

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2016-162613

(P2016-162613A)

(43) 公開日 平成28年9月5日(2016.9.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H05B 41/288 (2006.01)	H05B 41/288	2K103
G03B 21/14 (2006.01)	G03B 21/14	A 3K072
G03B 21/00 (2006.01)	G03B 21/00	D 5C058
H04N 5/74 (2006.01)	H04N 5/74	Z

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2015-41012 (P2015-41012)	(71) 出願人	000002369 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(22) 出願日	平成27年3月3日 (2015.3.3)	(74) 代理人	100116665 弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100164633 弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475 弁理士 仲井 智至
		(72) 発明者	中込 陽一 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		(72) 発明者	寺島 徹生 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放電灯駆動装置、光源装置、プロジェクター、および放電灯駆動方法

(57) 【要約】

【課題】放電灯の寿命を向上できる放電灯駆動装置を提供する。

【解決手段】本発明の放電灯駆動装置の一つの態様は、電極を有する放電灯に駆動電力を供給する放電灯駆動部と、放電灯駆動部を制御する制御部と、放電灯の電極間電圧および放電灯に供給される駆動電流のうちの少なくとも一方を検出する検出部と、を備え、制御部は、放電灯に第1駆動電力を供給する定常点灯駆動と、放電灯に第1駆動電力よりも大きい第2駆動電力を供給する高電力駆動と、を実行可能であり、所定期間における電極間電圧の変化量と、所定期間における駆動電流の変化量とのうちの少なくとも一方に基づいて、高電力駆動を制御することを特徴とする。

【選択図】図10

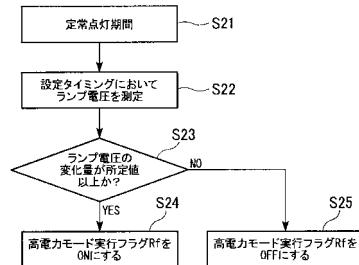


図10

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電極を有する放電灯に駆動電力を供給する放電灯駆動部と、
前記放電灯駆動部を制御する制御部と、
前記放電灯の電極間電圧および前記放電灯に供給される駆動電流のうちの少なくとも一方を検出する検出部と、
を備え、
前記制御部は、

前記放電灯に第1駆動電力を供給する定常点灯駆動と、前記放電灯に前記第1駆動電力よりも大きい第2駆動電力を供給する高電力駆動と、を実行可能であり、

所定期間における前記電極間電圧の変化量と、前記所定期間における前記駆動電流の変化量とのうちの少なくとも一方に基づいて、前記高電力駆動を制御することを特徴とする放電灯駆動装置。

【請求項 2】

前記高電力駆動に関する実行情報を記憶する記憶部を更に備え、
前記制御部は、

前記変化量が所定値以上である場合、前記記憶部に記憶された前記高電力駆動の実行情報に基づいて前記高電力駆動を実行する、請求項1に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記変化量が前記所定値より小さい場合、前記高電力駆動を実行しない、請求項2に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記放電灯が点灯開始してから、前記定常点灯駆動が行われる定常点灯期間に移行するまでの立上期間において、前記高電力駆動を実行するように前記放電灯駆動部を制御する、請求項2または3に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記定常点灯駆動が行われる定常点灯期間において、前記高電力駆動を実行するように前記放電灯駆動部を制御する、請求項2または3に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 6】

前記所定期間は、所定の設定タイミングと前記設定タイミングから所定時間だけ前の第1の参照タイミングとの間の期間であり、

前記制御部は、前記所定期間の前記変化量と、前記第1の参照タイミングと前記第1の参照タイミングから前記所定時間だけ前の第2の参照タイミングとの間の期間における前記変化量と、に基づいて前記高電力駆動を制御する、請求項1から5のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記変化量の大きさに応じて、前記高電力駆動による前記電極への熱負荷の大きさを調整する、請求項1から6のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 8】

前記熱負荷の大きさは、前記高電力駆動における前記第2駆動電力の値に応じて調整される、請求項7に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 9】

前記熱負荷の大きさは、前記高電力駆動において前記放電灯に供給される駆動電流の波形に応じて調整される、請求項7または8に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 10】

光を射出する前記放電灯と、
請求項1から9のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置と、
を備えることを特徴とする光源装置。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

請求項 10 に記載の光源装置と、

前記光源装置から射出される光を映像信号に応じて変調する光変調素子と、
前記光変調素子により変調された光を投射する投射光学系と、
を備えることを特徴とするプロジェクター。

【請求項 12】

電極を有する放電灯に駆動電力を供給して、前記放電灯を駆動させる放電灯駆動方法であって、

前記放電灯に第1駆動電力を供給する定常点灯駆動と、前記放電灯に前記第1駆動電力よりも大きい第2駆動電力を供給する高電力駆動と、を含み、

所定期間における前記放電灯の電極間電圧の変化量と、前記所定期間における前記放電灯に供給される駆動電流の変化量とのうちの少なくとも一方に基づいて、前記高電力駆動を制御することを特徴とする放電灯駆動方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放電灯駆動装置、光源装置、プロジェクター、および放電灯駆動方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、プロジェクターには省エネルギー化が求められている。そのため、ランプへの駆動電力を通常よりも低下させる低電力モード、映像信号に同期して駆動電力を変化させる調光モード、外部から映像信号が入力されていないときに駆動電力を低下させる待機モードなど、各種の点灯モードを搭載したプロジェクターが提供されている。例えば低電力モードでは、ランプに供給される駆動電力が低いため、電極への負荷が小さくなり、ランプの寿命が長くなる。

20

【0003】

しかしながら、駆動電力が定格電力よりも小さい場合、電極先端の突起を充分に溶融させることができず、点灯を長時間続けると、突起が損耗、縮小する。突起の縮小は電極間距離が広がることとなり、照度の低下を引き起こす。つまり、電極先端の突起の形状を維持できない場合、低電力モードの利点を生かせず、ランプの寿命が短くなるという問題が生じる。そこで、この問題を解決するために、例えば、特許文献1に示すように、ランプ点灯後の所定の期間において、電極の突起の溶融を促進するリフレッシュ点灯モードでランプを駆動する放電灯点灯装置、およびプロジェクターが提案されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-270058号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のリフレッシュ点灯モードを制御する方法としては、例えば、ランプ電圧が所定の閾値を超えた場合に、ランプの劣化度合いがある程度進行したものと判断して、リフレッシュ点灯モードを実行する方法が考えられる。

40

【0006】

しかし、この方法では、ランプ電圧が閾値を超えるまでリフレッシュ点灯モードが実行されないため、リフレッシュ点灯モードを適切に実行できない場合があった。これにより、ランプの寿命を十分に向上できない場合があった。

【0007】

本発明の一つの態様は、上記問題点に鑑みて成されたものであって、放電灯の寿命を向上できる放電灯駆動装置、そのような放電灯駆動装置を備える光源装置、およびそのよう

50

な光源装置を備えるプロジェクターを提供することを目的の一つとする。また、放電灯の寿命を向上できる放電灯駆動方法を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の放電灯駆動装置の一つの態様は、電極を有する放電灯に駆動電力を供給する放電灯駆動部と、前記放電灯駆動部を制御する制御部と、前記放電灯の電極間電圧および前記放電灯に供給される駆動電流のうちの少なくとも一方を検出する検出部と、を備え、前記制御部は、前記放電灯に第1駆動電力を供給する定常点灯駆動と、前記放電灯に前記第1駆動電力よりも大きい第2駆動電力を供給する高電力駆動と、を実行可能であり、所定期間における前記電極間電圧の変化量と、前記所定期間における前記駆動電流の変化量とのうちの少なくとも一方に基づいて、前記高電力駆動を制御することを特徴とする。

10

【0009】

本発明の放電灯駆動装置の一つの態様によれば、所定期間における電極間電圧の変化量と、所定期間における駆動電流の変化量とのうちの少なくとも一方に基づいて高電力駆動が制御される。そのため、放電灯の劣化が生じ始めたことを検出した時点で、高電力駆動を実行することが可能である。したがって、本発明の放電灯駆動装置の一つの態様によれば、高電力駆動を適切に実行することが可能であり、放電灯の寿命を向上できる。

20

【0010】

前記高電力駆動に関する実行情報を記憶する記憶部を更に備え、前記制御部は、前記変化量が所定値以上である場合、前記記憶部に記憶された前記高電力駆動の実行情報に基づいて前記高電力駆動を実行する構成としてもよい。

20

この構成によれば、所定値として、放電灯の劣化による電極間電圧または駆動電流の変化量を設定することで、高電力駆動を適切に実行することが可能である。

【0011】

前記制御部は、前記変化量が前記所定値より小さい場合、前記高電力駆動を実行しない構成としてもよい。

30

この構成によれば、高電力駆動によって放電灯の劣化を抑制する効果が得られるまで、高電力駆動を実行することが可能である。

【0012】

前記制御部は、前記放電灯が点灯開始してから、前記定常点灯駆動が行われる定常点灯期間に移行するまでの立上期間において、前記高電力駆動を実行するように前記放電灯駆動部を制御する構成としてもよい。

この構成によれば、高電力駆動を行った際に、放電灯がちらつくことを抑制できる。

【0013】

前記制御部は、前記定常点灯駆動が行われる定常点灯期間において、前記高電力駆動を実行するように前記放電灯駆動部を制御する構成としてもよい。

この構成によれば、高電力駆動をより適切なタイミングで実行できる。

【0014】

前記所定期間は、所定の設定タイミングと前記設定タイミングから所定時間だけ前の第1の参照タイミングとの間の期間であり、前記制御部は、前記所定期間の前記変化量と、前記第1の参照タイミングと前記第1の参照タイミングから前記所定期間だけ前の第2の参照タイミングとの間の期間における前記変化量と、に基づいて前記高電力駆動を制御する構成としてもよい。

40

この構成によれば、放電灯の劣化状態の変化をより適切に把握できる。

【0015】

前記制御部は、前記変化量の大きさに応じて、前記高電力駆動による前記電極への熱負荷の大きさを調整する構成としてもよい。

この構成によれば、より適切に高電力駆動を実行できる。

【0016】

前記熱負荷の大きさは、前記高電力駆動における前記第2駆動電力の値に応じて調整さ

50

れる構成としてもよい。

この構成によれば、第2駆動電力の値に応じて、熱負荷の大きさを調整できる。

【0017】

前記熱負荷の大きさは、前記高電力駆動において前記放電灯に供給される駆動電流の波形に応じて調整される構成としてもよい。

この構成によれば、駆動電流の波形に応じて、熱負荷の大きさを調整できる。

【0018】

本発明の光源装置の一つの態様は、光を射出する前記放電灯と、上記の放電灯駆動装置と、を備えることを特徴とする。

【0019】

本発明の光源装置の一つの態様によれば、上記の放電灯駆動装置を備えるため、放電灯の寿命を向上できる光源装置が得られる。

10

【0020】

本発明のプロジェクターの一つの態様は、上記の光源装置と、前記光源装置から射出される光を映像信号に応じて変調する光変調素子と、前記光変調素子により変調された光を投射する投射光学系と、を備えることを特徴とする。

【0021】

本発明のプロジェクターの一つの態様によれば、上記の光源装置を備えるため、放電灯の寿命を向上できるプロジェクターが得られる。

【0022】

本発明の放電灯駆動方法の一つの態様は、電極を有する放電灯に駆動電力を供給して、前記放電灯を駆動させる放電灯駆動方法であって、前記放電灯に第1駆動電力を供給する定常点灯駆動と、前記放電灯に前記第1駆動電力よりも大きい第2駆動電力を供給する高電力駆動と、を含み、所定期間における前記放電灯の電極間電圧の変化量と、前記所定期間における前記放電灯に供給される駆動電流の変化量とのうちの少なくとも一方に基づいて、前記高電力駆動を制御することを特徴とする。

20

【0023】

本発明の放電灯駆動方法の一つの態様によれば、上述したのと同様にして、放電灯の寿命を向上できる。

【図面の簡単な説明】

30

【0024】

【図1】本実施形態のプロジェクターの概略構成図である。

【図2】本実施形態における放電灯の断面図である。

【図3】本実施形態のプロジェクターの各種構成要素を示すブロック図である。

【図4】本実施形態の放電灯点灯装置の回路図である。

【図5】本実施形態の制御部の一構成例を示すブロック図である。

【図6】放電灯の電極先端の突起の様子を示す図である。

【図7】本実施形態の駆動電力波形の一例を示す図である。

【図8】本実施形態の制御部による放電灯駆動部の制御手順の一例を示すフローチャートである。

40

【図9】ランプ電圧の変化の一例を示すグラフである。

【図10】本実施形態の高電力モード実行フラグの設定手順の一例を示すフローチャートである。

【図11】本実施形態の高電力モード実行フラグの設定手順を説明するための説明図である。

【図12】実際に測定したランプ電圧の変化の一例を示すグラフである。

【図13】本実施形態の制御部による放電灯駆動部の制御手順の他の一例を示すフローチャートである。

【図14】本実施形態の高負荷駆動電流波形の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

50

【0025】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態に係るプロジェクターについて説明する。

なお、本発明の範囲は、以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想の範囲内で任意に変更可能である。また、以下の図面においては、各構成をわかりやすくするために、実際の構造と各構造における縮尺や数等を異ならせる場合がある。

【0026】

図1に示すように、本実施形態のプロジェクター500は、光源装置200と、平行化レンズ305と、照明光学系310と、色分離光学系320と、3つの液晶ライトバルブ330R, 330G, 330B(光変調素子)と、クロスダイクロイックプリズム340と、投射光学系350と、を備えている。

10

【0027】

光源装置200から射出された光は、平行化レンズ305を通過して照明光学系310に入射する。平行化レンズ305は、光源装置200からの光を平行化する。

【0028】

照明光学系310は、光源装置200から射出される光の照度を、液晶ライトバルブ330R, 330G, 330B上において均一化するように調整する。さらに、照明光学系310は、光源装置200から射出される光の偏光方向を一方向に揃える。その理由は、光源装置200から射出される光を液晶ライトバルブ330R, 330G, 330Bで有効に利用するためである。

20

【0029】

照度分布と偏光方向とが調整された光は、色分離光学系320に入射する。色分離光学系320は、入射光を赤色光(R)、緑色光(G)、青色光(B)の3つの色光に分離する。3つの色光は、各色光に対応付けられた液晶ライトバルブ330R, 330G, 330Bにより、映像信号に応じてそれぞれ変調される。液晶ライトバルブ330R, 330G, 330Bは、後述する液晶パネル560R, 560G, 560Bと、偏光板(図示せず)と、を備えている。偏光板は、液晶パネル560R, 560G, 560Bのそれぞれの光入射側および光射出側に配置される。

【0030】

変調された3つの色光は、クロスダイクロイックプリズム340により合成される。合成光は投射光学系350に入射する。投射光学系350は、入射光をスクリーン700(図3参照)に投射する。これにより、スクリーン700上に映像が表示される。なお、平行化レンズ305、照明光学系310、色分離光学系320、クロスダイクロイックプリズム340、投射光学系350の各々の構成としては、周知の構成を採用することができる。

30

【0031】

図2は、光源装置200の構成を示す断面図である。光源装置200は、光源ユニット210と、放電灯点灯装置(放電灯駆動装置)10と、を備えている。図2には、光源ユニット210の断面図が示されている。光源ユニット210は、主反射鏡112と、放電灯90と、副反射鏡50と、を備えている。

40

【0032】

放電灯点灯装置10は、放電灯90に駆動電力Wd(駆動電流I)を供給して放電灯90を点灯させる。主反射鏡112は、放電灯90から放出された光を照射方向Dに向けて反射する。照射方向Dは、放電灯90の光軸AXと平行である。

【0033】

放電灯90の形状は、照射方向Dに沿って延びる棒状である。放電灯90の一方の端部を第1端部90e1とし、放電灯90の他方の端部を第2端部90e2とする。放電灯90の材料は、例えば、石英ガラス等の透光性材料である。放電灯90の中央部は球状に膨らんでおり、その内部は放電空間91である。放電空間91には、希ガス、金属ハロゲン化合物等を含む放電媒体であるガスが封入されている。

50

【0034】

放電空間91には、第1電極(電極)92および第2電極(電極)93の先端が突出している。第1電極92は、放電空間91の第1端部90e1側に配置されている。第2電極93は、放電空間91の第2端部90e2側に配置されている。第1電極92および第2電極93の形状は、光軸AXに沿って延びる棒状である。放電空間91には、第1電極92および第2電極93の電極先端部が、所定距離だけ離れて対向するように配置されている。第1電極92および第2電極93の材料は、例えば、タンゲステン等の金属である。

【0035】

放電灯90の第1端部90e1に、第1端子536が設けられている。第1端子536と第1電極92とは、放電灯90の内部を貫通する導電性部材534により電気的に接続されている。同様に、放電灯90の第2端部90e2に、第2端子546が設けられている。第2端子546と第2電極93とは、放電灯90の内部を貫通する導電性部材544により電気的に接続されている。第1端子536および第2端子546の材料は、例えば、タンゲステン等の金属である。導電性部材534, 544の材料としては、例えば、モリブデン箔が利用される。

10

【0036】

第1端子536および第2端子546は、放電灯点灯装置10に接続されている。放電灯点灯装置10は、第1端子536および第2端子546に、放電灯90を駆動するための駆動電力Wdを供給する。その結果、第1電極92および第2電極93の間でアーク放電が起きる。アーク放電により発生した光(放電光)は、破線の矢印で示すように、放電位置から全方向に向かって放射される。

20

【0037】

主反射鏡112は、固定部材114により、放電灯90の第1端部90e1に固定されている。主反射鏡112は、放電光のうち、照射方向Dと反対側に向かって進む光を照射方向Dに向かって反射する。主反射鏡112の反射面(放電灯90側の面)の形状は、放電光を照射方向Dに向かって反射できる範囲内において、特に限定されず、例えば、回転楕円形状であっても、回転放物線形状であってもよい。例えば、主反射鏡112の反射面の形状を回転放物線形状とした場合、主反射鏡112は、放電光を光軸AXに略平行な光に変換することができる。これにより、平行化レンズ305を省略することができる。

30

【0038】

副反射鏡50は、固定部材522により、放電灯90の第2端部90e2側に固定されている。副反射鏡50の反射面(放電灯90側の面)の形状は、放電空間91の第2端部90e2側の部分を囲む球面形状である。副反射鏡50は、放電光のうち、主反射鏡112が配置された側と反対側に向かって進む光を主反射鏡112に向かって反射する。これにより、放電空間91から放射される光の利用効率を高めることができる。

40

【0039】

固定部材114, 522の材料は、放電灯90からの発熱に耐え得る耐熱材料である範囲内において、特に限定されず、例えば、無機接着剤である。主反射鏡112および副反射鏡50と放電灯90との配置を固定する方法としては、主反射鏡112および副反射鏡50を放電灯90に固定する方法に限らず、任意の方法を採用できる。例えば、放電灯90と主反射鏡112とを、独立にプロジェクター500の筐体(図示せず)に固定してもよい。副反射鏡50についても同様である。

50

【0040】

以下、プロジェクター500の回路構成について説明する。

図3は、本実施形態のプロジェクター500の回路構成の一例を示す図である。プロジェクター500は、図1に示した光学系の他、画像信号変換部510と、直流電源装置80と、液晶パネル560R, 560G, 560Bと、画像処理装置570と、CPU(Central Processing Unit)580と、を備えている。

【0041】

50

画像信号変換部 510 は、外部から入力された画像信号 502（輝度・色差信号やアナログ RGB 信号など）を所定のワード長のデジタル RGB 信号に変換して画像信号 512 R, 512 G, 512 B を生成し、画像処理装置 570 に供給する。

【0042】

画像処理装置 570 は、3つの画像信号 512 R, 512 G, 512 B に対してそれぞれ画像処理を行う。画像処理装置 570 は、液晶パネル 560 R, 560 G, 560 B をそれぞれ駆動するための駆動信号 572 R, 572 G, 572 B を液晶パネル 560 R, 560 G, 560 B に供給する。

【0043】

直流電源装置 80 は、外部の交流電源 600 から供給される交流電圧を一定の直流電圧に変換する。直流電源装置 80 は、トランス（図示しないが、直流電源装置 80 に含まれる）の2次側にある画像信号変換部 510、画像処理装置 570 およびトランスの1次側にある放電灯点灯装置 10 に直流電圧を供給する。 10

【0044】

放電灯点灯装置 10 は、起動時に放電灯 90 の電極間に高電圧を発生し、絶縁破壊を生じさせて放電路を形成する。以後、放電灯点灯装置 10 は、放電灯 90 が放電を維持するための駆動電流 I を供給する。

【0045】

液晶パネル 560 R, 560 G, 560 B は、前述した液晶ライトバルブ 330 R, 330 G, 330 B にそれぞれ備えられている。液晶パネル 560 R, 560 G, 560 B は、それぞれ駆動信号 572 R, 572 G, 572 B に基づいて、前述した光学系を介して各液晶パネル 560 R, 560 G, 560 B に入射される色光の透過率（輝度）を変調する。 20

【0046】

CPU580 は、プロジェクター 500 の点灯開始から消灯に至るまでの各種の動作を制御する。例えば、図 3 の例では、通信信号 582 を介して点灯命令や消灯命令を放電灯点灯装置 10 に出力する。CPU580 は、放電灯点灯装置 10 から通信信号 584 を介して放電灯 90 の点灯情報を受け取る。

【0047】

以下、放電灯点灯装置 10 の構成について説明する。

図 4 は、放電灯点灯装置 10 の回路構成の一例を示す図である。 30
放電灯点灯装置 10 は、図 4 に示すように、電力制御回路 20 と、極性反転回路 30 と、制御部 40 と、記憶部 44 と、動作検出部（検出部）60 と、イグナイター回路 70 と、を備えている。

【0048】

電力制御回路 20 は、放電灯 90 に供給する駆動電力 Wd を生成する。本実施形態においては、電力制御回路 20 は、直流電源装置 80 からの電圧を入力とし、入力電圧を降圧して直流電流 Id を出力するダウンチョッパー回路で構成されている。

【0049】

電力制御回路 20 は、スイッチ素子 21、ダイオード 22、コイル 23 およびコンデンサー 24 を含んで構成される。スイッチ素子 21 は、例えば、トランジスターで構成される。本実施形態においては、スイッチ素子 21 の一端は直流電源装置 80 の正電圧側に接続され、他端はダイオード 22 のカソード端子およびコイル 23 の一端に接続されている。 40

【0050】

コイル 23 の他端にコンデンサー 24 の一端が接続され、コンデンサー 24 の他端はダイオード 22 のアノード端子および直流電源装置 80 の負電圧側に接続されている。スイッチ素子 21 の制御端子には、後述する制御部 40 から電流制御信号が入力されてスイッチ素子 21 の ON / OFF が制御される。電流制御信号には、例えば、PWM (Pulse Width Modulation) 制御信号が用いられてもよい。 50

【0051】

スイッチ素子21がONすると、コイル23に電流が流れ、コイル23にエネルギーが蓄えられる。その後、スイッチ素子21がOFFすると、コイル23に蓄えられたエネルギーがコンデンサー24とダイオード22とを通る経路で放出される。その結果、スイッチ素子21がONする時間の割合に応じた直流電流Idが発生する。

【0052】

極性反転回路30は、電力制御回路20から入力される直流電流Idを所定のタイミングで極性反転させる。これにより、極性反転回路30は、制御された時間だけ継続する直流である駆動電流I、もしくは、任意の周波数を持つ交流である駆動電流Iを生成し、出力する。本実施形態において、極性反転回路30は、インバーターブリッジ回路（フルブリッジ回路）で構成されている。10

【0053】

極性反転回路30は、例えば、トランジスターなどで構成される第1のスイッチ素子31、第2のスイッチ素子32、第3のスイッチ素子33、および第4のスイッチ素子34を含んでいる。極性反転回路30は、直列接続された第1のスイッチ素子31および第2のスイッチ素子32と、直列接続された第3のスイッチ素子33および第4のスイッチ素子34と、が互いに並列接続された構成を有する。第1のスイッチ素子31、第2のスイッチ素子32、第3のスイッチ素子33、および第4のスイッチ素子34の制御端子には、それぞれ制御部40から極性反転制御信号が入力される。この極性反転制御信号に基づいて、第1のスイッチ素子31、第2のスイッチ素子32、第3のスイッチ素子33および第4のスイッチ素子34のON/OFF動作が制御される。20

【0054】

極性反転回路30においては、第1のスイッチ素子31および第4のスイッチ素子34と、第2のスイッチ素子32および第3のスイッチ素子33と、を交互にON/OFFさせる動作が繰り返される。これにより、電力制御回路20から出力される直流電流Idの極性が交互に反転する。極性反転回路30は、第1のスイッチ素子31と第2のスイッチ素子32との共通接続点、および第3のスイッチ素子33と第4のスイッチ素子34との共通接続点から、制御された時間だけ同一極性状態を継続する直流である駆動電流I、もしくは制御された周波数をもつ交流である駆動電流Iを生成し、出力する。

【0055】

すなわち、極性反転回路30は、第1のスイッチ素子31および第4のスイッチ素子34がONのときには第2のスイッチ素子32および第3のスイッチ素子33がOFFであり、第1のスイッチ素子31および第4のスイッチ素子34がOFFのときには第2のスイッチ素子32および第3のスイッチ素子33がONであるように制御される。したがって、第1のスイッチ素子31および第4のスイッチ素子34がONのときには、コンデンサー24の一端から第1のスイッチ素子31、放電灯90、第4のスイッチ素子34の順に流れる駆動電流Iが発生する。第2のスイッチ素子32および第3のスイッチ素子33がONのときには、コンデンサー24の一端から第3のスイッチ素子33、放電灯90、第2のスイッチ素子32の順に流れる駆動電流Iが発生する。30

【0056】

本実施形態において、電力制御回路20と極性反転回路30とを合わせた部分が放電灯駆動部230に対応する。すなわち、放電灯駆動部230は、放電灯90を駆動する駆動電力Wd（駆動電流I）を放電灯90に供給する。40

【0057】

制御部40は、放電灯駆動部230を制御する。図4の例では、制御部40は、電力制御回路20および極性反転回路30を制御することにより、駆動電流Iが同一極性を継続する保持時間、駆動電流Iの電流値（駆動電力Wdの電力値）、周波数等のパラメーターを制御する。制御部40は、極性反転回路30に対して、駆動電流Iの極性反転タイミングにより、駆動電流Iが同一極性で継続する保持時間、駆動電流Iの周波数等を制御する極性反転制御を行う。制御部40は、電力制御回路20に対して、出力される直流電流I

10

20

30

40

50

d の電流値を制御する電流制御を行う。

【0058】

本実施形態においては、制御部40は、放電灯90に定常点灯電力（第1駆動電力）W_sが供給される定常点灯モード（定常点灯駆動）と、放電灯90に定常点灯電力よりも大きいリフレッシュ電力（第2駆動電力）W_rが供給される高電力モード（高電力駆動）とを実行可能である。

【0059】

本実施形態において制御部40は、所定期間におけるランプ電圧V_{1a}の変化量に基づいて、高電力モードを制御する。詳細については、後述する。

【0060】

制御部40の構成は、特に限定されない。本実施形態においては、制御部40は、システムコントローラー41、電力制御回路コントローラー42、および極性反転回路コントローラー43を含んで構成されている。なお、制御部40は、その一部または全てを半導体集積回路で構成してもよい。

【0061】

システムコントローラー41は、電力制御回路コントローラー42および極性反転回路コントローラー43を制御することにより、電力制御回路20および極性反転回路30を制御する。システムコントローラー41は、動作検出部60が検出したランプ電圧V_{1a}および駆動電流Iに基づき、電力制御回路コントローラー42および極性反転回路コントローラー43を制御してもよい。

【0062】

本実施形態においては、システムコントローラー41には、記憶部44が接続されている。

システムコントローラー41は、記憶部44に格納された情報に基づき、電力制御回路20および極性反転回路30を制御してもよい。記憶部44には、例えば、駆動電流Iが同一極性で継続する保持時間、駆動電流Iの電流値、周波数、波形、変調パターン等の駆動パラメーターに関する情報が格納されていてもよい。

【0063】

本実施形態においては、記憶部44には、動作検出部60によって検出されたランプ電圧V_{1a}が記憶される。本実施形態において、ランプ電圧V_{1a}は、一定期間毎に検出されて記憶部44に格納される。ランプ電圧V_{1a}が検出される間隔は、後述する所定時間T_tよりも短く設定される。ランプ電圧V_{1a}が検出される間隔は、短い方が好ましい。より正確にランプ電圧V_{1a}の変化を検出できるためである。

【0064】

また、記憶部44には、後述する高電力モード実行フラグR_fの状態値、およびランプ電圧V_{1a}の変化量の閾値（所定値）が記憶される。また、記憶部44には、高電力モードの実行情報が記憶される。高電力モードの実行情報とは、例えば、リフレッシュ電力W_rの値、高電力モードが実行されるタイミング、高電力モードの実行時間、高電力モードが実行される回数、高電力モード時の駆動電流Iの波形等である。

【0065】

電力制御回路コントローラー42は、システムコントローラー41からの制御信号に基づき、電力制御回路20へ電流制御信号を出力することにより、電力制御回路20を制御する。

【0066】

極性反転回路コントローラー43は、システムコントローラー41からの制御信号に基づき、極性反転回路30へ極性反転制御信号を出力することにより、極性反転回路30を制御する。

【0067】

制御部40は、専用回路を用いて実現され、上述した制御や後述する処理の各種制御を行うようにすることができる。これに対して、制御部40は、例えば、CPUが記憶部4

10

20

30

40

50

4に記憶された制御プログラムを実行することによりコンピューターとして機能し、これらの処理の各種制御を行うようにすることもできる。

【0068】

図5は、制御部40の他の構成例について説明するための図である。図5に示すように、制御部40は、制御プログラムにより、電力制御回路20を制御する電流制御手段40-1、極性反転回路30を制御する極性反転制御手段40-2として機能するように構成されてもよい。

【0069】

図4に示した例では、制御部40は、放電灯点灯装置10の一部として構成されている。これに対して、制御部40の機能の一部をC P U 580が担うように構成されていてよい。

10

【0070】

動作検出部60は、本実施形態においては、放電灯90のランプ電圧V1aを検出して制御部40にランプ電圧情報を出力する電圧検出部を含む。また、動作検出部60は、駆動電流Iを検出して制御部40に駆動電流情報を出力する電流検出部などを含んでいてよい。本実施形態においては、動作検出部60は、第1の抵抗61、第2の抵抗62および第3の抵抗63を含んで構成されている。動作検出部60は、放電灯90のランプ電圧V1aおよび駆動電流Iのうちの少なくとも一方を検出する構成としてもよい。

【0071】

本実施形態において、動作検出部60の電圧検出部は、放電灯90と並列に、互いに直列接続された第1の抵抗61および第2の抵抗62で分圧した電圧によりランプ電圧V1aを検出する。また、本実施形態において、電流検出部は、放電灯90に直列に接続された第3の抵抗63に発生する電圧により駆動電流Iを検出する。

20

【0072】

イグナイター回路70は、放電灯90の点灯開始時にのみ動作する。イグナイター回路70は、放電灯90の点灯開始時に放電灯90の電極間（第1電極92と第2電極93との間）を絶縁破壊して放電路を形成するために必要な高電圧（放電灯90の通常点灯時よりも高い電圧）を、放電灯90の電極間（第1電極92と第2電極93との間）に供給する。本実施形態においては、イグナイター回路70は、放電灯90と並列に接続されている。

30

【0073】

図6(a), (b)には、第1電極92および第2電極93の先端部分が示されている。第1電極92および第2電極93の先端にはそれぞれ突起552p, 562pが形成されている。第1電極92と第2電極93の間で生じる放電は、主として突起552pと突起562pとの間で生じる。本実施形態のように突起552p, 562pがある場合には、突起が無い場合と比べて、第1電極92および第2電極93における放電位置（アーク位置）の移動を抑えることができる。

【0074】

図6(a)は、第1電極92が陽極として動作し、第2電極93が陰極として動作する第1極性状態を示している。第1極性状態では、放電により、第2電極93（陰極）から第1電極92（陽極）へ電子が移動する。陰極（第2電極93）からは電子が放出される。陰極（第2電極93）から放出された電子は陽極（第1電極92）の先端に衝突する。この衝突によって熱が生じ、陽極（第1電極92）の先端（突起552p）の温度が上昇する。

40

【0075】

図6(b)は、第1電極92が陰極として動作し、第2電極93が陽極として動作する第2極性状態を示している。第2極性状態では、第1極性状態とは逆に、第1電極92から第2電極93へ電子が移動する。その結果、第2電極93の先端（突起562p）の温度が上昇する。

【0076】

50

このように、放電灯90に駆動電流Iが供給されることで、電子が衝突する陽極の温度は上昇する。一方、電子を放出する陰極は、陽極に向けて電子を放出している間、温度は低下する。

【0077】

第1電極92と第2電極93との電極間距離は、突起552p, 562pの劣化とともに大きくなる。突起552p, 562pが損耗するためである。電極間距離が大きくなると、第1電極92と第2電極93との間の抵抗が大きくなるため、ランプ電圧V1aが大きくなる。したがって、ランプ電圧V1aを参照することによって、電極間距離の変化、すなわち、放電灯90の劣化度合いを検出することができる。

【0078】

なお、第1電極92と第2電極93とは、同様の構成であるため、以下の説明においては、代表して第1電極92についてのみ説明する場合がある。また、第1電極92の先端の突起552pと第2電極93の先端の突起562pとは、同様の構成であるため、以下の説明においては、代表して突起552pについてのみ説明する場合がある。

【0079】

次に、本実施形態における放電灯90へ供給される駆動電力Wdの制御について説明する。

以下の説明においては、一例として、放電灯90の点灯を開始してから、定常点灯モードへと移行するまでの立上期間において高電力モードが実行される場合について説明する。また、本実施形態において、定常点灯モードにおける定常点灯電力（第1駆動電力）は、定格電力よりも低い駆動電力に設定されており、例えば、定常点灯モードは低電力モードである。

【0080】

また、以下の説明においては、一例として、高電力モードにおける第1電極92への熱負荷の大きさを、リフレッシュ電力Wrの値に応じて調整する場合について説明する。すなわち、本実施形態においては、リフレッシュ電力Wrの値を大きくすることによって、高電力モードにおける第1電極92への熱負荷の大きさを大きくし、リフレッシュ電力Wrの値を小さくすることによって、高電力モードにおける第1電極92への熱負荷の大きさを小さくする。

【0081】

図7は、本実施形態の駆動電力波形を示す図である。図7において、縦軸は駆動電力Wdを示しており、横軸は時間Tを示している。図7では、放電灯90を点灯開始させた時点から定常点灯状態になるまでの駆動電力Wdの変化を示している。

【0082】

図7に示すように、放電灯90の点灯を開始（ランプ点灯開始）すると、駆動電力Wdは徐々に上昇した後、所定の目標電力に到達する。このとき、放電灯90の内部のプラズマ密度は小さく、温度は低く、駆動電力Wdは不安定な状態である。その後、放電灯90の内部のプラズマ密度が大きく、温度が高くなるにつれて、駆動電力Wdは安定な状態となる。放電灯90の点灯開始から駆動電力Wdが安定するまでの期間を立上期間PH1と定義する。立上期間PH1が過ぎた後は継続的に放電灯90を点灯させる期間に入る。この期間を定常点灯期間PH2と定義する。

【0083】

本実施形態の駆動電力波形においては、立上期間PH1は、駆動電力Wdが徐々に増加する第1立上期間と、駆動電力Wdが一定に維持される第2立上期間と、を有している。第1立上期間および第2立上期間は、立上期間PH1において高電力モードが実行される場合と、立上期間PH1において高電力モードが実行されない場合と、でそれぞれ異なる。本実施形態において高電力モードが実行される場合とは、高電力モード実行フラグ（高電力駆動実行フラグ）RfがON状態である場合であり、高電力モードが実行されない場合とは、高電力モード実行フラグRfがOFF状態である場合である。すなわち、本実施形態においては、高電力モードの実行の有無は、高電力モード実行フラグRfのON/OFFによって決まる。

10

20

30

40

50

FFによって決定される。高電力モード実行フラグ R_fについては、後段において詳述する。

【0084】

立上期間 PH1において高電力モードが実行される場合(高電力モード実行フラグ R_f : ON)、第1立上期間 PH11においては、駆動電力 W_d がリフレッシュ電力 W_r に向けて徐々に増加する。そして、駆動電力 W_d がリフレッシュ電力 W_r となった時点(時刻 T2)を境として、駆動電力波形は、第2立上期間 PH12へと移行する。第2立上期間 PH12においては、駆動電力 W_d がリフレッシュ電力 W_r の値に一定に維持される。すなわち、第2立上期間 PH12は、高電力モードで放電灯90が駆動される高電力点灯期間である。第2立上期間 PH12が所定時間、例えば、図7の例では時刻 T2から時刻 T3まで実行された後、駆動電力波形は、定常点灯期間 PH2へと移行する。

10

なお、高電力モードは、記憶部44に記憶された高電力モードの実行情報に基づいて実行される。

【0085】

一方、立上期間 PH1において高電力モードが実行されない場合(高電力モード実行フラグ R_f : OFF)、第1立上期間 PH13においては、駆動電力 W_d が定常点灯電力 W_s に向けて徐々に増加する。そして、駆動電力 W_d が定常点灯電力 W_s となった時点(時刻 T1)を境として、駆動電力波形は、第2立上期間 PH14へと移行する。第2立上期間 PH14においては、駆動電力 W_d が定常点灯電力 W_s の値に一定に維持される。第2立上期間 PH14が所定時間、例えば、図7の例では時刻 T1から時刻 T3まで実行された後、駆動電力波形は、定常点灯期間 PH2に移行する。

20

【0086】

定常点灯期間 PH2は、放電灯90に定常点灯電力 W_s が供給される定常点灯モードが実行される期間である。定常点灯電力 W_s は、第2立上期間 PH12におけるリフレッシュ電力 W_r よりも小さい。すなわち、立上期間 PH1において高電力モードが実行される場合においては、駆動電力波形が定常点灯期間 PH2に移行する際に、駆動電力 W_d はリフレッシュ電力 W_r から定常点灯電力 W_s まで低下する。一方、立上期間 PH1において高電力モードが実行されない場合においては、駆動電力 W_d が定常点灯電力 W_s の値を維持したまま、駆動電力波形は、定常点灯期間 PH2へと移行する。

【0087】

30

次に、制御部40による放電灯駆動部230の制御について説明する。

図8は、本実施形態の制御部40による放電灯駆動部230の制御手順の一例を示すフローチャートである。

【0088】

図8に示すように、放電灯90が点灯開始(ステップ S11)した後、制御部40は、記憶部44に格納された高電力モード実行フラグ R_f の状態値を参照し、高電力モード実行フラグ R_f がONになっているか否かを判定する(ステップ S12)。そして、高電力モード実行フラグ R_f がONになつていれば(ステップ S12 : YES)、制御部40は、高電力モードの実行を決定し、上記説明したように高電力モードを実行する(ステップ S13)。その後、制御部40は、点灯期間を定常点灯期間 PH2へと移行させる(ステップ S14)。

40

【0089】

一方、高電力モード実行フラグ R_f がOFFの場合(ステップ S12 : NO)には、制御部40は、高電力モードを実行しないことを決定し、高電力モードを実行せずに、点灯期間を定常点灯期間 PH2へと移行させる(ステップ S15)。

以上のようにして、制御部40は、放電灯駆動部230を制御し、高電力モードを制御する。

【0090】

上記の制御部40による放電灯駆動部230の制御は、放電灯駆動方法として表現することもできる。すなわち、本実施形態の放電灯駆動方法は、第1電極92および第2電極

50

9 3 を有する放電灯 9 0 に駆動電力 W_d を供給して、放電灯 9 0 を駆動させる放電灯駆動方法であって、放電灯 9 0 に定常点灯電力 W_s を供給する定常点灯モードと、放電灯 9 0 に定常点灯電力 W_s よりも大きいリフレッシュ電力 W_r を供給する高電力モードと、を含み、所定期間における放電灯 9 0 のランプ電圧 V_{1a} の変化量に基づいて、高電力モードを制御することを特徴とする。

【0091】

次に、高電力モード実行フラグ R_f について説明する。

高電力モード実行フラグ R_f は、所定期間における放電灯 9 0 のランプ電圧 V_{1a} の変化量に基づいて ON/OFF が設定される。

【0092】

まず、ランプ電圧 V_{1a} の変化について説明する。

図 9 は、累積点灯時間 T_t に対するランプ電圧 V_{1a} の変化の一例を示すグラフである。図 9 において、縦軸は、ランプ電圧 V_{1a} を示しており、横軸は、累積点灯時間 T_t を示している。図 9 は、定常点灯モードが低電力モードである場合、すなわち、定常点灯電力 W_s が比較的小さい場合のランプ電圧 V_{1a} の変化の一例を示している。

【0093】

ランプ電圧 V_{1a} は、図 9 に示すように、初めのうち初期ランプ電圧 V_{1a0} から低下する。これは、定常点灯電力 W_s が比較的小さい場合には、放電灯 9 0 を使用し始めた初期の段階においては、第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p が成長して、電極間距離が短くなるためである。

【0094】

ランプ電圧 V_{1a} は、所定のランプ電圧 V_{1aA} まで低下し、その後一定に保持される。そして、累積点灯時間 T_t がある値、すなわち、図 9 では T_tA を超えると、ランプ電圧 V_{1a} は、上昇し始める。これは、放電灯 9 0 が劣化することで、第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p が損耗等するためである。

【0095】

本実施形態においては、図 9 に示すランプ電圧 V_{1a} の変化の傾きが所定値を超えた場合に高電力モード実行フラグ R_f が ON に設定される。図 9 の例では、放電灯 9 0 の劣化によってランプ電圧 V_{1a} が上昇し始める上昇開始点 UP 以降のランプ電圧 V_{1a} の変化を検出した場合に、高電力モード実行フラグ R_f が ON に設定される。

【0096】

なお、図 9 において示すランプ電圧 V_{1a} の変化は、ある程度長い時間を基準としたランプ電圧 V_{1a} の大局的な変化を模式的に示すものである。ランプ電圧 V_{1a} は、実際には、ある程度短い期間の中で、上昇・低下を繰り返しながら、図 9 に示すグラフに沿って徐々に変化する。

【0097】

次に、高電力モード実行フラグ R_f が設定される手順について説明する。

図 10 は、本実施形態の高電力モード実行フラグ R_f の設定手順の一例を示すフローチャートである。

まず、図 10 に示すように、定常点灯モードが実行される定常点灯期間 $PH2$ における（ステップ S 2 1）、所定の設定タイミングにおいてランプ電圧 V_{1a} を測定する（ステップ S 2 2）。

次に、設定タイミングにおいて測定したランプ電圧 V_{1a} と、設定タイミングより所定時間だけ前におけるランプ電圧 V_{1a} と、を比較し、所定期間におけるランプ電圧 V_{1a} の変化量が所定値以上であるかどうか判断する（ステップ S 2 3）。ここで、所定期間とは、設定タイミングの所定時間前から設定タイミングまでの期間である。換言すると、所定期間は、設定タイミングと、設定タイミングから所定時間だけ前のタイミングとの間の期間である。

【0098】

そして、ランプ電圧 V_{1a} の変化量が所定値以上である場合（ステップ S 2 3 : YES 10

10

20

30

40

50

)、制御部40は、高電力モード実行フラグR_fをONにする。ランプ電圧V_{1a}の変化量が所定値より小さい場合(ステップS23:NO)、制御部40は、高電力モード実行フラグR_fをOFFにする。

なお、ステップS24において、すでに高電力モード実行フラグR_fがONである場合、およびステップS25において、すでに高電力モード実行フラグR_fがOFFである場合には、高電力モード実行フラグR_fの状態値はそのままに維持されることは言うまでもない。

【0099】

ここで、本実施形態においては、高電力モード実行フラグR_fがONに設定された際に、ランプ電圧V_{1a}の変化量の大きさに応じて、高電力モードにおいて第1電極92に加えられる熱負荷が調整される。例えば、ランプ電圧V_{1a}の変化量が大きいほど、高電力モードにおいて第1電極92に加えられる熱負荷の大きさ、すなわち、本実施形態においては、リフレッシュ電力W_rが大きく設定される。

10

【0100】

上記の高電力モード実行フラグR_fの設定手順について図11を用いて具体的に説明する。

図11は、高電力モード実行フラグR_fの設定手順について説明するための説明図である。図11において、縦軸は、ランプ電圧V_{1a}を示しており、横軸は、累積点灯時間T_tを示している。図11は、劣化によって上昇し始める前後のランプ電圧V_{1a}の変化を示している。

20

【0101】

図11に示す例では、設定タイミングとして、設定点P1(時間T_{t5})、設定点P2(T_{t6})、設定点P3(T_{t7})を設定している。

まず、累積点灯時間T_tが、時間T_{t5}になった時点(設定点P1)において、ランプ電圧V_{1a}を測定する。そして、記憶部44を参照し、時間T_{t5}の所定時間T_tだけ前(時間T_{t2})のランプ電圧V_{1a}の値、すなわち、参照点RP1におけるランプ電圧V_{1a}の値を得る。

20

なお、設定点P1(時間T_{t5})の前までの期間において、高電力モード実行フラグR_fはOFFに設定されているとする。

【0102】

制御部40は、設定点P1におけるランプ電圧V_{1a3}と、参照点RP1におけるランプ電圧V_{1a1}とから、ランプ電圧V_{1a}の変化量V_{1a1}を算出し、変化量V_{1a1}が所定時間T_tに対する変化量として、所定値以上か否かを判定する。図11に示す例では、所定期間にに対するV_{1a1}は、所定値より小さく、高電力モード実行フラグR_fがOFFのまま維持される。なお、設定点P1における所定期間とは、時間T_{t2}から時間T_{t5}までの期間である。

30

【0103】

なお、所定時間T_tは、例えば、100時間以上、500時間以下であることが好ましい。所定時間T_tが短すぎる場合には、変化量として、短期間ににおけるランプ電圧V_{1a}の変動の変化量を検出してしまった場合があり、劣化によるランプ電圧V_{1a}の上昇を正しく検出できない場合があるためである。また、所定時間T_tが長すぎる場合には、劣化によるランプ電圧V_{1a}の上昇の検出が遅れる場合があるためである。

40

【0104】

次に、設定点P1の次の設定点P2において、上記と同様にして所定期間にに対するランプ電圧V_{1a}の変化量を算出して、所定値以上か否かを判定する。図11に示す例では、設定点P2におけるランプ電圧V_{1a4}と、設定点P2(時間T_{t6})の所定時間T_tだけ前(時間T_{t3})の参照点RP2におけるランプ電圧V_{1a1}との差である変化量V_{1a2}は、所定値以上であり、高電力モード実行フラグR_fはONに設定される。なお、設定点P2における所定期間とは、時間T_{t3}から時間T_{t6}までの期間である。

図11において参照点RP2は、ランプ電圧V_{1a}が上昇し始める点であり、図9にお

50

いて示した上昇開始点 U P に相当する。

【0105】

設定点 P 2 (時間 T t 6) において高電力モード実行フラグ R f が O N に設定されたことにより、その後高電力モードが実行される。これにより、ランプ電圧 V 1 a の上昇が抑制され、例えば、図 1 1 に示すように、ランプ電圧 V 1 a が設定点 P 2 におけるランプ電圧 V 1 a 4 に維持される。

【0106】

次に、設定点 P 2 の次の設定点 P 3 において、上記と同様にして所定期間に対するランプ電圧 V 1 a の変化量を算出して、所定値以上か否かを判定する。図 1 1 に示す例では、高電力モードによってランプ電圧 V 1 a の上昇が抑制されるため、設定点 P 3 におけるランプ電圧 V 1 a 4 と、設定点 P 3 (時間 T t 7) の所定時間 T t だけ前 (時間 T t 4) の参照点 R P 3 におけるランプ電圧 V 1 a 2 との差である変化量 V 1 a 3 は、変化量 V 1 a 2 より小さい。そして、図 1 1 に示す例では、変化量 V 1 a 3 は、所定値より

小さいため、高電力モード実行フラグ R f は O F F に設定される。なお、設定点 P 3 における所定期間とは、時間 T t 4 から時間 T t 7 までの期間である。

【0107】

一方、図 1 1 において二点鎖線で示すように、設定点 P 2 後に高電力モードが実行された場合であっても、ランプ電圧 V 1 a が上昇しつづけるような場合においては、設定点 P 4 におけるランプ電圧 V 1 a 5 と、参照点 R P 3 におけるランプ電圧 V 1 a 2 との差である変化量 V 1 a 4 は、例えば、所定値以上であり、高電力モード実行フラグ R f は O N の状態のまま維持される。このような場合には、その後の設定点において所定期間に対するランプ電圧 V 1 a の変化量が所定値より小さくなった際に、高電力モード実行フラグ R f が O F F に設定される。

【0108】

以上に説明したようにして、制御部 4 0 は、ランプ電圧 V 1 a の変化量に基づいて高電力モード実行フラグ R f の O N / O F F を切り替え、高電力モードの実行を制御する。

【0109】

図 1 2 は、実際に測定したランプ電圧 V 1 a の値の変化の一例を示すグラフである。図 1 2 において、縦軸は、ランプ電圧 V 1 a を示しており、横軸は、累積点灯時間 T t を示している。図 1 2 の例においては、ランプ電圧 V 1 a は、累積点灯時間 T t が 1 5 0 0 時間 (h) を境として徐々に上昇していることが確かめられる。

【0110】

図 1 2 において、例えば、累積点灯時間 T t が 1 7 0 0 時間 (h) となった時点 (設定点 P 5) を設定タイミングとすると、制御部 4 0 は、設定点 P 5 におけるランプ電圧 V 1 a を測定し、設定点 P 5 の所定時間 T t だけ前の参照点 R P 5 におけるランプ電圧 V 1 a と比較する。図 1 2 の例では、所定時間 T t は、例えば、2 0 0 時間 (h) である。

【0111】

設定点 P 5 におけるランプ電圧 V 1 a は、5 5 V であり、参照点 R P 5 におけるランプ電圧 V 1 a は、5 1 V である。これより、変化量 V 1 a 5 は、4 V となる。制御部 4 0 は、この変化量 V 1 a 5 が所定値以上であるか否か判定する。

【0112】

ここで、発明者らの実験等により、ランプ電圧 V 1 a の変化量が、1 時間あたり 0 . 0 2 V 以上となると、放電灯 9 0 の劣化によるランプ電圧 V 1 a の上昇が生じていると判断できることが、新たな知見として明らかになった。したがって、例えば、所定期間を 1 時間とした場合の所定値を 0 . 0 2 V と設定する。

【0113】

設定点 P 5 における変化量 V 1 a 5 は、4 V であり、所定時間 T t は 2 0 0 時間であるため、設定点 P 5 における 1 時間あたりのランプ電圧 V 1 a の変化量は、0 . 0 2 V である。したがって、設定点 P 5 におけるランプ電圧 V 1 a の変化量は所定値以上となるため、制御部 4 0 は、高電力モード実行フラグ R f を O N に設定する。

10

20

30

40

50

【0114】

本実施形態によれば、ランプ電圧 V_{1a} の変化量に基づいて高電力モードを制御するため、放電灯 90 の劣化に対して、適切に高電力モードを実行できる。以下、詳細に説明する。

【0115】

高電力モードの実行を決定する方法としては、例えば、図 9 に示すように、ランプ電圧 V_{1a} がある閾値 (V_{1aB}) を超えたときに、高電力モードの実行を決定する方法が考えられる。しかし、この方法では、放電灯 90 の劣化によりランプ電圧 V_{1a} が上昇し始める上昇開始点 UP (時間 T_{tA}) から、高電力モードを開始し始める開始点 SP (時間 T_{tB}) までの間、高電力モードは実行されず、放電灯 90 の劣化に対して適切に高電力モードを実行することができない。したがって、放電灯 90 の寿命を十分に向上できない場合があった。

10

【0116】

これに対して、本実施形態によれば、設定タイミング (設定点) ごとに所定期間ににおけるランプ電圧 V_{1a} の変化量を算出し、その値が所定値以上であるか否かによって、高電力モードの実行の有無を決定する。そのため、放電灯 90 の劣化によってランプ電圧 V_{1a} が上昇し始めたことを迅速に検出することができ、適切に高電力モードを実行することができる。したがって、本実施形態によれば、放電灯 90 の寿命を向上できる。

【0117】

また、本実施形態によれば、制御部 40 は、高電力モード実行フラグ R_f によって、高電力モードの実行を制御する。そのため、劣化によるランプ電圧 V_{1a} の上昇を検出した後、任意のタイミングにおいて高電力モードを実行できる。

20

【0118】

上記説明した例では、まず定常点灯期間 PH_2 において劣化によるランプ電圧 V_{1a} の上昇を検出し、高電力モード実行フラグ R_f が ON に設定される。このとき、高電力モードはすぐには実行されず、次の立上期間 PH_1 において実行される。このようにして、本実施形態によれば、適切なタイミングで高電力モードを実行することが可能である。

【0119】

また、高電力モードが実行されると、放電灯 90 に供給される駆動電力 W_d が大きくなるため、放電灯 90 から射出される光の強度が大きくなる。これにより、定常点灯期間 PH_2 中に高電力モードが実行されると、放電灯 90 から射出される光の強度が変化し、ちらつきが生じる場合がある。

30

これに対して、本実施形態によれば、立上期間 PH_1 において高電力モードが実行される。そのため、定常点灯期間 PH_2 において駆動電力 W_d が大きくなることが抑制され、放電灯 90 のちらつきが生じることを抑制できる。

【0120】

また、本実施形態によれば、ON に設定された高電力モード実行フラグ R_f は、ランプ電圧 V_{1a} の変化量が所定値より小さい場合に、OFF に設定される。すなわち、制御部 40 は、高電力モードの実行によりランプ電圧 V_{1a} の上昇が抑制されたことを検出するまで高電力モードを実行する。したがって、本実施形態によれば、放電灯 90 の劣化の程度等に応じて、高電力モードを実行する期間を適切に調整できる。

40

【0121】

また、本実施形態によれば、ランプ電圧 V_{1a} の変化量の大きさに応じて、高電力モードにおいて第 1 電極 92 に加えられる熱負荷が調整される。そのため、放電灯 90 の劣化度合いに応じて、より適切に高電力モードを実行することができる。

【0122】

また、本実施形態によれば、制御部 40 は、定常点灯モードの定常点灯期間 PH_2 において、定常点灯電力 (第 1 駆動電力) W_s として、放電灯 90 の定格電力よりも低い駆動電力、例えば低電力モードに対応する駆動電力が放電灯 90 に供給されるように放電灯駆動部 230 を制御する。そのため、低電力モードにより消耗、縮小等した第 1 電極 92 の

50

突起 5 5 2 p および第 2 電極 9 3 の突起 5 6 2 p を、高電力モードによって効果的に溶融し、突起 5 5 2 p , 5 6 2 p の形成につなげることができる。

【0 1 2 3】

なお、本実施形態においては、以下の構成および方法を採用してもよい。

【0 1 2 4】

上記説明においては、高電力モードが立上期間 P H 1 において実行される構成としたが、これに限られない。本実施形態においては、高電力モードは、定常点灯期間 P H 2 において実行される構成としてもよい。すなわち、制御部 4 0 は、定常点灯モードが行われる定常点灯期間 P H 2 の間において、高電力モードを実行するように放電灯駆動部 2 3 0 を制御してもよい。

10

【0 1 2 5】

この構成によれば、制御部 4 0 は、定常点灯期間 P H 2 において劣化によるランプ電圧 V 1 a の上昇を検出した直後に、高電力モードを実行することが可能である。そのため、突起 5 5 2 p の劣化度合いに応じて、より適切なタイミングで高電力モードを実行することができる。

【0 1 2 6】

また、本実施形態においては、設定タイミング（設定点）が設定される間隔は、特に限定されない。設定タイミング（設定点）が設定される間隔は、短い方が好ましい。より早く、ランプ電圧 V 1 a の変化を検出できるためである。

20

【0 1 2 7】

また、本実施形態においては、上述した制御部 4 0 の制御に加えて、図 9 において示したように高電力モードの実行を開始するランプ電圧 V 1 a の閾値を設定してもよい。この構成によれば、例えば、高電力モードを実行することが好ましい程度にランプ電圧 V 1 a の値が大きいものの、所定期間に対するランプ電圧 V 1 a の変化量が所定値より小さいような場合であっても、ランプ電圧 V 1 a が閾値を超えることで高電力モードが実行される。そのため、放電灯 9 0 の寿命を向上できる。

【0 1 2 8】

また、本実施形態においては、設定点（設定タイミング）におけるランプ電圧 V 1 a の変化量と、参照点におけるランプ電圧 V 1 a の変化量とを比較することで、高電力モードの実行を制御してもよい。以下、詳細に説明する。

30

【0 1 2 9】

図 1 1 に示す例では、例えば、設定点 P 2 における変化量 V 1 a 2 と、参照点 R P 2 における変化量とを比較する。参照点 R P 2 におけるランプ電圧 V 1 a の変化量とは、参照点（第 1 の参照タイミング） R P 2 におけるランプ電圧 V 1 a と、参照点 R P 2 の所定時間 T t だけ前の参照点（第 2 の参照タイミング） R P 4 （時間 T t 1 ）におけるランプ電圧 V 1 a との差である。図 1 1 の例では、参照点 R P 2 におけるランプ電圧 V 1 a と参照点 R P 4 におけるランプ電圧 V 1 a とは、V 1 a 1 で同じであるため、参照点 R P 2 における変化量は 0 である。

【0 1 3 0】

実際には、図 1 2 に示すように、劣化によってランプ電圧 V 1 a が上昇し始める前、すなわち、参照点 R P 5 より前ににおいても、ランプ電圧 V 1 a は変動している場合が多い。図 1 2 の例では、参照点 R P 5 におけるランプ電圧 V 1 a と、参照点 R P 5 の 2 0 0 時間前の参照点 R P 6 におけるランプ電圧 V 1 a との差である変化量 V 1 a 6 は、1 V である。

40

【0 1 3 1】

この構成によれば、設定点 P 5 における変化量 V 1 a 5 と参照点 R P 5 における変化量 V 1 a 6 とを比較することで、ランプ電圧 V 1 a の変化の傾向をより詳細に検出することが可能となる。これにより、参照点 R P 5 における変化量 V 1 a 6 に応じて、高電力モードの実行情報を調整し、より適切に高電力モードを実行できる。

【0 1 3 2】

50

具体的な例として、高電力モードが実行される前のランプ電圧 V_{1a} の変化量と、高電力モードが実行された後のランプ電圧 V_{1a} の変化量とを比較することで、高電力モードが実行されたことによるランプ電圧 V_{1a} の上昇抑制の効果を検出できる。この場合において、例えば、高電力モードの効果が小さいと判断した場合には、その後実行する高電力モードにおける第1電極 92 に加える熱負荷を大きくするように調整することが可能である。

【0133】

また、上記説明においては、各設定点および各参照点におけるランプ電圧 V_{1a} を測定または記憶部 44 を参照して得る構成としたが、これに限られない。本実施形態においては、各設定点および各参照点の前後の期間内の複数の点からランプ電圧 V_{1a} を検出し、これらの平均値を各設定点および各参照点におけるランプ電圧 V_{1a} の値としてもよい。この構成によれば、短期間にランプ電圧 V_{1a} が変動する場合であっても、より正確に、ランプ電圧 V_{1a} の変化量を算出することが可能である。

10

【0134】

また、本実施形態においては、制御部 40 は、図 13 に示すようなフローチャートに従って、放電灯駆動部 230 を制御してもよい。

図 13 は、本実施形態の制御部 40 による放電灯駆動部 230 の制御手順の他の一例を示すフローチャートである。

20

図 13 に示す制御手順では、制御部 40 は、高電力モード実行フラグ R_f が ON に設定された場合、予め設定された回数だけ高電力モードを実行する。なお、高電力モードの実行回数は、記憶部 44 に格納されている。

【0135】

図 13 に示すように、放電灯 90 が点灯開始（ステップ S31）した後、制御部 40 は、記憶部 44 に格納された高電力モード実行フラグ R_f の状態値を参照し、高電力モード実行フラグ R_f が ON になっているか否かを判定する（ステップ S32）。そして、高電力モード実行フラグ R_f が ON になつていれば（ステップ S32：YES）、制御部 40 は、高電力モードの実行を決定し、高電力モードを実行する（ステップ S33）。

【0136】

次に制御部 40 は、高電力モードを所定回数実行したか否かを判定する（ステップ S34）。高電力モードを所定回数実行した場合（ステップ S34：YES）には、高電力モード実行フラグ R_f を OFF に設定し（ステップ S35）、点灯期間を定常点灯期間 PH2 へと移行させる（ステップ S36）。高電力モードを所定回数実行していない場合（ステップ S34：NO）には、高電力モード実行フラグ R_f を ON の状態のままに維持し、点灯期間を定常点灯期間 PH2 へと移行させる（ステップ S36）。

30

【0137】

高電力モード実行フラグ R_f が OFF の場合（ステップ S32：NO）には、制御部 40 は、高電力モードを実行しないことを決定し、高電力モードを実行せずに、点灯期間を定常点灯期間 PH2 へと移行させる（ステップ S37）。

【0138】

この構成によれば、予め設定された回数だけ高電力モードを実行すればよいため、高電力モードの制御が簡便である。

40

【0139】

また、上記説明においては、高電力モードにおいて第1電極 92 に加えられる熱負荷を調整する方法として、リフレッシュ電力 W_r の値に応じて調整する方法を選択したが、これに限られない。本実施形態においては、例えば、高電力モードにおける駆動電流波形に応じて、高電力モードにおいて第1電極 92 に加えられる熱負荷を調整してもよい。言い換えると、第1電極 92 に加えられる熱負荷の大きさは、高電力モードにおいて放電灯 90 に供給される駆動電流波形を調整することによって調整されてもよい。

【0140】

具体的には、例えば、制御部 40 は、高電力モードにおける駆動電流波形が、第1電極

50

9 2 に高い熱負荷を加えることができる高負荷駆動電流波形を含むように放電灯駆動部 2 3 0 を制御し、駆動電流波形全体に対する高負荷駆動電流波形の割合を調整する。これにより、第 1 電極 9 2 に加えられる熱負荷の大きさを調整する。

【 0 1 4 1 】

図 1 4 は、高負荷駆動電流波形（駆動電流波形）DW の一例である。図 1 4 においては、縦軸は駆動電流 I を示しており、横軸は時間 T を示している。駆動電流 I は、第 1 極性状態である場合を正とし、第 2 極性状態となる場合を負として示している。

【 0 1 4 2 】

高負荷駆動電流波形 DW は、図 1 4 に示すように、複数の制御サイクル C が連続して構成される。制御サイクル C は、第 1 制御サイクル C 1 と、第 2 制御サイクル C 2 と、を含む。

第 1 制御サイクル C 1 は、複数の単位駆動期間 U 1 が連続して構成されている。一例として、一つの第 1 制御サイクル C 1 には、10 個の単位駆動期間 U 1 が含まれている。

【 0 1 4 3 】

単位駆動期間 U 1 は、直流期間 U 1 a と、交流期間 U 1 b と、からなる。

直流期間 U 1 a は、駆動電流 I として電流値 I m 1 の直流電流、すなわち、第 1 極性状態の直流電流が放電灯 9 0 に供給される期間である。

交流期間 U 1 b は、駆動電流 I として、電流値 I m 1 と電流値 - I m 1 との間で極性が複数回反転される交流電流が放電灯 9 0 に供給される期間である。

【 0 1 4 4 】

第 2 制御サイクル C 2 は、複数の単位駆動期間 U 2 が連続して構成されている。一例として、一つの第 2 制御サイクル C 2 には、10 個の単位駆動期間 U 2 が含まれている。

単位駆動期間 U 2 は、直流期間 U 2 a と、交流期間 U 2 b と、からなる。

直流期間 U 2 a は、駆動電流 I として電流値 - I m 1 の直流電流、すなわち、第 2 極性状態の直流電流が放電灯 9 0 に供給される期間である。

交流期間 U 2 b は、第 1 制御サイクル C 1 の交流期間 U 1 b と同様に、電流値 I m 1 と電流値 - I m 1 との間で極性が複数回反転される交流電流が放電灯 9 0 に供給される期間である。

【 0 1 4 5 】

第 1 制御サイクル C 1 においては、第 1 極性状態の直流電流が供給される直流期間 U 1 a が設けられているため、第 1 電極 9 2 に加えられる熱負荷が大きい。一方、第 2 制御サイクル C 2 においては、第 2 極性状態の直流電流が供給される直流期間 U 2 a が設けられているため、第 2 電極 9 3 に加えられる熱負荷が大きい。

したがって、制御サイクル C を繰り返し行うことで、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 に加えられる熱負荷を大きくできる。

【 0 1 4 6 】

直流期間 U 1 a , U 2 a の長さ t 1 , t 3 は、一例として、8 m s (ミリ秒) 程度に設定される。交流期間 U 1 b , U 2 b の長さ t 2 , t 4 は、一例として、500 Hz で 5 周期分、すなわち、10 m s (ミリ秒) 程度に設定される。このように設定することで、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 に加えられる熱負荷を好適に大きくできる。

【 0 1 4 7 】

なお、この構成において、高負荷駆動電流波形 DW は、第 1 電極 9 2 に加えられる熱負荷を大きくできる範囲において、特に限定されず、どのような波形であってもよい。高負荷駆動電流波形 DW としては、例えば、通常の駆動電流波形の駆動電流 I よりも大きい値を有する駆動電流 I が放電灯 9 0 に供給される波形としてもよい。

【 0 1 4 8 】

また、本実施形態においては、上記説明した、リフレッシュ電力 W r の値と、高負荷駆動電流波形 DW の割合と、の両方を、定常点灯電力 W s に基づいて調整することで、高電力モードにおいて第 1 電極 9 2 に加えられる熱負荷の大きさを調整してもよい。

【 0 1 4 9 】

10

20

30

40

50

また、上記説明においては、放電灯 90 の劣化をランプ電圧 V_{1a} の変化に基づいて検出する構成としたが、これに限られない。本実施形態においては、ランプ電圧 V_{1a} の代わりに、駆動電流 I の変化に基づいて放電灯 90 の劣化を検出する構成としてもよい。すなわち、所定期間における駆動電流 I の変化量に基づいて高電力モードが制御されてもよい。この場合においては、動作検出部 60 によって検出された駆動電流 I は、記憶部 44 に記憶される。

【0150】

また、本実施形態においては、所定期間におけるランプ電圧 V_{1a} の変化量と、所定期間における駆動電流 I の変化量との両方にに基づいて、高電力モードが制御されてもよい。

【0151】

なお、上述の実施形態において、透過型のプロジェクターに本発明を適用した場合の例について説明したが、本発明は、反射型のプロジェクターにも適用することも可能である。ここで、「透過型」とは、液晶パネル等を含む液晶ライトバルブが光を透過するタイプであることを意味する。「反射型」とは、液晶ライトバルブが光を反射するタイプであることを意味する。なお、光変調装置は、液晶パネル等に限られず、例えばマイクロミラーを用いた光変調装置であってもよい。

【0152】

また、上述の実施形態において、3つの液晶パネル 560R, 560G, 560B (液晶ライトバルブ 330R, 330G, 330B) を用いたプロジェクター 500 の例を挙げたが、本発明は、1つの液晶パネルのみを用いたプロジェクター、4つ以上の液晶パネルを用いたプロジェクターにも適用可能である。

【符号の説明】

【0153】

10 ... 放電灯点灯装置 (放電灯駆動装置)、40 ... 制御部、44 ... 記憶部、60 ... 動作検出部 (検出部)、90 ... 放電灯、92 ... 第1電極 (電極)、93 ... 第2電極 (電極)、200 ... 光源装置、230 ... 放電灯駆動部、350 ... 投射光学系、500 ... プロジェクター、I ... 駆動電流、PH1 ... 立上期間、PH2 ... 定常点灯期間、Rf ... 高電力モード実行フラグ (高電力駆動実行フラグ)、RP2 ... 参照点 (第1の参照タイミング)、RP4 ... 参照点 (第2の参照タイミング)、Wd ... 駆動電力、Wr ... リフレッシュ電力 (第2駆動電力)、Ws ... 定常点灯電力 (第1駆動電力)

10

20

30

【図1】

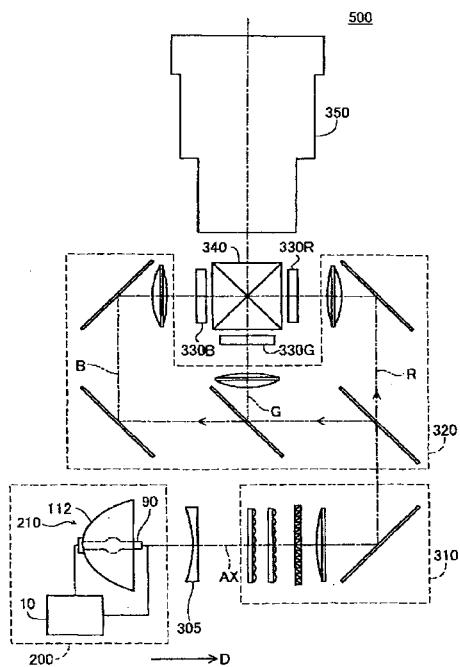


図1

【図2】

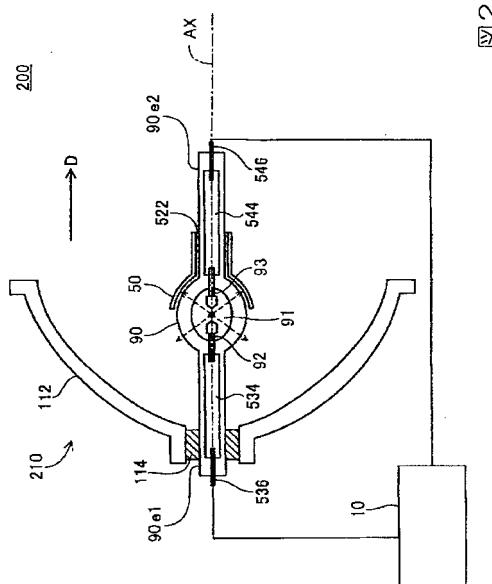


図2

【図3】

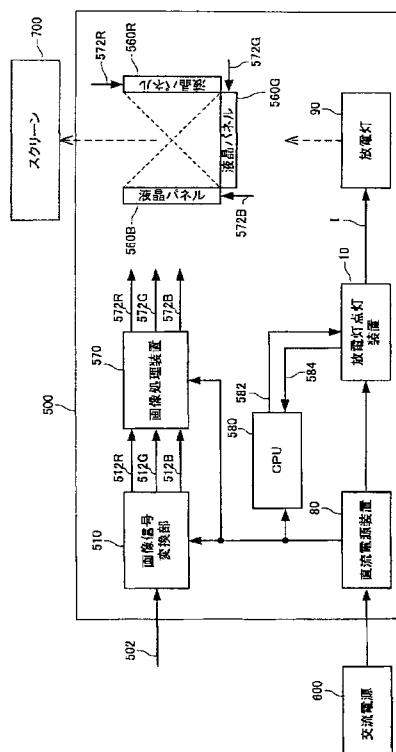


図3

【図4】

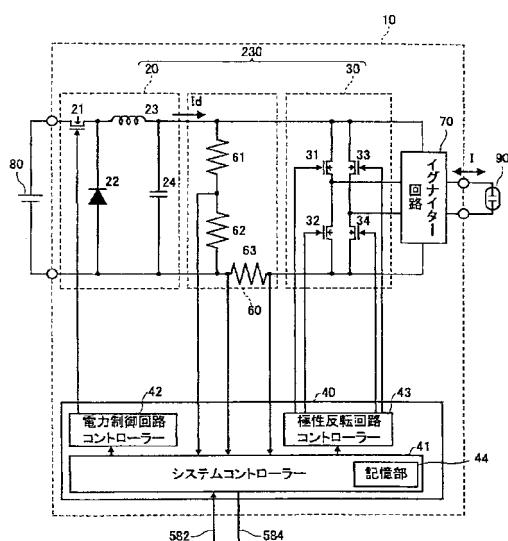


図4

【図5】

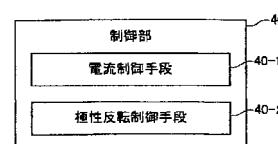


図5

【図6】

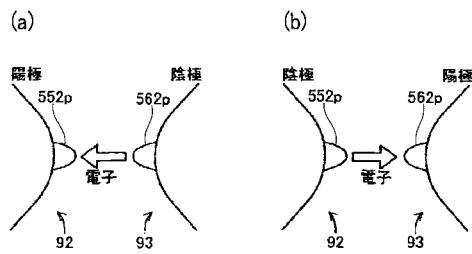
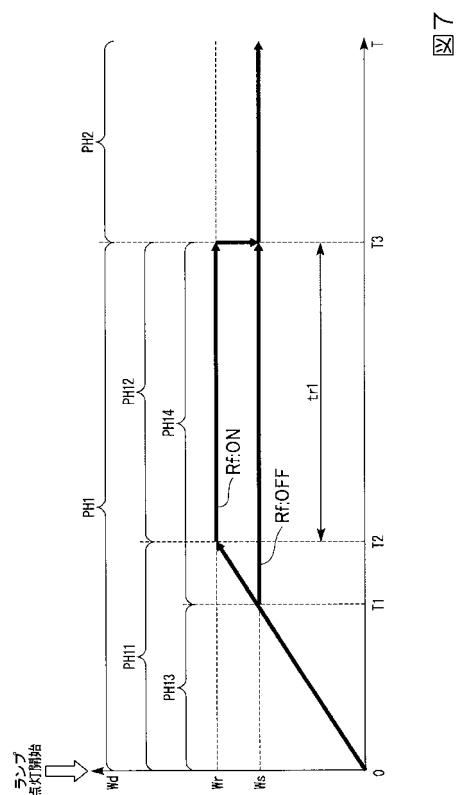


図6

【図7】



【図8】

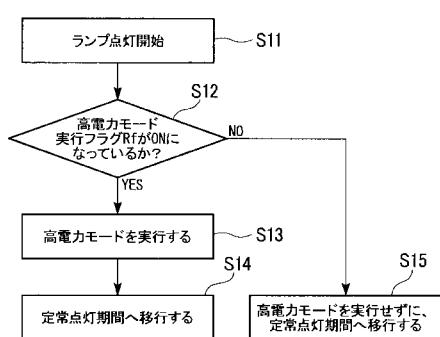
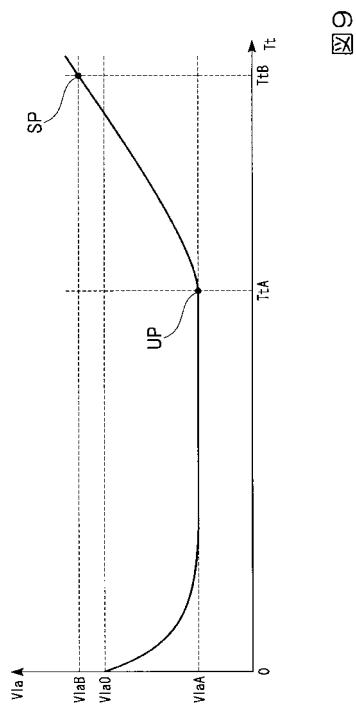


図8

【図9】



【図 1 0】

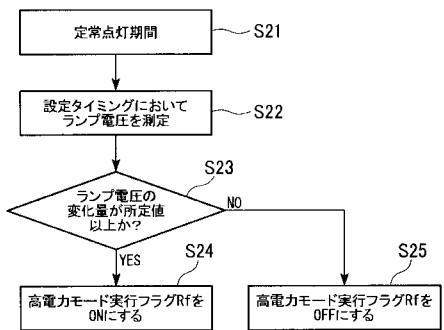


図 1 0

【図 1 1】

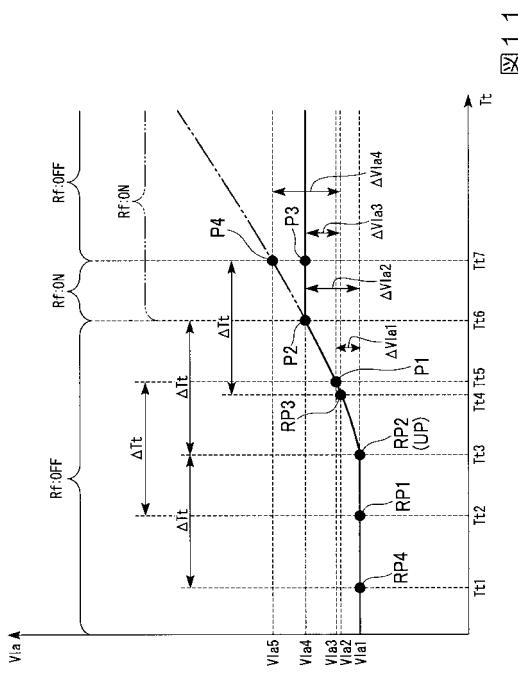


図 1 1

【図 1 2】

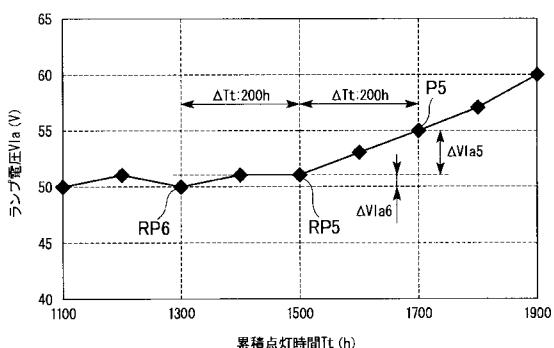


図 1 2

【図 1 3】

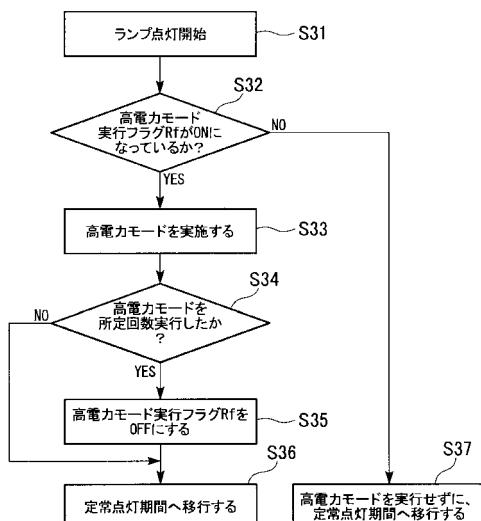


図 1 3

【図14】

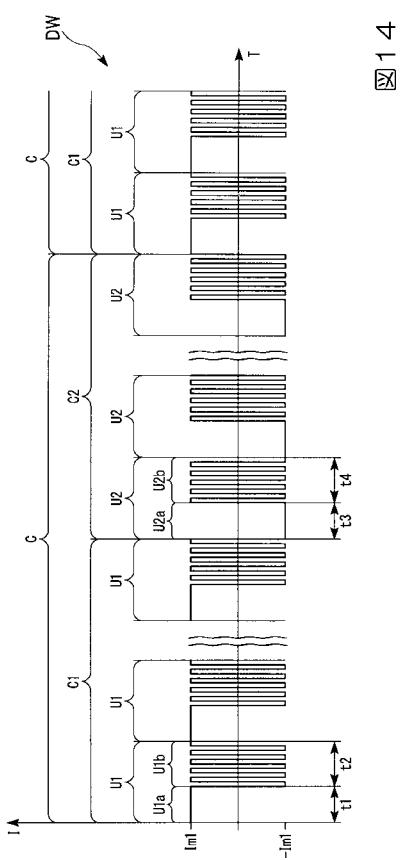


図14

フロントページの続き

F ターム(参考) 2K103 AA05 AA07 AB10 BA13 CA72 DA02
3K072 AA11 AC01 BA05 DD06 EB05 EB07 GB18 GC04
5C058 BA29 BA35 EA51