光ダイオードアレイに印加する電圧変換部とを備える照明装置を制御する制御装

10

20

30

40

50

置により実行されるプログラムであって、

前記制御装置を、

通常動作時において、デューティ比が基準値の前記パルス信号を前記電圧変換部に与える信号発生部と、

キャリブレーション時において、前記パルス信号のデューティ比を、前記発光ダイオードアレイに流れるダイオード電流を減少させる方向に段階的に変更するデューティ変更部と、

前記ダイオード電流が目標電流値以下となった段階における前記パルス信号のデューティ比に基づき、前記基準値として設定する設定部と、

前記目標電流値を前記パルス信号のデューティ比に応じて変更する目標変更部と、
して機能させるプログラム。

10

【請求項 13】

所定電圧が印加されることにより発光する発光ダイオードアレイと、高周波電圧を整流および平滑化した平滑電圧を出力する整流平滑化部と、パルス信号に応じて前記平滑電圧をスイッチングすることにより直流電圧変換をして前記所定電圧を発生し、前記所定電圧を前記発光ダイオードアレイに印加する電圧変換部とを備える照明装置を制御する制御方法であって、

通常動作時において、デューティ比が基準値の前記パルス信号を前記電圧変換部に与え、

キャリブレーション時において、前記パルス信号のデューティ比を、前記発光ダイオードアレイに流れるダイオード電流を減少させる方向に段階的に変更し、

20

前記ダイオード電流が目標電流値以下となった段階における前記パルス信号のデューティ比に基づき、前記基準値として設定し、

前記目標電流値を前記パルス信号のデューティ比に応じて変更する
制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明装置、制御装置、プログラムおよび制御方法に関する。

【背景技術】

30

【0002】

蛍光灯を点灯させるためのインバータ式安定器（電子式安定器）に接続することが可能なLED（Light Emitting Diode）照明装置が知られている。このようなLED照明装置は、効率良く発光させるために様々な回路が用いられている。

【0003】

特許文献1に記載された技術は、LEDにインダクタを接続することによりLEDに無効電力を発生させる。特許文献2に記載された技術は、LEDをPWM（Pulse Width Modulation）制御する場合と、LEDをPWM制御しない場合とで切り替え、さらに、PWM制御をしない場合にはLEDに可変インダクタを接続する。

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、インバータ式安定器は、メーカーがそれぞれ独自の方式を適用している。このため、従来のLED照明装置は、あるメーカーが製造するインバータ式安定器に接続した場合には効率良く発光しても、他のメーカーが製造するインバータ式安定器に接続しても効率良く発光しない場合があった。

【0005】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、様々な機器から高周波電圧を受け取って効率良く発光することができる照明装置、制御装置、プログラムおよび制御方法を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る照明装置は、所定電圧が印加されることにより発光する発光ダイオードアレイと、高周波電圧を整流および平滑化した平滑電圧を出力する整流平滑化部と、パルス信号に応じて前記平滑電圧をスイッチングすることにより直流電圧変換をして前記所定電圧を発生し、前記所定電圧を前記発光ダイオードアレイに印加する電圧変換部と、通常動作時において、デューティ比が基準値の前記パルス信号を前記電圧変換部に与える信号発生部と、キャリブレーション時において、前記パルス信号のデューティ比を、前記発光ダイオードアレイに流れるダイオード電流を減少させる方向に段階的に変更するデューティ変更部と、前記ダイオード電流が目標電流値以下となった段階における前記パルス信号のデューティ比に基づき、前記基準値として設定する設定部と、前記目標電流値を前記パルス信号のデューティ比に応じて変更する目標変更部と、を備える。

10

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、様々な機器から高周波電圧を受け取って効率良く発光することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、第1実施形態に係る照明システムの斜視図である。

20

【図2】図2は、第1実施形態に係る照明装置および灯具の構成を示す図である。

【図3】図3は、第1実施形態に係る駆動回路の構成を、発光ダイオードアレイとともに示す図である。

【図4】図4は、第1実施形態に係る制御装置のハードウェア構成を示す図である。

【図5】図5は、第1実施形態に係る制御装置の機能構成を示すブロック図である。

【図6】図6は、第1実施形態に係る制御装置における電源が投入された場合の処理手順を示すフローチャートである。

【図7】図7は、第1実施形態に係る制御装置におけるキャリブレーションの手順を示すフローチャートである。

【図8】図8は、第1実施形態に係る制御装置におけるダイオード電流の低減処理の手順を示すフローチャートである。

30

【図9】図9は、第1実施形態に係る制御装置における基準値の検出処理の手順を示すフローチャートである。

【図10】図10は、第2実施形態に係る制御装置の機能構成を示すブロック図である。

【図11】図11は、第2実施形態に係る制御装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図12】図12は、第3実施形態に係る制御装置の機能構成を示すブロック図である。

【図13】図13は、第3実施形態に係る制御装置の処理手順を示すフローチャートである。

【図14】図14は、第4実施形態に係る制御装置の機能構成を示すブロック図である。

40

【図15】図15は、第4実施形態に係る制御装置におけるリップル処理の手順を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について説明する。なお、複数の実施形態を説明するが、実施形態間で略同一の機能を有する構成については同一の符号を付け、相違点を除き説明を省略する。

【0010】

(第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る照明システム10の斜視図である。照明システム10は、

50

灯具 11 と、照明装置 20 とを備える。

【0011】

灯具 11 には、照明装置 20 が着脱される。照明装置 20 は、灯具 11 に取り付けられた状態で使用される。

【0012】

灯具 11 は、天井等に取り付けられ、商用交流電圧の供給を受ける。商用交流電圧は、電力会社等から家庭等に供給される電力であり、例えば、実効電圧が 100 V または 200 V、周波数が 50 Hz または 60 Hz である。商用交流電圧は、他の電圧および周波数の交流信号であってもよい。

【0013】

照明装置 20 は、例えば、長尺状である。照明装置 20 は、リング状であってもよい。このような照明システム 10 は、灯具 11 に照明装置 20 が取り付けられている状態で、スイッチがオンとされると、商用交流電圧を駆動源として照明装置 20 が発光する。

【0014】

図 2 は、第 1 実施形態に係る灯具 11 および照明装置 20 の構成を示す図である。灯具 11 は、インバータ式安定器 12 を有する。インバータ式安定器 12 は、電子式安定器とも呼ばれる。インバータ式安定器 12 は、商用交流電圧を、商用交流電圧の周波数よりも高い高周波電圧に変換する。例えば、インバータ式安定器 12 は、50 Hz または 60 Hz の商用交流電圧を、数 10 kHz の高周波電圧に変換する。なお、インバータ式安定器 12 は、どのような方式で電圧変換をしてもよい。

【0015】

照明装置 20 は、発光ダイオードアレイ 30 と、駆動回路 32 とを有する。発光ダイオードアレイ 30 は、例えば、複数の発光ダイオードが直列に接続されている。発光ダイオードアレイ 30 は、直列に接続された発光ダイオードの組を複数個並列に含んでいてもよい。

【0016】

このような発光ダイオードアレイ 30 は、直流の所定電圧が印加されることにより発光する。発光ダイオードアレイ 30 に印加される所定電圧は、発光ダイオードの順方向電圧の合計値であり、一定となる。照明装置 20 は、発光ダイオードアレイ 30 に流れる電流の大きさ（ダイオード電流 I_d ）により発光量が変化する。

【0017】

駆動回路 32 は、インバータ式安定器 12 から高周波電圧を受け取り、直流電圧に変換する。駆動回路 32 は、変換した直流電圧を発光ダイオードアレイ 30 に印加する。駆動回路 32 は、通常動作時において、キャリブレーションにおいて設定されたパラメータで動作することにより、発光ダイオードアレイ 30 に適切なダイオード電流 I_d を流すことができる。

【0018】

駆動回路 32 は、例えば照明装置 20 が灯具 11 に取り付けられて最初に電源が投入された場合、または、照明装置 20 が灯具 11 に取り付けられてから所定期間毎に、キャリブレーションを実行する。キャリブレーションにおいて、駆動回路 32 は、より省電力であり、且つ、適切な明るさで発光するダイオード電流 I_d が発光ダイオードアレイ 30 に流れるように、パラメータの設定処理を行う。

【0019】

このような照明装置 20 によれば、インバータ式安定器 12 から出力された高周波電圧を受け取って発光することができる。さらに、このような照明装置 20 によれば、適切な明るさの範囲で発光するとともに、省電力化を図ることができる。

【0020】

図 3 は、第 1 実施形態に係る駆動回路 32 の構成を、発光ダイオードアレイ 30 とともに示す図である。駆動回路 32 は、整流平滑化部 41 と、電圧変換部 42 と、不揮発記憶部 43 と、制御装置 44 と、第 1 分圧抵抗 46 と、第 2 分圧抵抗 47 と、電流検出抵抗 4

10

20

30

40

50

8と、内部電源49とを備える。

【0021】

整流平滑化部41は、インバータ式安定器12から高周波電圧を受け取る。整流平滑化部41は、高周波電圧を整流および平滑化した平滑電圧 V_A を出力する。

【0022】

例えば、整流平滑化部41は、ダイオードにより構成された全波整流回路56と、第1キャパシタ57とを含む。全波整流回路56は、高周波電圧を全波整流する。第1キャパシタ57は、グラウンドと、整流平滑化部41の出力端58との間に設けられる。第1キャパシタ57は、全波整流された高周波電圧を平滑化する。このような整流平滑化部41は、出力端58に平滑電圧 V_A を出力する。

10

【0023】

電圧変換部42は、制御装置44から与えられるパルス信号に応じて平滑電圧 V_A をスイッチングおよび平滑化することにより、平滑電圧 V_A を直流電圧変換して所定電圧を発生する。そして、電圧変換部42は、発生した所定電圧を発光ダイオードアレイ30に印加する。すなわち、電圧変換部42は、DC-DCコンバータである。パルス信号は、PWM制御がされた2値の信号である。

【0024】

例えば、電圧変換部42は、インダクタを用いた昇圧型のコンバータである。例えば、電圧変換部42は、インダクタ61と、スイッチング素子62と、ダイオード63と、第2キャパシタ64とを含む。

20

【0025】

インダクタ61は、一端61aに、整流平滑化部41の出力端58が接続される。すなわち、インダクタ61は、一端61aに、平滑電圧 V_A が印加される。インダクタ61は、他端61bに、ダイオード63のアノードが接続される。

【0026】

スイッチング素子62は、パルス信号に応じて、インダクタ61の他端61b（すなわち、ダイオード63のアノード）とグラウンドとの間をオン（接続）またはオフ（切断）する。スイッチング素子62は、電界効果トランジスタ（FET）により構成されても、バイポーラトランジスタにより構成されてもよい。

【0027】

ダイオード63は、カソードが、電圧変換部42の出力端65に接続される。第2キャパシタ64は、グラウンドと、電圧変換部42の出力端65との間に設けられる。ダイオード63は、インダクタ61の他端61bから第1キャパシタ57（または出力端65）へと電流を流すが、逆方向への電流は流さない。第2キャパシタ64は、ダイオード63の順方向に流れた電流を蓄積して、出力端65の電圧を維持する。

30

【0028】

スイッチング素子62がオンした場合（パルス信号がオン）、インダクタ61は、整流平滑化部41から流れ込む電流によりエネルギーを蓄える。そして、スイッチング素子62がオフした場合（パルス信号がオフ）、インダクタ61は、蓄えたエネルギーをダイオード63を介して出力端65から外部（および第2キャパシタ64）に放出する。従って、このような電圧変換部42は、第2キャパシタ64にエネルギーを上積みして、電圧を昇圧することができる。

40

【0029】

そして、電圧変換部42は、出力端65から発生した直流電圧を発光ダイオードアレイ30に印加する。例えば、発光ダイオードアレイ30は、電圧変換部42の出力端65と、グラウンドとの間に配置される。これにより、発光ダイオードアレイ30は、電圧変換部42から出力された所定電圧が印加される。

【0030】

不揮発記憶部43は、電力供給がなくなっても記憶している情報を保持し続けるメモリである。例えば、不揮発記憶部43は、フラッシュメモリである。不揮発記憶部43は、

50

制御装置 44 により情報の書き込みおよび読み出しがされる。不揮発記憶部 43 は、通常動作時におけるパルス信号のデューティ比（基準値）を記憶する。

【0031】

制御装置 44 は、通常動作時において、基準値を不揮発記憶部 43 から読み出して、デューティ比が基準値のパルス信号を電圧変換部 42 に与える。また、制御装置 44 は、キャリアブレーション時において、デューティ比を変化させたパルス信号を電圧変換部 42 に与えて、省電力化を図りつつ、適切な明るさの範囲で発光ダイオードアレイ 30 が発光するパルス信号のデューティ比を検出する。そして、制御装置 44 は、検出したデューティ比を基準値として不揮発記憶部 43 に書き込む。

【0032】

第 1 分圧抵抗 46 および第 2 分圧抵抗 47 は、整流平滑化部 41 の出力端 58 とグランドとの間に直列に接続される。制御装置 44 は、第 1 分圧抵抗 46 と第 2 分圧抵抗 47 との間の第 1 接続点 A の電圧を測定する。制御装置 44 は、第 1 接続点 A の電圧と、第 1 分圧抵抗 46 と第 2 分圧抵抗 47 との分圧比に基づき、平滑電圧 V_A を算出する。

【0033】

電流検出抵抗 48 は、発光ダイオードアレイ 30 の電流流出端とグランドとの間に挿入される。制御装置 44 は、発光ダイオードアレイ 30 と電流検出抵抗 48 との間の第 2 接続点 B の電圧を測定する。制御装置 44 は、第 2 接続点 B の電圧と、電流検出抵抗 48 の抵抗値とに基づき、ダイオード電流 I_d を算出する。

【0034】

内部電源 49 は、平滑電圧 V_A に基づき、安定化した直流電圧を発生する。内部電源 49 は、発生した直流電圧を不揮発記憶部 43 および制御装置 44 に印加する。不揮発記憶部 43 および制御装置 44 は、内部電源 49 から与えられた直流電圧を駆動源として動作する。

【0035】

本実施形態において、内部電源 49 は、シリーズレギュレータである。従って、内部電源 49 は、ノイズの少ない安定した直流電圧を発生することができる。しかし、内部電源 49 は、平滑電圧 V_A と出力電圧との差が大きくなると損失が大きくなる。

【0036】

例えば、内部電源 49 は、バイポーラトランジスタ 66 と、定電圧ダイオード 67 と、抵抗 68 とを含む。バイポーラトランジスタ 66 は、コレクタに整流平滑化部 41 の出力端 58 が接続され、エミッタに、内部電源 49 の出力端 69 が接続され、ベースに定電圧ダイオード 67 のカソードが接続される。定電圧ダイオード 67 は、アノードがグランドに接続される。抵抗 68 は、バイポーラトランジスタ 66 のベースとコレクタとの間に接続される。このような構成の内部電源 49 は、出力端 69 に、定電圧ダイオード 67 の逆方向電圧と、バイポーラトランジスタ 66 のエミッタ電圧を加算した電圧を発生することができる。

【0037】

ここで、発光ダイオードアレイ 30 は、順方向に直列に接続された複数の発光ダイオードを含む。従って、発光ダイオードアレイ 30 は、電流を流している場合、固定の直流電圧を発生する。このため、発光ダイオードアレイ 30 に電圧を供給している電圧変換部 42 は、固定の直流電圧（所定電圧 V_B ）を出力するように動作する。

【0038】

また、電圧変換部 42 は、出力電圧が固定されているので、パルス信号のデューティ比が変更された場合、出力電流を変化させる。例えば、パルス信号のオフデューティ（パルス信号の 1 周期に対する、スイッチング素子 62 をオフ（切断）する期間の割合）を大きくした場合、電圧変換部 42 は、出力電流を大きくするように動作する。反対に、パルス信号のオフデューティを小さくした場合、電圧変換部 42 は、出力電流を小さくするように動作する。

【0039】

10

20

30

40

50

従って、発光ダイオードアレイ 30 に流れるダイオード電流 I_d を大きくする場合（明るくする場合）には、制御装置 44 は、パルス信号のオフデューティを大きくすればよい。反対に、発光ダイオードアレイ 30 に流れるダイオード電流 I_d を小さくする場合（暗くする）には、制御装置 44 は、パルス信号のオフデューティを小さくすればよい。

【0040】

なお、パルス信号のオフデューティが大きくなった場合（つまり、ダイオード電流 I_d が大きくなった場合）、駆動回路 32 は、インバータ式安定器 12 から見たインピーダンスは大きくなる。反対に、パルス信号のオフデューティが小さくなった場合（つまり、ダイオード電流 I_d が小さくなった場合）、駆動回路 32 は、インバータ式安定器 12 から見たインピーダンスは小さくなる。

10

【0041】

図 4 は、第 1 実施形態に係る制御装置 44 のハードウェア構成を示す図である。本実施形態に係る制御装置 44 は、A/D 変換機能を備えた通常のプロセッシング回路と同様の構成をしている。すなわち、制御装置 44 は、CPU (Central Processing Unit) 71 と、ROM (Read Only Memory) 72 と、RAM (Random Access Memory) 73 と、A/D 変換器 74 と、インターフェイス部 75 とを備える。そして、これらの各部は、バスにより接続される。

【0042】

CPU 71 は、ROM 72 に記憶されたプログラムを RAM 73 に展開して実行し、プログラムに従って処理（各部の制御およびデータの加工等）をするプロセッサである。CPU 71 は、RAM 73 の所定領域を作業領域として、ROM 72 に記憶されたプログラムとの協働により各種処理を実行する。

20

【0043】

ROM 72 は、プログラムおよび各種情報を書き換え不可能に記憶するメモリである。RAM 73 は、DRAM (Dynamic Random Access Memory) 等のメモリである。RAM 73 は、CPU 71 による処理対象のデータ等を記憶し、CPU 71 の作業領域として機能する。

【0044】

A/D 変換器 74 は、プログラムを実行する CPU 71 による制御に応じて電圧をデジタル値に変換する。本実施形態においては、A/D 変換器 74 は、CPU 71 による制御に応じて、図 3 に示す第 1 接続点 A および第 2 接続点 B の電圧をデジタル値に変換する。

30

【0045】

インターフェイス部 75 は、プログラムを実行する CPU 71 による制御に応じて、外部の装置から信号を受け取ったり、外部の装置へと信号を与えたりする。本実施形態において、インターフェイス部 75 は、CPU 71 による制御に応じて、パルス信号を電圧変換部 42 に供給する。また、インターフェイス部 75 は、CPU 71 による制御に応じて、不揮発記憶部 43 にアクセスして情報を書き込んだり、情報を読み出したりする。このような本実施形態の制御装置 44 で実行されるプログラムは、ROM 72 に予め組み込んで提供される。

【0046】

40

図 5 は、第 1 実施形態に係る制御装置 44 の機能構成を示すブロック図である。制御装置 44 は、実行判定部 80 と、取得部 82 と、信号発生部 84 と、電流検出部 86 と、電圧検出部 88 と、デューティ変更部 90 と、電流判定部 92 と、目標変更部 94 と、設定部 96 と、電圧判定部 98 とを備える。

【0047】

なお、制御装置 44 は、ROM 72 に組み込まれたプログラムを実行することにより、図 5 に示すような機能を実現する。すなわち、制御装置 44 は、ROM 72 に組み込まれたプログラムを実行することにより、実行判定部 80、取得部 82、信号発生部 84、電流検出部 86、電圧検出部 88、デューティ変更部 90、電流判定部 92、目標変更部 94、設定部 96 および電圧判定部 98 として機能する。このプログラムは、ネットワーク

50

経由でダウンロードさせることにより提供されてもよいし、記憶媒体に記憶されて提供されてもよい。

【0048】

実行判定部80は、電源が投入された場合に、通常動作をするか、キャリブレーションをするかを判定する。例えば、実行判定部80は、不揮発記憶部43に基準値が記憶されている場合には通常動作と判定し、基準値が記憶されていない場合にはキャリブレーションをすると判定する。また、実行判定部80は、照明装置20が灯具11に取り付けられてから最初の電源投入である場合には、キャリブレーションをすると判定してもよい。また、実行判定部80は、照明装置20が灯具11に取り付けられた後、所定期間毎にキャリブレーションをすると判定してもよい。

10

【0049】

取得部82は、実行判定部80が通常動作をすると判定した場合、不揮発記憶部43から基準値を読み出す。取得部82は、読み出した基準値を信号発生部84に与える。

【0050】

信号発生部84は、通常動作時において、基準値を受け取る。信号発生部84は、通常動作時において、デューティ比が基準値のパルス信号を電圧変換部42に与える。また、信号発生部84は、キャリブレーション時において、デューティ比をデューティ変更部90から受け取る。信号発生部84は、キャリブレーション時において、受け取ったデューティ比のパルス信号を電圧変換部42に与える。そして、信号発生部84は、キャリブレーションが終了した場合、電源がオフされるまで、最後に受け取ったデューティ比のパルス信号を出力し続ける。

20

【0051】

電流検出部86は、発光ダイオードアレイ30に流れる電流量（ダイオード電流 I_d ）を検出する。本実施形態においては、電流検出部86は、発光ダイオードアレイ30と電流検出抵抗48との間の第2接続点Bの電圧に基づき、ダイオード電流 I_d を算出する。

【0052】

電圧検出部88は、整流平滑化部41から出力される平滑電圧 V_A を検出する。本実施形態においては、電圧検出部88は、第1分圧抵抗46と第2分圧抵抗47との間の第1接続点Aの電圧に基づき、平滑電圧 V_A を算出する。

【0053】

デューティ変更部90は、キャリブレーション時において、信号発生部84にデューティ比を与える。デューティ変更部90は、キャリブレーション時において、パルス信号のデューティ比を、初期値から、発光ダイオードアレイ30に流れるダイオード電流 I_d を減少させる方向に段階的に変更する。電圧変換部42が昇圧型のコンバータである場合、デューティ変更部90は、オフデューティを初期値から段階的に小さくする。これにより、デューティ変更部90は、発光ダイオードアレイ30に目標電流値の電流を流すことができるデューティ比を検出させることができる。

30

【0054】

なお、デューティ変更部90は、パルス信号のデューティ比をダイオード電流 I_d を減少させる方向に段階的に変更する場合、ダイオード電流 I_d が目標電流値に近づく程、デューティ比の変更間隔を小さくする。例えば、目標電流値が100mAであるとする。この場合、デューティ変更部90は、ダイオード電流 I_d が第1切替値（例えば200mA）より大きい場合、第1間隔（例えば5%）毎、デューティ比を変更する。また、デューティ変更部90は、ダイオード電流 I_d が第1切替値以下且つ第2切替値（例えば150mA）より大きい場合、第1間隔より短い第2間隔（例えば2%）毎、デューティ比を変更する。また、デューティ変更部90は、ダイオード電流 I_d が第2切替値以下である場合、第2間隔より短い第3間隔（例えば1%）毎、デューティ比を変更する。

40

【0055】

これにより、デューティ変更部90は、ダイオード電流 I_d が目標電流値よりも遠い場合、より早くダイオード電流 I_d を目標電流値に近づけることができる。さらに、デュー

50

ティ変更部 90 は、ダイオード電流 I_d が目標電流値に近い場合には、発光ダイオードアレイ 30 に流れる電流を正確に目標電流値に近づけることができる。

【0056】

電流判定部 92 は、電流検出部 86 により検出されたダイオード電流 I_d および目標変更部 94 から目標電流値を受け取る。電流判定部 92 は、パルス信号のデューティ比をダイオード電流 I_d を減少させる方向に変更している期間中に、ダイオード電流 I_d が目標電流以下となったかを判定する。電流判定部 92 は、ダイオード電流 I_d が目標電流以下となった段階において、設定部 96 に通知を与える。

【0057】

目標変更部 94 は、電流判定部 92 に対して目標電流値を与える。目標変更部 94 は、目標電流値を、パルス信号のデューティ比に応じて変更する。

10

【0058】

例えば、目標変更部 94 は、パルス信号のデューティ比が第 1 閾値に達した場合に、目標電流値を大きくする。より具体的には、ダイオード電流 I_d を減少させる方向にパルス信号のデューティ比を変更している場合、目標変更部 94 は、デューティ比が初期値から第 1 閾値までの間において、目標電流値を第 1 電流値に設定する。また、目標変更部 94 は、ダイオード電流 I_d を減少させる方向にパルス信号のデューティ比を変更している場合、デューティ比が第 1 閾値に達した後において、目標電流値を、第 1 電流値よりも大きい第 2 電流値に設定する。

【0059】

20

例えば、電圧変換部 42 が昇圧型のコンバータである場合、目標変更部 94 は、オフデューティが初期値（例えば、90%）から第 1 閾値（例えば、30%）までの間において、目標電流値を、第 1 電流値（例えば 100mA）に設定する。また、目標変更部 94 は、オフデューティが第 1 閾値（30%）以下となった場合に、目標電流値を、第 1 電流値（100mA）から第 2 電流値（120mA）に変更する。

【0060】

電圧変換部 42 は、発光ダイオードアレイ 30 に流すダイオード電流 I_d を小さくすると、インバータ式安定器 12 から見たインピーダンスが小さくなる。電圧変換部 42 は、昇圧型のコンバータである場合、パルス信号のオフデューティが小さくなると、インバータ式安定器 12 から見たインピーダンスが小さくなる。

30

【0061】

インバータ式安定器 12 は、負荷のインピーダンスが所定値より小さくなった場合に、高周波電圧の出力を停止する機能（出力停止機能）を有する場合がある。このようなインバータ式安定器 12 から高周波電圧を受け取っている場合、照明装置 20 は、電圧変換部 42 のインピーダンスを所定値以上に保たなければならない。そこで、目標変更部 94 は、目標電流値をパルス信号のデューティ比に応じて変更することにより、電圧変換部 42 のインピーダンスを所定値以上に保つ。これにより、目標変更部 94 は、出力停止機能を有するインバータ式安定器 12 に接続された場合であっても、高周波電圧の出力を停止させないように、電圧変換部 42 を動作させることができる。

【0062】

40

設定部 96 は、ダイオード電流 I_d を減少させる方向に段階的に変更している場合において、ダイオード電流 I_d が目標電流値以下となったことを示す通知を電流判定部 92 から受け取る。電流判定部 92 から通知を受け取った場合、設定部 96 は、ダイオード電流 I_d が目標電流値以下となった段階におけるパルス信号のデューティ比に基づき、基準値として設定する。

【0063】

例えば、設定部 96 は、ダイオード電流 I_d が目標電流値以下となった段階におけるパルス信号のデューティ比を、基準値として不揮発記憶部 43 に書き込む。これにより、設定部 96 は、発光ダイオードアレイ 30 に目標電流値を流すデューティ比を、通常動作時におけるデューティ比（基準値）として設定することができる。

50

【0064】

なお、設定部96は、基準値を設定した場合、設定した基準値を信号発生部84に与える。信号発生部84は、設定部96から基準値を受け取ると、デューティ比が基準値のパルス信号を電圧変換部42に与える。これにより、信号発生部84は、キャリブレーションの終了後に、通常動作と同様の電流量を流して発光ダイオードアレイ30を発光させることができる。

【0065】

また、デューティ変更部90は、デューティ比が第2閾値に達した場合、デューティ比の変更方向を切り替える。すなわち、デューティ変更部90は、ダイオード電流 I_d を減少させる方向にデューティ比を変更しても、ダイオード電流 I_d が目標電流値以下とならずに、デューティ比が第2閾値に達した場合、ダイオード電流 I_d を増加させる方向にパルス信号のデューティ比を段階的に変更する。第2閾値は、第1閾値よりも、ダイオード電流 I_d を減少させるデューティ比である。

【0066】

電圧変換部42が昇圧型のコンバータである場合、第2閾値は、第1閾値より小さい割合である。従って、デューティ変更部90は、オフデューティを小さくしていても、ダイオード電流 I_d が第2電流値(120mA)以下とならずに、デューティ比が第2閾値(20%)より小さくなった場合、デューティ比の変更方向を切り替えて、パルス信号のオフデューティを大きくする方向に段階的に変更する。例えば、デューティ変更部90は、第3間隔(例えば1%)毎、デューティ比を増加する。これにより、デューティ変更部90は、発光ダイオードアレイ30に流れる電流を目標電流値まで下げることができない場合には、平滑電圧 V_A が目標電圧値となるように、電圧変換部42を動作させることができる。

【0067】

電圧判定部98は、電圧検出部88により検出された平滑電圧 V_A および予め設定された第1目標電圧値を受け取る。電圧判定部98は、パルス信号のデューティ比をダイオード電流 I_d を増加させる方向に変更している期間中に、平滑電圧 V_A が第1目標電圧値以上となったかを判定する。電圧判定部98は、平滑電圧 V_A が第1目標電圧値以上となった段階において、設定部96に通知を与える。

【0068】

設定部96は、ダイオード電流 I_d を増加させる方向に段階的に変更している場合において、平滑電圧 V_A が第1目標電圧値以上となったことを示す通知を電圧判定部98から受け取る。電圧判定部98から通知を受け取った場合、設定部96は、平滑電圧 V_A が第1目標電圧値以上となった段階におけるパルス信号のデューティ比に基づき、基準値として設定する。

【0069】

例えば、設定部96は、ダイオード電流 I_d を増加させる方向に段階的に変更している場合において、平滑電圧 V_A が第1目標電圧値(例えば100V)以上となった段階におけるパルス信号のデューティ比を、基準値として不揮発記憶部43に書き込む。これにより、設定部96は、平滑電圧 V_A が目標電圧値となるようなデューティ比を、通常動作時におけるデューティ比(基準値)として設定することができる。

【0070】

図6は、第1実施形態に係る制御装置44における電源が投入された場合の処理手順を示すフローチャートである。制御装置44は、照明装置20が灯具11に取り付けられた状態で電源が投入された場合、図6に示す処理を実行する。

【0071】

まず、S111において、制御装置44は、初期処理を実行する。続いて、S112において、制御装置44は、通常動作をするか、キャリブレーションをするかを判定する。例えば、制御装置44は、不揮発記憶部43に基準値が記憶されている場合には通常動作と判定し、基準値が記憶されていない場合にはキャリブレーションをすると判定する。制

10

20

30

40

50

御装置 4 4 は、他の方法で判定してもよい。

【0072】

通常動作を実行する場合（S 1 1 2 の N o）、S 1 1 3 において、制御装置 4 4 は、不揮発記憶部 4 3 から基準値を読み出す。続いて、S 1 1 4 において、制御装置 4 4 は、デューティ比が基準値のパルス信号の発生を開始して、電圧変換部 4 2 に与える。これにより、制御装置 4 4 は、発光ダイオードアレイ 3 0 に適切な量の電流を流すように、電圧変換部 4 2 を動作させることができる。制御装置 4 4 は、電源がオフされるまで、デューティ比が基準値のパルス信号を電圧変換部 4 2 に与え続ける。

【0073】

キャリブレーションを実行する場合（S 1 1 2 の Y e s）、S 1 1 6 において、制御装置 4 4 は、キャリブレーションを実行する。制御装置 4 4 は、キャリブレーションにおいて、発光ダイオードアレイ 3 0 に適切な量の電流を流すようなパルス信号のデューティ比を検出し、検出したデューティ比を基準値として不揮発記憶部 4 3 に書き込む。制御装置 4 4 は、キャリブレーションが終了した後は、電源がオフされるまで、デューティ比が基準値のパルス信号を電圧変換部 4 2 に与え続ける。

10

【0074】

図 7 は、第 1 実施形態に係る制御装置 4 4 におけるキャリブレーションの手順を示すフローチャートである。制御装置 4 4 は、図 6 に示した S 1 1 6 において、図 7 に示す処理を実行する。

【0075】

まず、S 1 2 1 において、制御装置 4 4 は、パルス信号のデューティ比を初期値に設定する。初期値は、デューティ比として設定可能な範囲の値であって、ダイオード電流 I_d が最大となるデューティ比である。例えば、初期値は、90%のオフデューティである。

20

【0076】

続いて、S 1 2 2 において、制御装置 4 4 は、設定されたデューティ比のパルス信号の発生を開始する。以後、制御装置 4 4 は、インバータ式安定器 1 2 からの高周波電圧の出力が停止するまで、デューティ比を変更しながらパルス信号の発生を継続する。

【0077】

続いて、S 1 2 3 において、制御装置 4 4 は、ダイオード電流 I_d の低減処理を実行する。より具体的には、制御装置 4 4 は、ダイオード電流 I_d を目標電流量に近づけるように、パルス信号のデューティ比を変更させる処理を実行する。S 1 2 3 の処理については、図 8 を参照してさらに説明する。

30

【0078】

続いて、S 1 2 4 において、制御装置 4 4 は、基準値の検出処理を実行する。より具体的には、制御装置 4 4 は、ダイオード電流 I_d が目標電流値以下となるデューティ比、または、平滑電圧 V_A が第 1 目標電圧値以上となるデューティ比を検出する処理を実行する。S 1 2 4 の処理については、図 9 を参照してさらに説明する。

【0079】

続いて、S 1 2 5 において、制御装置 4 4 は、S 1 2 4 において検出されたデューティ比を基準値として設定する。より具体的には、制御装置 4 4 は、基準値を不揮発記憶部 4 3 に書き込む。

40

【0080】

制御装置 4 4 は、S 1 2 5 を終了するとキャリブレーションを終了する。ただし、制御装置 4 4 は、キャリブレーションを終了しても、デューティ比が基準値のパルス信号を出力し続ける。

【0081】

図 8 は、第 1 実施形態に係る制御装置 4 4 におけるダイオード電流 I_d の低減処理の手順を示すフローチャートである。制御装置 4 4 は、図 7 に示した S 1 2 3 において、図 8 に示す処理を実行する。

【0082】

50

まず、S 1 3 1において、制御装置 4 4は、ダイオード電流 I dを検出する。続いて、S 1 3 2において、S 1 3 1で検出したダイオード電流 I dが第 1 切替値（例えば 2 0 0 m A）以下であるか否かを判断する。

【0 0 8 3】

ダイオード電流 I dが第 1 切替値（例えば 2 0 0 m A）より大きい場合（S 1 3 2の N o）、S 1 3 3において、制御装置 4 4は、パルス信号のデューティ比を、ダイオード電流 I dを減少させる方向に第 1 間隔分、変更する。本実施形態においては、制御装置 4 4は、オフデューティを 5 %減少させる。S 1 3 3の処理を終えると、制御装置 4 4は、処理を S 1 3 1に戻す。制御装置 4 4は、ダイオード電流 I dが第 1 切替値（2 0 0 m A）以下となるまで、S 1 3 1～S 1 3 3の処理を繰り返す。

10

【0 0 8 4】

ダイオード電流 I dが第 1 切替値（例えば 2 0 0 m A）以下の場合（S 1 3 2の Y e s）、制御装置 4 4は、処理を S 1 3 4に進める。S 1 3 4において、制御装置 4 4は、ダイオード電流 I dを検出する。続いて、S 1 3 5において、S 1 3 4で検出したダイオード電流 I dが第 2 切替値（例えば 1 5 0 m A）以下であるか否かを判断する。なお、第 2 切替値は、目標電流値（第 1 電流値）よりも大きく、第 1 切替値よりも小さい。

【0 0 8 5】

ダイオード電流 I dが第 2 切替値（例えば 1 5 0 m A）より大きい場合（S 1 3 5の N o）、S 1 3 6において、制御装置 4 4は、パルス信号のデューティ比を、ダイオード電流 I dを減少させる方向に第 2 間隔分、変更する。第 2 間隔は、第 1 間隔よりも小さい。本実施形態においては、制御装置 4 4は、オフデューティを 2 %減少させる。

20

【0 0 8 6】

S 1 3 6の処理を終えると、制御装置 4 4は、処理を S 1 3 4に戻す。制御装置 4 4は、ダイオード電流 I dが第 2 切替値（1 5 0 m A）以下となるまで、S 1 3 4～S 1 3 6の処理を繰り返す。そして、制御装置 4 4は、ダイオード電流 I dが第 2 切替値（1 5 0 m A）以下となった場合（S 1 3 5の Y e s）、本フローを抜けて、処理を図 7 のフローに戻る。

【0 0 8 7】

このような処理を実行することにより、制御装置 4 4は、ダイオード電流 I dを減少させる方向に段階的に変更する場合において、ダイオード電流 I dが目標電流値に近づく程、デューティ比の変更間隔を小さくすることができる。これにより、制御装置 4 4は、ダイオード電流 I dが目標電流値よりも遠い場合、より早くダイオード電流 I dを目標電流値に近づけることができる。

30

【0 0 8 8】

図 9 は、第 1 実施形態に係る制御装置 4 4における基準値の検出処理の手順を示すフローチャートである。制御装置 4 4は、図 7 に示した S 1 2 4において、図 9 に示す処理を実行する。

【0 0 8 9】

まず、S 1 4 1において、制御装置 4 4は、目標電流値に第 1 電流値を設定する。例えば、制御装置 4 4は、目標電流値に 1 0 0 m Aを設定する。

40

【0 0 9 0】

続いて、S 1 4 2において、制御装置 4 4は、パルス信号のデューティ比が第 1 閾値に達したか否かを判断する。例えば、制御装置 4 4は、オフデューティが 3 0 %以下となったか否かを判断する。

【0 0 9 1】

パルス信号のデューティ比が第 1 閾値に達していない場合（S 1 4 2の N o）、すなわち、パルス信号のデューティ比が初期値から第 1 閾値との間の場合、S 1 4 3において、制御装置 4 4は、ダイオード電流 I dを検出する。続いて、S 1 4 4において、制御装置 4 4は、S 1 4 3で検出したダイオード電流 I dが第 1 電流値（例えば 1 0 0 m A）以下であるか否かを判断する。ダイオード電流 I dが第 1 電流値（例えば 1 0 0 m A）以下で

50

ある場合（S 1 4 4 の Y e s）、制御装置 4 4 は、本フローを抜けて、処理を図 7 のフローに戻す。

【0 0 9 2】

ダイオード電流 I d が第 1 電流値（例えば 1 0 0 m A）以下ではない場合（S 1 4 4 の N o）、S 1 4 5 において、制御装置 4 4 は、パルス信号のデューティ比を、ダイオード電流 I d を減少させる方向に第 3 間隔分、変更する。第 3 間隔は、第 2 間隔よりも小さい。例えば、制御装置 4 4 は、オフデューティを 1 % 減少させる。これにより、制御装置 4 4 は、ダイオード電流 I d が目標電流値に近づいた場合には、デューティ比を微細に変更することができる。

【0 0 9 3】

S 1 4 5 の処理を終えると、制御装置 4 4 は、処理を S 1 4 2 に戻す。制御装置 4 4 は、ダイオード電流 I d が第 1 電流値（例えば 1 0 0 m A）以下となるか、または、デューティ比が第 1 閾値に達する（例えば、オフデューティが 3 0 % 以下となる）まで、S 1 4 2 ~ S 1 4 5 の処理を繰り返す。

【0 0 9 4】

パルス信号のデューティ比が第 1 閾値に達した場合（S 1 4 2 の Y e s）、例えば、オフデューティが 3 0 % 以下となった場合、制御装置 4 4 は、処理を S 1 4 6 に進める。

【0 0 9 5】

S 1 4 6 において、制御装置 4 4 は、第 2 電流値を設定する。例えば、制御装置 4 4 は、目標電流値に 1 2 0 m A を設定する。これにより、制御装置 4 4 は、デューティ比が初期値から第 1 閾値までの間において、目標電流値を、第 1 電流値に設定することができる。そして、制御装置 4 4 は、デューティ比が第 1 閾値に達した後において、目標電流値を、第 1 電流値よりも大きい第 2 電流値に設定することができる。

【0 0 9 6】

続いて、S 1 4 7 において、制御装置 4 4 は、パルス信号のデューティ比が第 2 閾値に達したか否かを判断する。例えば、制御装置 4 4 は、オフデューティが 2 0 % 以下となったか否かを判断する。

【0 0 9 7】

パルス信号のデューティ比が第 2 閾値に達していない場合（S 1 4 7 の N o）、すなわち、パルス信号のデューティ比が第 1 閾値から第 2 閾値との間の場合、S 1 4 8 において、制御装置 4 4 は、ダイオード電流 I d を検出する。続いて、S 1 4 9 において、制御装置 4 4 は、S 1 4 8 で検出したダイオード電流 I d が第 2 電流値（例えば 1 2 0 m A）以下であるか否かを判断する。ダイオード電流 I d が第 2 電流値（例えば 1 2 0 m A）以下である場合（S 1 4 9 の Y e s）、制御装置 4 4 は、本フローを抜けて、処理を図 7 のフローに戻す。

【0 0 9 8】

ダイオード電流 I d が第 2 電流値（例えば 1 2 0 m A）以下ではない場合（S 1 4 9 の N o）、S 1 5 0 において、制御装置 4 4 は、パルス信号のデューティ比を、ダイオード電流 I d を減少させる方向に第 3 間隔分、変更する。

【0 0 9 9】

S 1 5 0 の処理を終えると、制御装置 4 4 は、処理を S 1 4 7 に戻す。制御装置 4 4 は、ダイオード電流 I d が第 2 電流値（例えば 1 2 0 m A）以下となるか、または、デューティ比が第 2 閾値に達する（例えばオフデューティが 2 0 % 以下となる）まで、S 1 4 7 ~ S 1 5 0 の処理を繰り返す。

【0 1 0 0】

このように制御装置 4 4 は、発光ダイオードアレイ 3 0 に流れるダイオード電流 I d が目標電流値（第 1 電流値または第 2 電流値）以下となるように、パルス信号のデューティ比を変更することができる。これにより、制御装置 4 4 は、発光ダイオードアレイ 3 0 に流れる電流が目標電流値となるデューティ比を、通常動作時におけるデューティ比（基準値）として設定することができる。

10

20

30

40

50

【0101】

一方、パルス信号のデューティ比が第2閾値に達した場合（S147のYes）、例えば、オフデューティが20%以下となった場合、制御装置44は、処理をS151に進める。

【0102】

S151において、制御装置44は、パルス信号のデューティ比を、ダイオード電流 I_d を増加させる方向に第3間隔分、変更する。制御装置44は、オフデューティを1%増加させる。これにより、制御装置44は、ダイオード電流 I_d を減少させる方向にデューティ比を変更しても、ダイオード電流 I_d が目標電流値以下とならずに、デューティ比が第2閾値を超えた場合、デューティ比の変更方向を切り替えることができる。

10

【0103】

続いて、S152において、制御装置44は、平滑電圧 V_A を検出する。続いて、S153において、制御装置44は、S152で検出した平滑電圧 V_A が、予め設定された第1目標電圧値（例えば100V）以上であるか否かを判断する。平滑電圧 V_A が第1目標電圧値（例えば100V）以上の場合（S153のYes）、制御装置44は、本フローを抜けて、処理を図7のフローに戻す。

【0104】

平滑電圧 V_A が第1目標電圧値（例えば100V）以上ではない場合（S153のNo）、制御装置44は、処理をS151に戻す。制御装置44は、平滑電圧 V_A が第1目標電圧値（例えば100V）以上となるまで、S151～S153の処理を繰り返す。

20

【0105】

これにより、制御装置44は、ダイオード電流 I_d を目標電流値まで下げることができない場合には、インバータ式安定器12の出力電圧が目標値となるデューティ比を、通常動作時におけるデューティ比（基準値）として設定させることができる。

【0106】

以上のように本実施形態に係る照明装置20は、様々なインバータ式安定器12から高周波電圧を受け取って効率良く発光することができる。例えば、照明装置20は、様々なインバータ式安定器12に接続されても、適切な値のダイオード電流 I_d を発光ダイオードアレイ30に流すことができる。より具体的には、例えば、照明装置20は、負荷のインピーダンスが低下した場合に高周波電圧の出力を停止するインバータ式安定器12が接続されても、インバータ式安定器12から見たインピーダンスを所定値以上とすることができる。また、例えば、照明装置20は、パルス信号のデューティ比を変更しても目標電流値までダイオード電流 I_d を下げるできないインバータ式安定器12が接続されても、入力電圧を一定値に保つように制御をすることができる。

30

【0107】

（第2実施形態）

つぎに、第2実施形態に係る照明システム10について説明する。第2実施形態に係る照明システム10は、第1実施形態に係る照明システム10と略同一の構成および機能を有するので、略同一の要素には同一の符号を付けて相違点を除き詳細な説明を省略する。なお、第3実施形態以降も同様である。

40

【0108】

図10は、第2実施形態に係る制御装置44の機能構成を示すブロック図である。第2実施形態に係る制御装置44は、最終デューティ書込部122と、消灯判定部124とをさらに備える。

【0109】

最終デューティ書込部122は、パルス信号のデューティ比をダイオード電流 I_d を減少させるように段階的に変更している期間（電流減少期間）中に、それぞれの段階において、直前の段階に設定した最終デューティ比を不揮発記憶部43に書き込む。最終デューティ書込部122は、最終デューティ比を不揮発記憶部43に書き込む場合、最終デューティ比を上書きして書き込んでよい。これにより、最終デューティ書込部122は、キャ

50

リブレーションにおいて、インバータ式安定器 1 2 から高周波電圧が出力されていたデューティ比のうち、ダイオード電流 I_d が最も小さかったデューティ比を不揮発記憶部 4 3 に記憶させておくことができる。

【0110】

なお、最終デューティ書込部 1 2 2 は、電流減少期間が終了した場合、不揮発記憶部 4 3 に書き込まれた最終デューティ比を消去してもよい。さらに、最終デューティ書込部 1 2 2 は、キャリブレーションが終了した場合に、不揮発記憶部 4 3 に書き込まれた最終デューティ比を消去してもよい。

【0111】

消灯判定部 1 2 4 は、直前のキャリブレーション時において、電流減少期間中に、高周波電圧の inputs が停止したか否かを判定する。消灯判定部 1 2 4 は、一例として、最終デューティ比が不揮発記憶部 4 3 に記憶されているが、基準値が不揮発記憶部 4 3 に記憶されていない場合、直前のキャリブレーション時において、電流減少期間中に、高周波電圧の inputs が停止したと判定してもよい。

【0112】

設定部 9 6 は、直前のキャリブレーション時において、電流減少期間中に、高周波電圧の inputs が停止した場合、不揮発記憶部 4 3 に記憶されている最終デューティ比に基づき基準値を設定する。例えば、設定部 9 6 は、最終デューティ比を、基準値として設定してもよい。これに代えて、設定部 9 6 は、最終デューティ比に対してダイオード電流 I_d を増加させる方向の一定のマージンを加えたデューティ比を、基準値として設定してもよい。これにより、設定部 9 6 は、発光ダイオードアレイ 3 0 を確実に発光させることができるデューティ比を基準値として設定することができる。

【0113】

本実施形態においては、設定部 9 6 は、直前の少なくとも 2 回のキャリブレーション時において、電流減少期間中に高周波電圧の inputs が停止し、且つ、直前の少なくとも 2 回のキャリブレーションにおける最終デューティ比が近似していることを条件として、最終デューティ比に基づき基準値を設定する。

【0114】

本実施形態においては、最終デューティ書込部 1 2 2 は、直前のキャリブレーション時において書き込まれた最終デューティ比と区別して、最終デューティ比を不揮発記憶部 4 3 に書き込む。例えば、最終デューティ書込部 1 2 2 は、直前のキャリブレーションの電流減少期間中に高周波電圧の inputs が停止していなかった場合には、今回のキャリブレーションにおける最終デューティ比を 1 回目として不揮発記憶部 4 3 に書き込む。そして、最終デューティ書込部 1 2 2 は、直前のキャリブレーションの電流減少期間中に高周波電圧の inputs が停止していた場合には、今回のキャリブレーションにおける最終デューティ比を 2 回目として、不揮発記憶部 4 3 に書き込む。

【0115】

また、本実施形態においては、消灯判定部 1 2 4 は、直前の 2 回のキャリブレーション時において、電流減少期間中に高周波電圧の inputs が停止したか否かを判定する。さらに、消灯判定部 1 2 4 は、直前の 2 回のキャリブレーションにおける最終デューティ比が近似しているか否かを判断する。例えば、消灯判定部 1 2 4 は、1 回目の最終デューティ比と 2 回目の最終デューティ比との差が、予め定められた値以下であるかを判断する。

【0116】

これにより、設定部 9 6 は、キャリブレーション中にユーザが電源をオフしてしまったことにより、インバータ式安定器 1 2 から高周波電圧が停止したような場合における最終デューティ比を、基準値として設定し、回数を回避することができる。

【0117】

図 1 1 は、第 2 実施形態に係る制御装置 4 4 の処理手順を示すフローチャートである。第 2 実施形態において、制御装置 4 4 は、照明装置 2 0 が灯具 1 1 に取り付けられた状態で電源が投入された場合、図 1 1 に示す処理を実行する。

10

20

30

40

50

【0118】

S111、S112、S113およびS114において、制御装置44は、図6において説明した処理と同一の処理を実行する。一方、キャリブレーションを実行すると判断した場合（S112のYes）、制御装置44は、処理をS211に進める。

【0119】

S211において、制御装置44は、不揮発記憶部43から最終デューティ比を読み出す。続いて、S212において、制御装置44は、直前の2回のキャリブレーション時において、電流減少期間中に、高周波電圧の入力が停止したか否かを判断する。制御装置44は、一例として、2回目の最終デューティ比が不揮発記憶部43に記憶されているが、基準値が不揮発記憶部43に記憶されていない場合、直前の2回のキャリブレーション時において、電流減少期間中に高周波電圧の入力が停止したと判断する。

10

【0120】

直前の2回のキャリブレーション時において、電流減少期間中に、高周波電圧の入力が停止していない場合（S212のNo）、制御装置44は、処理をS213に進める。

【0121】

S213において、制御装置44は、図7に示すキャリブレーションを実行する。なお、第2実施形態においては、制御装置44は、ダイオード電流Idを減少させる方向にデューティ比を変更する毎に、直前の段階におけるデューティ比を、最終デューティ比として不揮発記憶部43に書き込む。例えば、制御装置44は、図8に示すS133およびS136、並びに、図9に示すS145およびS150において、最終デューティ比を不揮発記憶部43に書き込む。

20

【0122】

また、この場合、制御装置44は、1回目のキャリブレーションであるか、2回目のキャリブレーション（直前のキャリブレーション時において、電流減少期間中に高周波電圧の入力が停止した場合）であるかを区別して、最終デューティ比を不揮発記憶部43に書き込む。

【0123】

さらに、制御装置44は、電流減少期間が終了した場合に、不揮発記憶部43に書き込まれた最終デューティ比を削除する。例えば、制御装置44は、図9のS147において、デューティ比が第2閾値に達したと判断した場合（S147のYes）、不揮発記憶部43に書き込まれた最終デューティ比を削除する。また、制御装置44は、図7の基準値の設定処理の直前において、不揮発記憶部43に最終デューティ比が書き込まれていた場合には、不揮発記憶部43に書き込まれた最終デューティ比を削除する。

30

【0124】

制御装置44は、S213のキャリブレーションが終了した後は、電源がオフされるまで、デューティ比が基準値のパルス信号を電圧変換部42に与え続ける。

【0125】

一方、直前の2回のキャリブレーション時において、電流減少期間中に、高周波電圧の入力が停止した場合（S212のYes）、制御装置44は、処理をS214に進める。

【0126】

S214において、制御装置44は、直前の2回のキャリブレーションにおける最終デューティ比が近似しているか否かを判断する。例えば、制御装置44は、1回目の最終デューティ比と2回目の最終デューティ比との差が、予め定められた値以下であるかを判断する。

40

【0127】

直前の2回のキャリブレーションにおける最終デューティ比が近似していない場合（S214のNo）、S215において、制御装置44は、不揮発記憶部43に書き込まれている2回目の最終デューティ比を、1回目の最終デューティ比に変更し、処理をS213に進める。

【0128】

50

直前の2回のキャリブレーションにおける最終デューティ比が近似している場合（S 2 1 4のY e s）、S 2 1 6において、制御装置4 4は、2回目の最終デューティ比に基づき基準値を設定する。制御装置4 4は、2回目の最終デューティ比に、ダイオード電流 I_d を増加させる方向のマージンを加えたデューティ比を、基準値として設定する。なお、制御装置4 4は、1回目の最終デューティ比に基づき基準値を設定してもよいし、1回目および2回目の両者の最終デューティ比に基づき基準値を設定してもよい。

【0 1 2 9】

続いて、S 2 1 7において、制御装置4 4は、デューティ比が基準値のパルス信号の発生を開始して、電圧変換部4 2に与える。以後、制御装置4 4は、電源がオフされるまで、デューティ比が基準値のパルス信号を電圧変換部4 2に与え続ける。

10

【0 1 3 0】

以上のように第2実施形態に係る照明装置2 0によれば、負荷のインピーダンスが低い場合に出力を停止するインバータ式安定器1 2等に接続された場合であっても、発光ダイオードアレイ3 0を確実に発光させることができる。また、照明装置2 0によれば、ユーザが電源をオフしてしまったことにより、インバータ式安定器1 2からの高周波電圧が停止した場合であっても、キャリブレーションを再度実行することができる。

【0 1 3 1】

（第3実施形態）

つぎに、第3実施形態に係る照明システム1 0について説明する。

【0 1 3 2】

20

図1 2は、第3実施形態に係る制御装置4 4の機能構成を示すブロック図である。第3実施形態に係る制御装置4 4は、第2電圧判定部1 3 2をさらに備える。

【0 1 3 3】

第2電圧判定部1 3 2は、電圧検出部8 8により検出された平滑電圧 V_A および予め設定された第2目標電圧値を受け取る。第2目標電圧値は、例えば第1目標電圧値より大きい。第2電圧判定部1 3 2は、平滑電圧 V_A が第2目標電圧値より小さいか否かを判定する。第2電圧判定部1 3 2は、判定結果をデューティ変更部9 0に与える。

【0 1 3 4】

デューティ変更部9 0は、ダイオード電流 I_d を減少させる方向にデューティ比を変更したことによりダイオード電流 I_d が目標電流値以下となった場合であって、且つ、平滑電圧 V_A が第2目標電圧値より大きい場合、さらに、ダイオード電流 I_d を増加させる方向にパルス信号のデューティ比を段階的に変更する。

30

【0 1 3 5】

電圧変換部4 2が昇圧型のコンバータである場合、デューティ変更部9 0は、オフデューティを小さくしたことによりダイオード電流 I_d が第1電流値（1 0 0 m A）または第2電流値（1 2 0 m A）以下となった場合であって、平滑電圧 V_A が第2目標電圧値（例えば、1 2 0 V）より大きい場合、さらに、パルス信号のオフデューティを大きくする方向に段階的に変更する。デューティ変更部9 0は、例えば第3間隔（例えば1 %）毎、デューティ比を増加させる。これにより、デューティ変更部9 0は、平滑電圧 V_A を第2目標電圧値より小さくすることができる。

40

【0 1 3 6】

第2電圧判定部1 3 2は、ダイオード電流 I_d を増加させる方向にパルス信号のデューティ比を段階的に変更している期間中に、平滑電圧 V_A が第2目標電圧値より小さくなったかを判定する。第2電圧判定部1 3 2は、平滑電圧 V_A が第2目標電圧値より小さくなった段階において、設定部9 6に通知を与える。

【0 1 3 7】

設定部9 6は、ダイオード電流 I_d を増加させる方向に段階的に変更している場合において、平滑電圧 V_A が第2目標電圧値より小さくなったことを示す通知を第2電圧判定部1 3 2から受け取る。第2電圧判定部1 3 2から通知を受け取った場合、設定部9 6は、平滑電圧 V_A が第2目標電圧値より小さくなった段階におけるパルス信号のデューティ比

50

に基づき基準値を設定する。例えば、設定部 96 は、平滑電圧 V_A が第 2 目標電圧値（例えば 120 V）より小さくなった段階におけるパルス信号のデューティ比を、基準値として不揮発記憶部 43 に書き込む。

【0138】

設定部 96 は、ダイオード電流 I_d が目標電流値まで下がったとしても、平滑電圧 V_A が高すぎる場合には、平滑電圧 V_A を第 2 目標電圧値より小さくするデューティ比を、通常動作時におけるデューティ比（基準値）として設定することができる。本実施形態においては、内部電源 49 は、シリーブレギュレータである。このため、内部電源 49 は、出力電圧と入力電圧（平滑電圧 V_A ）との差が大きくなると損失が大きくなる。設定部 96 は、平滑電圧 V_A を第 2 目標電圧値より小さくすることにより内部電源 49 での損失を小さくすることができる。

10

【0139】

図 13 は、第 3 実施形態に係る制御装置 44 の処理手順を示すフローチャートである。本実施形態に係る制御装置 44 は、図 6～図 9 に示したフローチャートの処理に加えて、図 13 に示すフローチャートの処理を実行する。具体的には、制御装置 44 は、図 9 の S144 の Yes の判断の後、および、図 9 の S149 の Yes の判断の後に、図 13 に示す S311～S313 の処理を実行する。

【0140】

S311 において、制御装置 44 は、平滑電圧 V_A を検出する。続いて、S312 において、制御装置 44 は、S311 で検出した平滑電圧 V_A が第 2 目標電圧値（例えば 120 V）より小さいか否かを判断する。平滑電圧 V_A が第 2 目標電圧値（例えば 120 V）より小さい場合（S312 の Yes）、制御装置 44 は、図 9 および図 13 のフローを抜けて、処理を図 7 のフローに戻す。

20

【0141】

平滑電圧 V_A が第 2 目標電圧値（例えば 120 V）より小さくない場合（S312 の No）、S313 において、制御装置 44 は、パルス信号のデューティ比を、ダイオード電流 I_d を増加させる方向に所定間隔分、変更する。例えば、制御装置 44 は、オフデューティを 1% 増加させる。これにより、制御装置 44 は、平滑電圧 V_A を小さくすることができる。

【0142】

制御装置 44 は、S313 を終わると、処理を S311 に戻す。そして、制御装置 44 は、平滑電圧 V_A が第 2 目標電圧値（例えば 120 V）より小さくなるまで、S311～S313 の処理を繰り返す。

30

【0143】

これにより、制御装置 44 は、平滑電圧 V_A を第 2 目標電圧値より小さくするデューティ比を、通常動作時におけるデューティ比（基準値）として設定することができる。以上のように本実施形態に係る照明装置 20 は、内部損失を小さくして、効率良く発光することができる。なお、第 3 実施形態に示した構成は、第 2 実施形態に組み込むことも可能である。

【0144】

（第 4 実施形態）

つぎに、第 4 実施形態に係る照明システム 10 について説明する。

【0145】

図 14 は、第 4 実施形態に係る制御装置 44 の機能構成を示すブロック図である。第 4 実施形態に係る制御装置 44 は、リップル検出部 142 をさらに備える。

40

【0146】

リップル検出部 142 は、ダイオード電流 I_d を減少させる方向にパルス信号のデューティ比を段階的に変更している期間中に、それぞれの段階において、ダイオード電流 I_d に含まれる所定値以上のリップルを検出する。例えば、リップル検出部 142 は、電流検出部 86 による電流検出期間中において、ダイオード電流 I_d の最大値と最小値を取得す

50

る。リップル検出部 142 は、ダイオード電流 I_d の最大値と最小値との差が予め定められた値以上の場合、ダイオード電流 I_d に所定値以上のリップルが含まれると判断する。リップル検出部 142 は、ダイオード電流 I_d に所定値以上のリップルを検出した場合、所定値以上のリップルを検出したことを示す通知を設定部 96 に通知する。

【0147】

設定部 96 は、所定値以上のリップルを検出したことを示す通知をリップル検出部 142 から受け取る。リップル検出部 142 から通知を受け取った場合、設定部 96 は、リップルが所定値以上とならない段階におけるデューティ比に基づき基準値を設定する。

【0148】

例えば、設定部 96 は、所定値以上のリップルが検出された段階におけるデューティ比に、ダイオード電流 I_d を増加させる方向の一定のマージンを加えたデューティ比を、基準値として設定する。電圧変換部 42 が昇圧型のコンバータである場合、設定部 96 は、現在のオフデューティに所定値を加算した値を、基準値として設定する。これにより、設定部 96 は、リップルが所定値以上とならない段階におけるデューティ比を通常動作時におけるデューティ比（基準値）として設定することができる。

【0149】

図 15 は、第 4 実施形態に係る制御装置 44 の処理手順を示すフローチャートである。本実施形態に係る制御装置 44 は、図 6～図 9 に示したフローチャートの処理に加えて、図 15 に示すフローチャートの処理を実行する。具体的には、制御装置 44 は、図 8 の S131 と S132 との間、図 8 の S134 と S135 との間、図 9 の S143 と S144 との間、図 9 の S148 と S149 との間において、図 15 に示す S411～S413 の処理を実行する。

【0150】

S411 において、制御装置 44 は、ダイオード電流 I_d のリップルを検出する。続いて、S412 において、制御装置 44 は、ダイオード電流 I_d に所定値以上のリップルが含まれるか否かを判断する。例えば、制御装置 44 は、ダイオード電流 I_d の測定期間中における最大値と最小値との差が所定値以上であるか否かを判断する。ダイオード電流 I_d に所定値以上のリップルが含まれない場合（S412 の No）、制御装置 44 は、処理を元のフローに戻す。

【0151】

ダイオード電流 I_d に所定値以上のリップルが含まれる場合（S412 の Yes）、S413 において、制御装置 44 は、所定値以上のリップルが含まれる現在のデューティ比を、ダイオード電流 I_d を増加させる方向に変更する。例えば、制御装置 44 は、現在のオフデューティを所定量（例えば 2%）増加させる。これにより、制御装置 44 は、リップルが所定値以上とならないデューティ比に変更することができる。

【0152】

制御装置 44 は、S413 を終わると、処理を図 7 の S125 に戻す。これにより、制御装置 44 は、リップルが所定値以上とならないデューティ比に基づき基準値を設定することができる。

【0153】

以上のように制御装置 44 は、リップルが所定値以上とならないデューティ比を、通常動作時におけるデューティ比（基準値）として設定することができる。これにより、本実施形態に係る照明装置 20 は、発光によるちらつきを小さくして効率良く発光することができる。なお、第 4 実施形態に示した構成は、第 2 実施形態および第 3 実施形態に組み込むことも可能である。

【0154】

（ダイオード電流 I_d および平滑電圧 V_A の測定期間）

以上の第 1 から第 4 の実施形態において、電流検出部 86 は、ダイオード電流 I_d を減少または増加させているそれぞれの段階において、ダイオード電流 I_d を検出している。電流検出部 86 は、それぞれの段階において、予め定められた測定期間、発光ダイオード

10

20

30

40

50

アレイ 30 に流れる電流値を複数回サンプルリングして平均化した値をダイオード電流 I_d としてよい。これにより、電流検出部 86 は、精度の良いダイオード電流 I_d を検出することができる。

【0155】

また、電流検出部 86 は、高周波電圧の駆動源となり得る商用交流電圧の周波数の 2 倍の公約数に対応する信号周期を、測定期間としてもよい。例えば、電流検出部 86 は、高周波電圧の駆動源となり得る商用交流電圧の周波数の 2 倍の公約数に対応する信号周期分、発光ダイオードアレイ 30 に流れる電流値をサンプルし、サンプルして得られた電流値の平均をダイオード電流 I_d として算出する。

【0156】

例えば、商用交流電圧の周波数が、50 Hz および 60 Hz であるとする。この場合、50 Hz の 2 倍の周波数 (100 Hz) と、60 Hz の 2 倍の周波数 (120 Hz) との公約数は、20 Hz である。従って、電流検出部 86 は、50 m 秒または 50 m 秒の倍数を測定期間とする。そして、電流検出部 86 は、測定期間中における発光ダイオードアレイ 30 に流れる電流値を平均化してダイオード電流 I_d を算出する。

【0157】

これにより、電流検出部 86 は、商用電源の周波数の 2 倍の成分のノイズを無くし、精度の良いダイオード電流 I_d を検出することができる。なお、電圧検出部 88 も同様の測定期間で平滑電圧 V_A を検出してよい。これにより、電圧検出部 88 は、商用電源の周波数の 2 倍の成分のノイズを無くし、精度の良い平滑電圧 V_A を検出することができる。

【0158】

以上、本発明の実施形態を説明したが、実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能である。

【符号の説明】

【0159】

- 11 灯具
- 12 インバータ式安定器
- 20 照明装置
- 30 発光ダイオードアレイ
- 32 駆動回路
- 41 整流平滑化部
- 42 電圧変換部
- 43 不揮発記憶部
- 44 制御装置
- 46 第 1 分圧抵抗
- 47 第 2 分圧抵抗
- 48 電流検出抵抗
- 49 内部電源
- 56 全波整流回路
- 57 第 1 キャパシタ
- 61 インダクタ
- 62 スイッチング素子
- 63 ダイオード
- 64 第 2 キャパシタ
- 66 バイポーラトランジスタ
- 67 定電圧ダイオード
- 68 抵抗
- 71 CPU
- 72 ROM

10

20

30

40

50

7 3 R A M
 7 4 A D 変換器
 7 5 インターフェイス部
 8 0 実行判定部
 8 2 取得部
 8 4 信号発生部
 8 6 電流検出部
 8 8 電圧検出部
 9 0 デューティ変更部
 9 2 電流判定部
 9 4 目標変更部
 9 6 設定部
 9 8 電圧判定部
 1 2 2 最終デューティ書込部
 1 2 4 消灯判定部
 1 3 2 第 2 電圧判定部
 1 4 2 リップル検出部

10

【先行技術文献】

【特許文献】

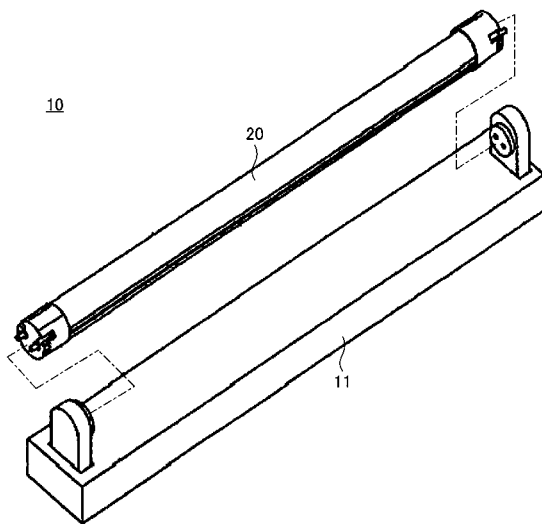
【0 1 6 0】

20

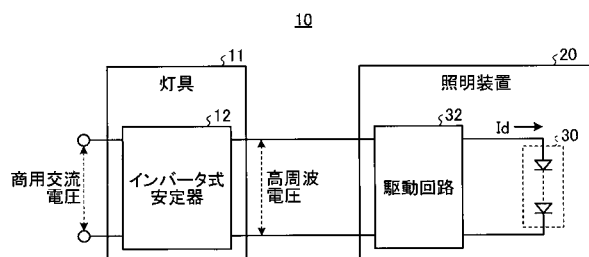
【特許文献 1】特開 2 0 1 1 - 2 4 3 3 3 1 号公報

【特許文献 2】特許第 5 2 6 6 5 9 4 号公報

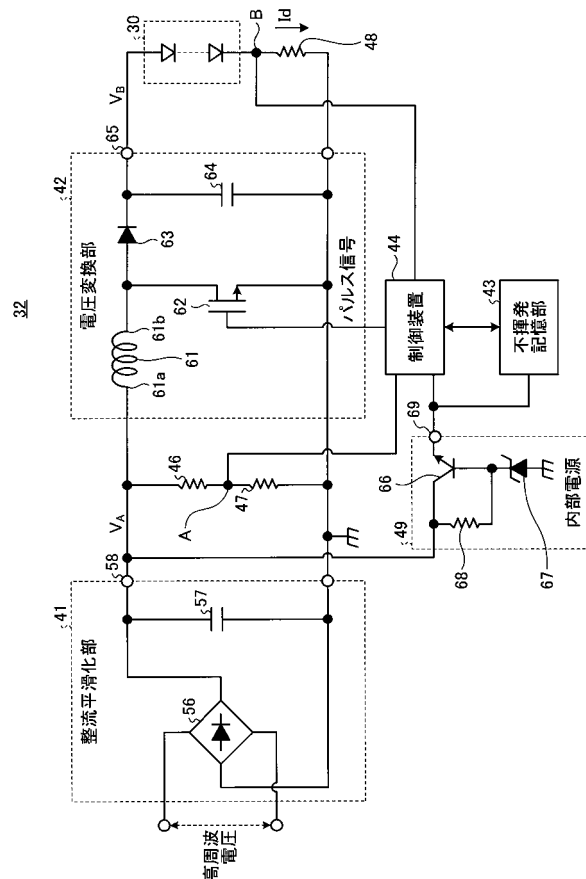
【図 1】



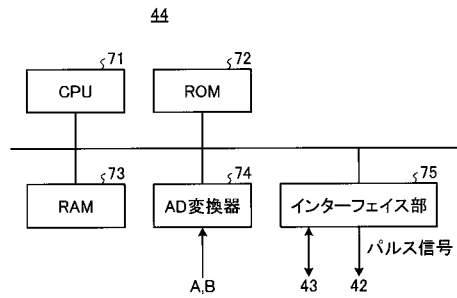
【図 2】



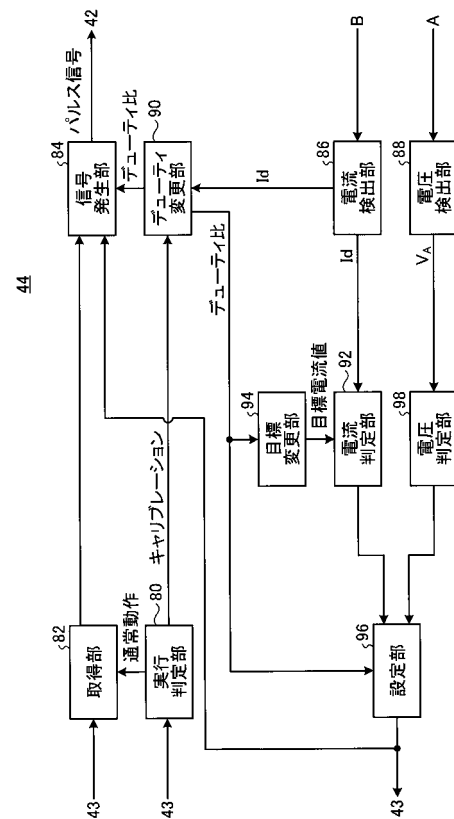
【図 3】



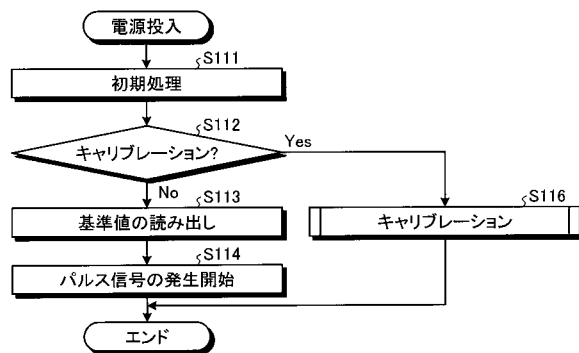
【図 4】



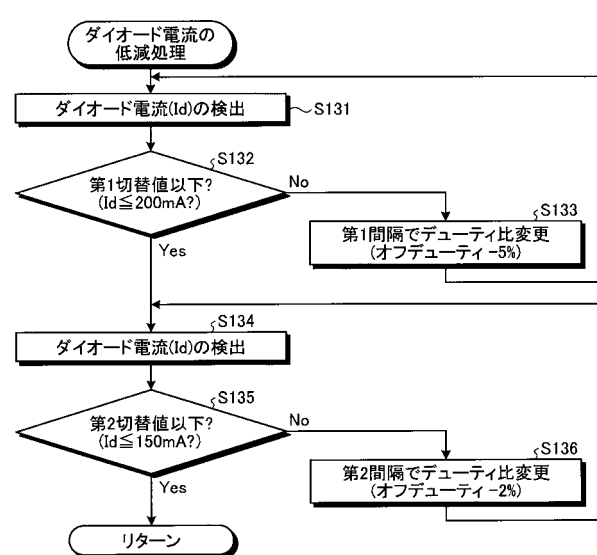
【図 5】



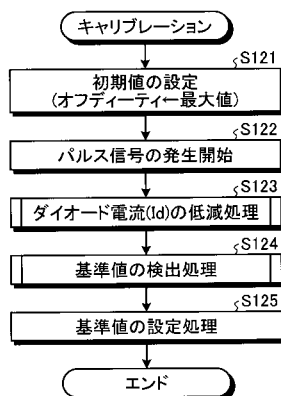
【图 6】



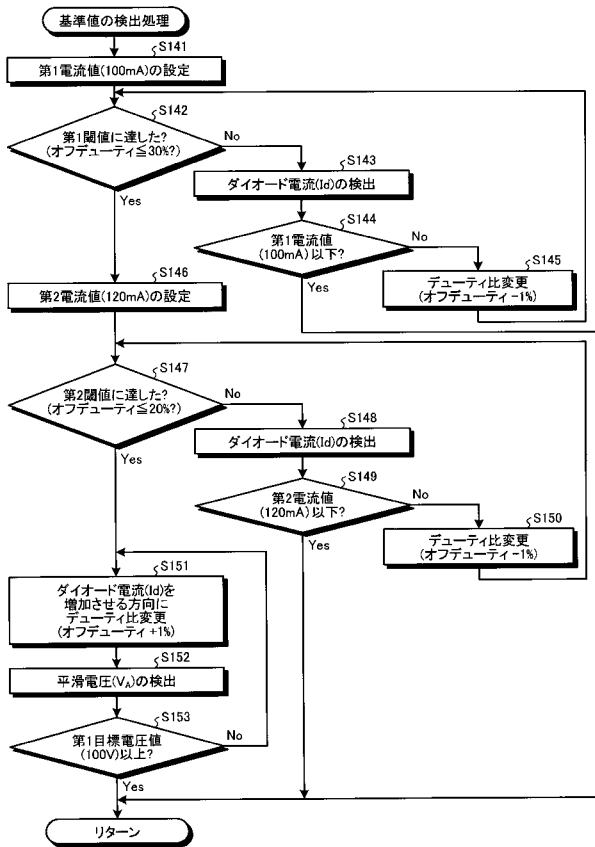
【図 8】



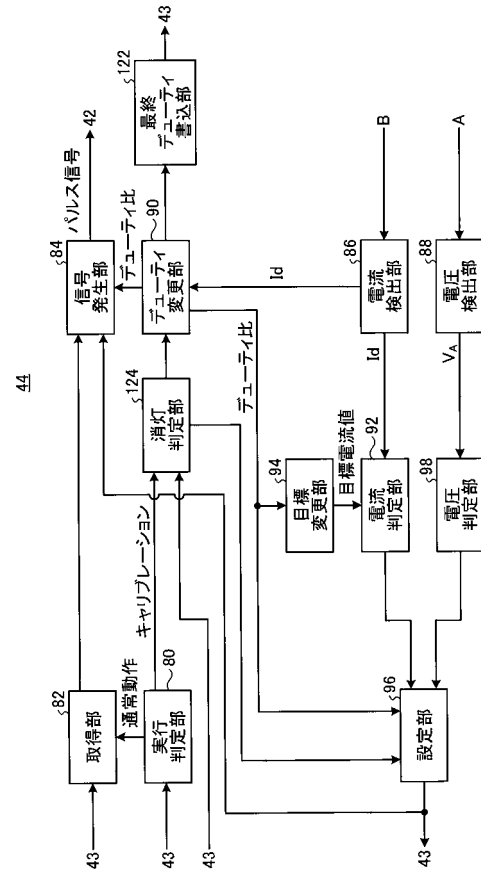
【图 7】



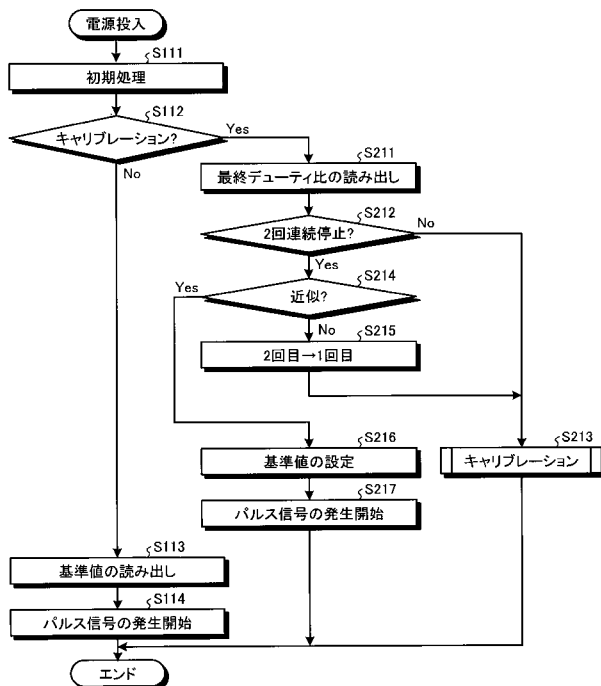
【図 9】



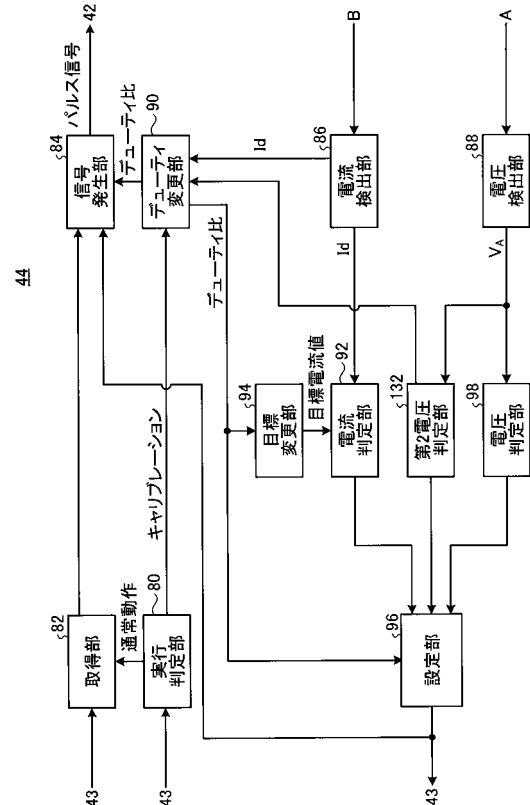
【図 10】



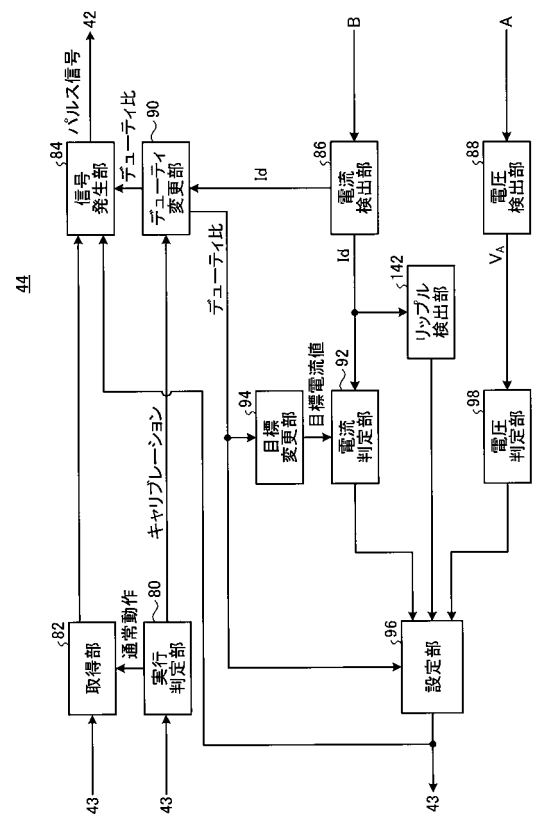
【図 11】



【図 12】



【図 14】



【图 1 5】

