

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6365061号
(P6365061)

(45) 発行日 平成30年8月1日 (2018.8.1)

(24) 登録日 平成30年7月13日 (2018.7.13)

(51) Int. Cl.

F I

H O 5 B 41/24 (2006.01)

H O 5 B 41/24

G O 3 B 21/14 (2006.01)

G O 3 B 21/14

A

G O 3 B 21/00 (2006.01)

G O 3 B 21/00

E

請求項の数 25 (全 49 頁)

(21) 出願番号 特願2014-150863 (P2014-150863)
(22) 出願日 平成26年7月24日 (2014.7.24)
(65) 公開番号 特開2015-187966 (P2015-187966A)
(43) 公開日 平成27年10月29日 (2015.10.29)
審査請求日 平成29年5月18日 (2017.5.18)
(31) 優先権主張番号 特願2013-213472 (P2013-213472)
(32) 優先日 平成25年10月11日 (2013.10.11)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号 特願2014-45994 (P2014-45994)
(32) 優先日 平成26年3月10日 (2014.3.10)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)
(31) 優先権主張番号 特願2014-47298 (P2014-47298)
(32) 優先日 平成26年3月11日 (2014.3.11)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 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
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100146835
弁理士 佐伯 義文
(74) 代理人 100140774
弁理士 大浪 一徳
(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
(72) 発明者 鈴木 淳一
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

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) 【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、
前記放電灯に関する情報を記憶する記憶部と、
前記放電灯駆動部を制御する制御部と、
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、

前記制御部は、所定の設定タイミングにおいて、前記記憶部に記憶された前記高電力駆動に関する第1情報に基づいて前記高電力駆動の第1実行情報を設定し、前記第1実行情報に従って前記放電灯駆動部を制御し、

前記放電灯が点灯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は、前記駆動電力が前記第2駆動電力まで増加する第1立上期間と、前記第2駆動電力が前記放電灯に供給される第2立上期間と、を有し、

前記第1立上期間は、前記駆動電力が前記第2駆動電力まで増加したときに、前記第2立上期間に移行され、

前記制御部は、前記第2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ことを特徴とする放電灯駆動装置。

【請求項2】

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、

10

20

前記放電灯に関する情報を記憶する記憶部と、
前記放電灯駆動部を制御する制御部と、
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、前記電極の先端に形成される突起の成長を促進する突起形成駆動と、を実行可能であり、

前記制御部は、所定の設定タイミングにおいて、前記記憶部に記憶された前記高電力駆動に関する第 1 情報に基づいて前記高電力駆動の第 1 実行情報を設定し、前記第 1 実行情報に従って前記放電灯駆動部を制御し、

前記制御部は、前記高電力駆動を実行した後で、かつ、前記定常点灯駆動を実行する前に、前記突起形成駆動を実行することを特徴とする放電灯駆動装置。

10

【請求項 3】

前記突起形成駆動の駆動電流は、100 Hz 以上、1000 Hz 以下の第 1 交流電流を含み、

前記高電力駆動の駆動電流は、100 Hz 以上、1000 Hz 以下の第 2 交流電流を含み、

前記突起形成駆動の実行時間に対して前記第 1 交流電流が供給される時間の割合は、前記高電力駆動の実行時間に対して前記第 2 交流電流が供給される時間の割合よりも大きい、請求項 2 に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 4】

20

前記定常点灯駆動の駆動電流は、100 Hz 以上、1000 Hz 以下の第 3 交流電流を含み、

前記突起形成駆動の実行時間に対して前記第 1 交流電流が供給される時間の割合は、前記定常点灯駆動の実行時間に対して前記第 3 交流電流が供給される時間の割合よりも大きい、請求項 3 に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記突起形成駆動において、前記第 1 駆動電力よりも大きく、かつ、前記第 2 駆動電力よりも小さい第 3 駆動電力が前記放電灯に供給されるように前記放電灯駆動部を制御する、請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 6】

30

前記制御部は、前記第 1 情報に基づいて、前記突起形成駆動の第 2 実行情報を設定する、請求項 2 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、前記放電灯の劣化情報に基づいて、前記突起形成駆動の第 2 実行情報を設定する、請求項 2 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】

前記第 2 実行情報は、前記突起形成駆動の実行時間を含む、請求項 6 または 7 に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 9】

前記突起形成駆動の駆動電流は、100 Hz 以上、1000 Hz 以下の第 1 交流電流を含み、

40

前記第 2 実行情報は、前記突起形成駆動の実行時間に対して前記第 1 交流電流が供給される時間の割合を含む、請求項 6 から 8 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 10】

前記第 1 情報は、前記高電力駆動の終了後から次の前記設定タイミングまでの間における前記放電灯の点灯時間を含む、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。

【請求項 11】

前記第 1 情報は、前記高電力駆動時において検出された前記放電灯の電極間電圧を含む、請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

50

【請求項 1 2】

前記第 1 情報は、前記高電力駆動時の前記放電灯に供給される前記第 2 駆動電力を含む、請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 1 3】

前記第 1 情報は、前記高電力駆動の駆動電流の波形を含む、請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 1 4】

前記制御部は、前記設定タイミングにおける前記放電灯の点灯状態に関する第 2 情報に基づいて、前記第 1 実行情報を設定する、請求項 1 から 1 3 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

10

【請求項 1 5】

前記第 2 情報は、前記設定タイミングにおいて検出された前記放電灯の電極間電圧、および前記設定タイミングにおける前記放電灯の累積点灯時間のうち少なくとも一方を含む、請求項 1 4 に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 1 6】

前記制御部は、前記高電力駆動の終了後から次の前記設定タイミングまでの間に実行される前記放電灯の駆動に関する第 3 情報に基づいて、前記第 1 実行情報を設定する、請求項 1 から 1 5 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 1 7】

前記第 3 情報は、前記放電灯に供給される前記駆動電力、および前回の放電灯点灯時の前記放電灯の電極間電圧のうち少なくとも一方を含む、請求項 1 6 に記載の放電灯駆動装置。

20

【請求項 1 8】

前記第 1 実行情報は、前記高電力駆動の実行が抑制される抑制時間、および前記高電力駆動の実行の有無のうち少なくとも一方を含む、請求項 1 から 1 7 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 1 9】

前記第 1 実行情報は、前記高電力駆動の駆動パラメーターとして、前記高電力駆動の前記第 2 駆動電力、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波形、および前記高電力駆動の実行時間のうち少なくともいずれかを含む、請求項 1 から 1 8 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

30

【請求項 2 0】

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 1 から 1 9 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 2 1】

前記第 2 駆動電力は、前記放電灯の電極間電圧が大きくなるに従って大きく設定される、請求項 1 から 2 0 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 2 2】

光を射出する放電灯と、

40

請求項 1 から 2 1 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 2 3】

請求項 2 2 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 2 4】

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を実行するステップと、

50

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を実行するステップと、

を含み、

所定の設定タイミングにおいて、前記高電力駆動に関する第 1 情報に基づいて前記高電力駆動の第 1 実行情報を設定し、

前記放電灯が点灯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は、前記駆動電力が前記第 2 駆動電力まで増加する第 1 立上期間と、前記第 2 駆動電力が前記放電灯に供給される第 2 立上期間と、を有し、

前記第 1 立上期間は、前記駆動電力が前記第 2 駆動電力まで増加したときに、前記第 2 立上期間に移行され、

前記高電力駆動を実行するステップは、前記第 2 立上期間において実行されることを特徴とする放電灯駆動方法。

【請求項 25】

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を実行するステップと、

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を実行するステップと、

前記放電灯の電極の先端に形成される突起の成長を促進する突起形成駆動を実行するステップと、

を含み、

所定の設定タイミングにおいて、前記高電力駆動に関する第 1 情報に基づいて前記高電力駆動の第 1 実行情報を設定し、

前記高電力駆動を実行した後で、かつ、前記定常点灯駆動を実行する前に、前記突起形成駆動を実行することを特徴とする放電灯駆動方法。

【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。

【0003】

しかしながら、駆動電力が定格電力よりも小さい場合、電極先端の突起を十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、ランプ点灯開始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（下記の特許文献 1 参照）。

【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】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1のプロジェクターの場合、リフレッシュ点灯モードでは定格電力値を超えるランプ電力が供給される。この場合、通常点灯時に形成された突起が溶融され過ぎ、突起の形状が維持できないことが考えられる。その結果、ランプは、安定した放電を維持できず、フリッカーが発生する。また、発光管への負荷が大きく、石英ガラスの結晶化現象、いわゆる失透などの不具合が生じる虞がある。

【0006】

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、安定した放電を維持することができる放電灯駆動装置、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】

【0007】

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、前記放電灯に関する情報を記憶する記憶部と、前記放電灯駆動部を制御する制御部と、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、前記制御部は、所定の設定タイミングにおいて、前記記憶部に記憶された前記高電力駆動に関する第1情報に基づいて前記高電力駆動の第1実行情報を設定し、前記第1実行情報に従って前記放電灯駆動部を制御することを特徴とする。

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、前記放電灯に関する情報を記憶する記憶部と、前記放電灯駆動部を制御する制御部と、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、前記制御部は、所定の設定タイミングにおいて、前記記憶部に記憶された前記高電力駆動に関する第1情報に基づいて前記高電力駆動の第1実行情報を設定し、前記第1実行情報に従って前記放電灯駆動部を制御し、前記放電灯が点灯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は、前記駆動電力が前記第2駆動電力まで増加する第1立上期間と、前記第2駆動電力が前記放電灯に供給される第2立上期間と、を有し、前記第1立上期間は、前記駆動電力が前記第2駆動電力まで増加したときに、前記第2立上期間に移行され、前記制御部は、前記第2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ことを特徴とする。

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、前記放電灯に関する情報を記憶する記憶部と、前記放電灯駆動部を制御する制御部と、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、前記電極の先端に形成される突起の成長を促進する突起形成駆動と、を実行可能であり、前記制御部は、所定の設定タイミングにおいて、前記記憶部に記憶された前記高電力駆動に関する第1情報に基づいて前記高電力駆動の第1実行情報を設定し、前記第1実行情報に従って前記放電灯駆動部を制御し、前記制御部は、前記高電力駆動を実行した後で、かつ、前記定常点灯駆動を実行する前に、前記突起形成駆動を実行することを特徴とする。

【0008】

本発明の放電灯駆動装置の一つの態様によれば、記憶部に記憶された高電力駆動に関する第1情報に基づいて、高電力駆動の第1実行情報が設定される。そのため、電極先端の突起の状態に応じて、高電力駆動時において突起に加えられる熱負荷の大きさを調整できる。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、突起が溶融され過ぎることを抑制でき、放電灯の放電を安定して維持することができる。

【0009】

前記第1情報は、前記高電力駆動の終了後から次の前記設定タイミングまでの間における前記放電灯の点灯時間を含む構成としてもよい。

この構成によれば、電極先端の突起の成長度合いに応じて高電力駆動の第1実行情報を設定できる。

【0010】

前記第1情報は、前記高電力駆動時において検出された前記放電灯の電極間電圧を含む構成としてもよい。

この構成によれば、放電灯の劣化の度合いに応じて高電力駆動の第1実行情報を設定できる。

【0011】

前記第1情報は、前記高電力駆動時の前記放電灯に供給される前記第2駆動電力を含む構成としてもよい。

10

この構成によれば、高電力駆動時における電極先端の突起の溶融度合いに応じて、その後の高電力駆動の第1実行情報を設定できる。

【0012】

前記第1情報は、前記高電力駆動の駆動電流の波形を含む構成としてもよい。

この構成によれば、高電力駆動時における電極先端の突起の溶融度合いに応じて、その後の高電力駆動の第1実行情報を設定できる。

【0013】

前記制御部は、前記設定タイミングにおける前記放電灯の点灯状態に関する第2情報に基づいて、前記第1実行情報を設定する構成としてもよい。

この構成によれば、高電力駆動に関する第1情報と、設定タイミングにおける放電灯の点灯状態に関する第2情報と、に基づいて高電力駆動の第1実行情報を設定できるため、より適切に高電力駆動を実行できる。

20

【0014】

前記第2情報は、前記設定タイミングにおいて検出された前記放電灯の電極間電圧を含む構成としてもよい。

この構成によれば、放電灯の劣化の度合いに応じて高電力駆動の第1実行情報を設定できる。

【0015】

前記放電灯が点灯してから、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は、前記駆動電力が増加する第1立上期間と、前記駆動電力が一定の値に維持される第2立上期間と、を有し、前記設定タイミングは、前記第1立上期間の任意の時点に設定され、前記設定タイミングにおいて検出された前記放電灯の電極間電圧から、前記定常点灯期間における電極間電圧を推定する構成としてもよい。

30

この構成によれば、1回の点灯毎に第1立上期間での電極間電圧を参照するため、定常点灯駆動時の電極間電圧を精度良く推定でき、放電灯の劣化の程度を的確に検出することができる。

【0016】

前記第2情報は、前記設定タイミングにおける前記放電灯の累積点灯時間を含む構成としてもよい。

この構成によれば、放電灯の劣化の度合いに応じて高電力駆動の第1実行情報を設定できる。

40

【0017】

前記制御部は、前記高電力駆動の終了後から次の前記設定タイミングまでの間に実行される前記放電灯の駆動に関する第3情報に基づいて、前記第1実行情報を設定する構成としてもよい。

この構成によれば、電極先端の突起の成長度合いに応じて、より適切に高電力駆動の第1実行情報を設定できる。

【0018】

前記第3情報は、前記放電灯に供給される前記駆動電力を含む構成としてもよい。

この構成によれば、電極先端の突起の成長度合いに応じて、より適切に高電力駆動の第

50

1 実行情報を設定できる。

【 0 0 1 9 】

前記第 3 情報は、前回の放電灯点灯時の前記放電灯の電極間電圧を含む構成としてもよい。

この構成によれば、放電灯の劣化の程度をよりの確に検出できる。

【 0 0 2 0 】

前記放電灯が点灯してから、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は、前記駆動電力が増加する第 1 立上期間と、前記駆動電力が一定の値に維持される第 2 立上期間と、を有し、前記設定タイミングは、前記第 1 立上期間の任意の時点に設定され、前回の放電灯点灯時の前記放電灯の電極間電圧から、前記定常点灯期間における電極間電圧を推定する構成としてもよい。

10

この構成によれば、前回の点灯時に記憶済みの電極間電圧を次の点灯時に参照するため、定常点灯駆動時の電極間電圧を容易に推定でき、放電灯の劣化の程度を的確に検出することができる。

【 0 0 2 1 】

前記第 1 実行情報は、前記高電力駆動の実行が抑制される抑制時間を含む構成としてもよい。

この構成によれば、電極先端の突起の成長度合いに応じて、適切に高電力駆動の実行を抑制できる。

【 0 0 2 2 】

20

前記第 1 実行情報は、前記高電力駆動の実行の有無を含む構成としてもよい。

この構成によれば、高電力駆動の実行後、電極先端の突起が十分に成長するまで次の高電力駆動が実行されることを抑制できる。

【 0 0 2 3 】

前記第 1 実行情報は、前記高電力駆動の駆動パラメーターを含む構成としてもよい。

この構成によれば、高電力駆動の実行後、電極先端の突起の成長度合いに応じて、次の高電力駆動の駆動パラメーターを適切に設定できる。

【 0 0 2 4 】

前記駆動パラメーターは、前記高電力駆動の前記第 2 駆動電力を含む構成としてもよい。

30

この構成によれば、高電力駆動の第 2 駆動電力を制御することで、電極先端の突起が過度に溶融することを抑制できる。

【 0 0 2 5 】

前記駆動パラメーターは、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波形を含む構成としてもよい。

この構成によれば、高電力駆動の駆動電流波形を制御することで、電極先端の突起が過度に溶融することを抑制できる。

【 0 0 2 6 】

前記駆動パラメーターは、前記高電力駆動の実行時間を含む構成としてもよい。

この構成によれば、高電力駆動の実行時間を制御することで、電極先端の突起が過度に溶融することを抑制できる。

40

【 0 0 2 7 】

前記制御部は、前記放電灯が点灯してから、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。

【 0 0 2 8 】

前記立上期間は、前記駆動電力が増加する第 1 立上期間と、前記駆動電力が一定の値に維持される第 2 立上期間と、を有し、前記第 1 立上期間において、前記駆動電力は、前記第 2 駆動電力に向けて増加し、前記第 2 立上期間において、前記駆動電力は、前記第 2 駆

50

動電力の値に維持され、前記制御部は、前記第2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、電極先端の突起を適度に溶融させることができ、突起の形状を維持することができる。

【0029】

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、放電灯の点灯状態を把握しやすく、高電力駆動の第1実行情報をより適切に設定できる。

【0030】

前記第2駆動電力は、前記放電灯の電極間電圧が大きくなるに従って大きく設定される構成としてもよい。

この構成によれば、劣化が進行していない放電灯に対して第2駆動電力を相対的に小さく、劣化が進行している放電灯に対して第2駆動電力を相対的に大きくすることにより、放電灯の電極先端の突起が過度に溶融することを抑制し、突起の形状を維持することができる。

【0031】

前記制御部は、前記電極の先端に形成される突起の成長を促進する突起形成駆動を実行可能であり、前記高電力駆動を実行した後で、かつ、前記定常点灯駆動を実行する前に、前記突起形成駆動を実行する構成としてもよい。

この構成によれば、高電力駆動を実行した後で、かつ、定常点灯駆動を実行する前に、放電灯の電極先端の突起の成長を促進する突起形成駆動が実行される。そのため、高電力駆動で扁平化した突起が、突起形成駆動によって成長し、先鋭化する。これにより、突起の形状が扁平化した状態で定常点灯駆動に移行することが抑制され、その結果、放電灯のちらつきが生じることを抑制できる。

【0032】

前記突起形成駆動の駆動電流は、100Hz以上、1000Hz以下の交流電流を含む構成としてもよい。

この構成によれば、突起形成駆動において電極先端の突起の成長を促進できる。

【0033】

前記高電力駆動の駆動電流は、100Hz以上、1000Hz以下の交流電流を含み、前記突起形成駆動の実行時間に対して前記交流電流が供給される時間の割合は、前記高電力駆動の実行時間に対して前記交流電流が供給される時間の割合よりも大きい構成としてもよい。

この構成によれば、突起形成駆動において電極先端の突起の成長をより促進できる。

【0034】

前記定常点灯駆動の駆動電流は、100Hz以上、1000Hz以下の交流電流を含み、前記突起形成駆動の実行時間に対して前記交流電流が供給される時間の割合は、前記定常点灯駆動の実行時間に対して前記交流電流が供給される時間の割合よりも大きい構成としてもよい。

この構成によれば、突起が細くなり、電極間距離が大きくなることが抑制される。

【0035】

前記制御部は、前記突起形成駆動において、前記第1駆動電力よりも大きく、かつ、前記第2駆動電力よりも小さい第3駆動電力が前記放電灯に供給され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、駆動電力が急激に変化することが抑制され、放電灯にかかる負荷が低減される。

【0036】

前記制御部は、前記突起形成駆動の少なくとも一部の期間において前記放電灯に供給される駆動電力が、前記第1駆動電力から前記第2駆動電力に向かって連続的に変化するよ

10

20

30

40

50

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、駆動電力が急激に変化することがより抑制され、放電灯にかかる負荷がより低減される。

【0037】

前記制御部は、前記第1情報に基づいて、前記突起形成駆動の第2実行情報を設定する構成としてもよい。

この構成によれば、高電力駆動における電極先端の突起の溶融度合いに応じて、突起形成駆動を制御できるため、より放電灯のちらつきが生じることを抑制できる。

【0038】

前記制御部は、前記放電灯の劣化情報に基づいて、前記突起形成駆動の第2実行情報を設定する構成としてもよい。

10

この構成によれば、放電灯の劣化状態に応じて、適切に突起形成駆動の第2実行情報を設定できる。

【0039】

前記劣化情報は、前記放電灯の電極間電圧である構成としてもよい。

この構成によれば、放電灯の劣化状態を把握できる。

【0040】

前記第2実行情報は、前記突起形成駆動の実行時間を含む構成としてもよい。

この構成によれば、電極先端の突起が扁平化した状態で定常点灯駆動が実行されることを抑制できる。

20

【0041】

前記突起形成駆動の駆動電流は、100Hz以上、1000Hz以下の交流電流を含み、前記第2実行情報は、前記突起形成駆動の実行時間に対して前記交流電流が供給される時間の割合を含む構成としてもよい。

この構成によれば、電極先端の突起が扁平化した状態で定常点灯駆動が実行されることを抑制できる。

【0042】

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

【0043】

30

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、放電灯の放電を安定して維持することができる。

【0044】

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。

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、放電灯の放電を安定して維持することができる。

【0045】

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、を含む放電灯駆動方法であって、所定の設定タイミングにおいて、前記高電力駆動に関する第1情報に基づいて前記高電力駆動の第1実行情報を設定することを特徴とする。

40

本発明の放電灯駆動方法の一つの態様は、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を実行するステップと、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を実行するステップと、を備え、所定の設定タイミングにおいて、前記高電力駆動に関する第1情報に基づいて前記高電力駆動の第1実行情報を設定することを特徴とする。

50

本発明の放電灯駆動方法の一つの態様は、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を実行するステップと、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を実行するステップと、を含み、所定の設定タイミングにおいて、前記高電力駆動に関する第1情報に基づいて前記高電力駆動の第1実行情報を設定し、前記放電灯が点灯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は、前記駆動電力が前記第2駆動電力まで増加する第1立上期間と、前記第2駆動電力が前記放電灯に供給される第2立上期間と、を有し、前記第1立上期間は、前記駆動電力が前記第2駆動電力まで増加したときに、前記第2立上期間に移行され、前記高電力駆動を実行するステップは、前記第2立上期間において実行されることを特徴とする。

10

本発明の放電灯駆動方法の一つの態様は、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を実行するステップと、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を実行するステップと、前記放電灯の電極の先端に形成される突起の成長を促進する突起形成駆動を実行するステップと、を含み、所定の設定タイミングにおいて、前記高電力駆動に関する第1情報に基づいて前記高電力駆動の第1実行情報を設定し、前記高電力駆動を実行した後で、かつ、前記定常点灯駆動を実行する前に、前記突起形成駆動を実行することを特徴とする。

【0046】

本発明の放電灯駆動方法の一つの態様によれば、上記と同様にして、放電灯の放電を安定して維持することができる。

20

また、本発明の放電灯駆動方法の一つの態様によれば、上記と同様にして、電極先端の突起が過度に熔融することを抑制し、放電灯の電極間距離が広がることを抑制できる。

【0047】

前記電極の先端に形成される突起の成長を促進する突起形成駆動を含み、前記高電力駆動を実行した後で、かつ、前記定常点灯駆動を実行する前に、前記突起形成駆動を実行する駆動方法としてもよい。

この駆動方法によれば、上記と同様にして、放電灯のちらつきが生じることを抑制できる。

【図面の簡単な説明】

30

【0048】

【図1】第1実施形態のプロジェクターの概略構成図である。

【図2】第1実施形態における放電灯の断面図である。

【図3】第1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】第1実施形態の放電灯点灯装置の回路図である。

【図5】第1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】第1実施形態の駆動電力波形の一例を示す図である。

【図8】第1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】第2実施形態の駆動電力波形の一例を示す図である。

【図10】第2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。

【図11】第3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。

【図12】第4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。

【図13】第5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。

【図14】第5実施形態における高電力モードの駆動電流波形の一例を示す図である。

50

【図 1 5】第 5 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 1 6】第 6 実施形態の駆動電力波形の一例を示す図である。

【図 1 7】第 6 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。

【図 1 8】第 7 実施形態の駆動電力波形の一例を示す図である。

【図 1 9】第 7 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。

【図 2 0】放電灯の電極先端の溶融状態を示す図である。

【図 2 1】第 7 実施形態の駆動電力波形の他の一例を示す図である。

10

【図 2 2】第 8 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。

【発明を実施するための形態】

【0049】

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。

【0050】

20

(第 1 実施形態)

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(光変調素子) 330R, 330G, 330B 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。

【0051】

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機能を有する。

【0052】

30

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機能を有する。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機能も有する。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。

【0053】

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、各色に対応付けられた液晶ライトバルブ 330R, 330G, 330B により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。

40

【0054】

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 および投射光学系 350 の各々の構成としては、周知の種々の構成を採用することができる。

50

【 0 0 5 5 】

図 2 は、光源装置 2 0 0 の構成を示す図である。光源装置 2 0 0 は、光源ユニット 2 1 0 と、放電灯点灯装置（放電灯駆動装置）1 0 と、を備えている。図 2 には、光源ユニット 2 1 0 の断面図が示されている。光源ユニット 2 1 0 は、主反射鏡 1 1 2 と、放電灯 9 0 と、副反射鏡 5 0 と、を備えている。

【 0 0 5 6 】

放電灯点灯装置 1 0 は、放電灯 9 0 に駆動電流（駆動電力）を供給して放電灯 9 0 を点灯させる。主反射鏡 1 1 2 は、放電灯 9 0 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 9 0 の光軸 A X と平行である。

【 0 0 5 7 】

放電灯 9 0 の形状は、照射方向 D に沿って延びる棒状である。放電灯 9 0 の一方の端部（図示左側の端部）を第 1 端部 9 0 e 1 とし、放電灯 9 0 の他方の端部（図示右側の端部）を第 2 端部 9 0 e 2 とする。放電灯 9 0 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 9 0 の中央部は球状に膨らんでおり、その内部は放電空間 9 1 である。放電空間 9 1 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。

【 0 0 5 8 】

放電空間 9 1 には、第 1 電極（電極）9 2 および第 2 電極（電極）9 3 の先端が突出している。第 1 電極 9 2 は、放電空間 9 1 の第 1 端部 9 0 e 1 側に配置されている。第 2 電極 9 3 は、放電空間 9 1 の第 2 端部 9 0 e 2 側に配置されている。第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の形状は、光軸 A X に沿って延びる棒状である。放電空間 9 1 には、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 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 9 2 および第 2 電極 9 3 の材料は、例えば、タングステン等の金属である。

【 0 0 5 9 】

放電灯 9 0 の第 1 端部 9 0 e 1 に、第 1 端子 5 3 6 が設けられている。第 1 端子 5 3 6 と第 1 電極 9 2 とは、放電灯 9 0 の内部を貫通する導電性部材 5 3 4 により電氣的に接続されている。同様に、放電灯 9 0 の第 2 端部 9 0 e 2 に、第 2 端子 5 4 6 が設けられている。第 2 端子 5 4 6 と第 2 電極 9 3 とは、放電灯 9 0 の内部を貫通する導電性部材 5 4 4 により電氣的に接続されている。第 1 端子 5 3 6 および第 2 端子 5 4 6 の材料は、例えば、タングステン等の金属である。導電性部材 5 3 4 , 5 4 4 の材料としては、例えば、モリブデン箔が利用される。

【 0 0 6 0 】

第 1 端子 5 3 6 および第 2 端子 5 4 6 は、放電灯点灯装置 1 0 に接続されている。放電灯点灯装置 1 0 は、第 1 端子 5 3 6 および第 2 端子 5 4 6 に、放電灯 9 0 を駆動するための駆動電流を供給する。その結果、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 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。

【 0 0 6 1 】

主反射鏡 1 1 2 は、固定部材 1 1 4 により、放電灯 9 0 の第 1 端部 9 0 e 1 に固定されている。主反射鏡 1 1 2 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 1 1 2 の反射面（放電灯 9 0 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 1 1 2 の反射面の形状を回転放物線形状とした場合、主反射鏡 1 1 2 は、放電光を光軸 A X 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 3 0 5 を省略することができる。

【 0 0 6 2 】

副反射鏡 5 0 は、固定部材 5 2 2 により、放電灯 9 0 の第 2 端部 9 0 e 2 側に固定されている。副反射鏡 5 0 の反射面（放電灯 9 0 側の面）の形状は、放電空間 9 1 の第 2 端部 9 0 e 2 側の部分を囲む球面形状である。副反射鏡 5 0 は、放電光のうち、主反射鏡 1 1

10

20

30

40

50

2 が配置された側と反対側に向かって進む光を主反射鏡 1 1 2 に向かって反射する。これにより、放電空間 9 1 から放射される光の利用効率を高めることができる。

【 0 0 6 3 】

固定部材 1 1 4 , 5 2 2 の材料は、放電灯 9 0 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 1 1 2 および副反射鏡 5 0 と放電灯 9 0 との配置を固定する方法としては、主反射鏡 1 1 2 および副反射鏡 5 0 を放電灯 9 0 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 9 0 と主反射鏡 1 1 2 とを、独立にプロジェクター 5 0 0 の筐体 (図示せず) に固定してもよい。副反射鏡 5 0 についても同様である。

【 0 0 6 4 】

以下、プロジェクター 5 0 0 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 5 0 0 の回路構成の一例を示す図である。プロジェクター 5 0 0 は、図 1 に示した光学系その他、画像信号変換部 5 1 0 と、直流電源装置 8 0 と、液晶パネル 5 6 0 R , 5 6 0 G , 5 6 0 B と、画像処理装置 5 7 0 と、CPU (Central Processing Unit) 5 8 0 と、を備えている。

【 0 0 6 5 】

画像信号変換部 5 1 0 は、外部から入力された画像信号 5 0 2 (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 5 1 2 R , 5 1 2 G , 5 1 2 B を生成し、画像処理装置 5 7 0 に供給する。

【 0 0 6 6 】

画像処理装置 5 7 0 は、3 つの画像信号 5 1 2 R , 5 1 2 G , 5 1 2 B に対してそれぞれ画像処理を行う。画像処理装置 5 7 0 は、液晶パネル 5 6 0 R , 5 6 0 G , 5 6 0 B をそれぞれ駆動するための駆動信号 5 7 2 R , 5 7 2 G , 5 7 2 B を液晶パネル 5 6 0 R , 5 6 0 G , 5 6 0 B に供給する。

【 0 0 6 7 】

直流電源装置 8 0 は、外部の交流電源 6 0 0 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 8 0 は、トランス (図示しないが、直流電源装置 8 0 に含まれる) の 2 次側にある画像信号変換部 5 1 0 、画像処理装置 5 7 0 およびトランスの 1 次側にある放電灯点灯装置 1 0 に直流電圧を供給する。

【 0 0 6 8 】

放電灯点灯装置 1 0 は、起動時に放電灯 9 0 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 1 0 は、放電灯 9 0 が放電を維持するための駆動電流 I を供給する。

【 0 0 6 9 】

液晶パネル 5 6 0 R , 5 6 0 G , 5 6 0 B は、前述した液晶ライトバルブ 3 3 0 R , 3 3 0 G , 3 3 0 B にそれぞれ備えられている。液晶パネル 5 6 0 R , 5 6 0 G , 5 6 0 B は、それぞれ駆動信号 5 7 2 R , 5 7 2 G , 5 7 2 B に基づいて、前述した光学系を介して各液晶パネル 5 6 0 R , 5 6 0 G , 5 6 0 B に入射される色光の透過率 (輝度) を変調する。

【 0 0 7 0 】

CPU 5 8 0 は、プロジェクター 5 0 0 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 5 8 2 を介して点灯命令や消灯命令を放電灯点灯装置 1 0 に出力する。CPU 5 8 0 は、放電灯点灯装置 1 0 から通信信号 5 8 4 を介して放電灯 9 0 の点灯情報を受け取る。

【 0 0 7 1 】

以下、放電灯点灯装置 1 0 の構成について説明する。

図 4 は、放電灯点灯装置 1 0 の回路構成の一例を示す図である。

放電灯点灯装置 1 0 は、図 4 に示すように、電力制御回路 2 0 と、極性反転回路 3 0 と、制御部 4 0 と、記憶部 4 4 と、動作検出部 6 0 と、イグナイター回路 7 0 と、を備えている。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 2 】

電力制御回路 20 は、放電灯 90 に供給する駆動電力を生成する。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、その入力電圧を降圧して直流電流 I_d を出力するダウンチョッパ回路で構成されている。

【 0 0 7 3 】

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 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。

10

【 0 0 7 4 】

コイル 23 の他端にコンデンサ 24 の一端が接続され、コンデンサ 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。

【 0 0 7 5 】

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 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 I_d が発生する。

20

【 0 0 7 6 】

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 I_d 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、インバータブリッジ回路 (フルブリッジ回路) で構成されている。

【 0 0 7 7 】

極性反転回路 30 は、例えば、トランジスタ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。

30

【 0 0 7 8 】

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 I_d 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。

40

【 0 0 7 9 】

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

50

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。

【0080】

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を駆動する駆動電流Iを放電灯90に供給する。

【0081】

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、周波数、点灯モード等を制御する。

【0082】

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。また、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Idの電流値を制御する電流制御を行う。

【0083】

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）Ws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Wsよりも大きいリフレッシュ電力（第2駆動電力）Wr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。本実施形態においては、リフレッシュ電力Wrは、例えば、放電灯90の定格電力Wt以下である。

【0084】

制御部40は、所定の設定タイミングにおいて、後述する第1情報に基づいて高電力モードの第1実行情報を設定する。詳細については後述する。

なお、本明細書において「設定タイミング」とは、第1実行情報を設定する瞬間のみを意味するものではなく、各種情報の参照等、制御部40が第1実行情報を設定するために作動する期間全体を意味するものとする。

また、本明細書において、第1実行情報とは、高電力モードの実行情報である。

【0085】

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41、電力制御回路コントローラ42、および極性反転回路コントローラ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。

【0086】

システムコントローラ41は、電力制御回路コントローラ42および極性反転回路コントローラ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41は、動作検出部60が検出したランプ電圧（電極間電圧）および駆動電流Iに基づき、電力制御回路コントローラ42および極性反転回路コントローラ43を制御してもよい。

【0087】

本実施形態においては、システムコントローラ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を制御する。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に関する情報が格納されている。

【0088】

記憶部 44 は、制御部 40 によって制御され、高電力モードに関する第 1 情報が記憶される。

第 1 情報は、高電力モードに係るあらゆる情報を含む。第 1 情報としては、例えば、高電力モードにおける、駆動電流 I の波形、駆動電力（リフレッシュ電力 W_r ）、実行時間、ランプ電圧、駆動リフレッシュ効果や、高電力モードが終了した時刻、高電力モードの終了後から次の設定タイミングまでの間における放電灯 90 の点灯時間、等が挙げられる。駆動リフレッシュ効果は、第 1 電極 92 および第 2 電極 93 に加えられる熱負荷の大きさである。詳細については、第 7 実施形態において述べる。

【0089】

また、記憶部 44 には、第 1 情報に応じた高電力モードの第 1 実行情報、および第 1 情報から高電力モードの第 1 実行情報を得るためのルックアップテーブルや演算式等が格納されている。

10

高電力モードの第 1 実行情報は、高電力モードを実行するために必要なあらゆる情報を含む。第 1 実行情報としては、例えば、高電力モードの実行が抑制される高電力モード抑制時間（抑制時間）や、高電力モードの実行の有無、高電力モードの駆動パラメータ等が挙げられる。

【0090】

第 1 情報は、高電力モードの第 1 実行情報について設定する設定タイミングにおいて、システムコントローラ 41 によって参照される。システムコントローラ 41（制御部 40）は、記憶部 44 の第 1 情報に応じて、高電力モードの第 1 実行情報を設定し、駆動電流 I を制御する。第 1 情報は、例えば、高電力モードが実行される度に更新、あるいは蓄積され、記憶部 44 に記憶される。

20

【0091】

電力制御回路コントローラ 42 は、システムコントローラ 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。

【0092】

極性反転回路コントローラ 43 は、システムコントローラ 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。

30

【0093】

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。制御部 40 は、例えば、CPU が記憶部 44 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。

【0094】

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。

40

【0095】

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 CPU 580 が担うように構成されていてもよい。

【0096】

動作検出部 60 は、例えば、放電灯 90 のランプ電圧を検出し、制御部 40 に駆動電圧情報を出力する電圧検出部、駆動電流 I を検出し、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もよい。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。

【0097】

50

本実施形態において、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。

【0098】

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。

10

【0099】

以下、駆動電流 I の極性と電極の温度との関係について説明する。

図 6 (a), (b) は、第 1 電極 92 および第 2 電極 93 の動作状態を示す図である。

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 552 p, 562 p が形成されている。第 1 電極 92 と第 2 電極 93 との間で生じる放電は、主として突起 552 p と突起 562 p との間で生じる。

【0100】

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 552 p）の温度が上昇する。一方、電子を放出する側となる陰極（第 2 電極 93）の先端（突起 562 p）の温度は低下する。

20

【0101】

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 562 p）の温度が上昇する。一方、第 1 電極 92 の先端（突起 552 p）の温度は低下する。

30

【0102】

以上のように、電子が衝突する陽極の温度は上昇し、電子を放出する陰極の温度は低下する。すなわち、第 1 極性状態においては、第 1 電極 92 の温度が上昇し、第 2 電極 93 の温度が低下する。第 2 極性状態においては、第 2 電極 93 の温度が上昇し、第 1 電極 92 の温度が低下する。

【0103】

このように、電子が衝突する陽極の温度は、電子を放出する陰極の温度と比べて高くなりやすい。ここで、一方の電極の温度が他方の電極と比べて高い状態が続くことは、種々の不具合を引き起こす虞がある。例えば、高温となる電極の先端が過剰に溶けた場合には、意図しない電極の変形が生じ得る。その結果、電極間距離（アーク長）が適正值からずれ、照度が安定しない虞がある。逆に、低温となる電極の先端の溶融が不十分な場合には、先端に生じた微小な凹凸が溶けずに残る虞がある。その結果、いわゆるアークジャンプが生じる（アーク位置が安定せずに移動する）場合がある。

40

【0104】

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 552 p と第 2 電極 93 の先端の突起 562 p 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 552 p についてのみ説明する場合がある。

【0105】

50

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の制御、すなわち、本実施形態の制御部 40 による放電灯駆動部 230 の制御について説明する。

図 7 は、本実施形態の駆動電力の波形を示す図である。図 7 において、縦軸は、駆動電力 W 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 を点灯させた時点から定常点灯状態になるまでの駆動電力 W の変化を示している。

【0106】

図 7 に示すように、放電灯 90 の点灯を開始すると、駆動電力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 W 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 W は安定な状態となる。放電灯 90 の点灯開始から駆動電力 W 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。

【0107】

本実施形態の駆動電力波形においては、立上期間 $PH1$ は、リフレッシュ電力（第 2 駆動電力） W_r に向けて駆動電力 W が徐々に増加する第 1 立上期間 $PH11$ と、駆動電力 W がリフレッシュ電力 W_r の値に一定に維持される第 2 立上期間 $PH12$ と、を有している。第 2 立上期間 $PH12$ は、すなわち、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。言い換えると、本実施形態においては、放電灯 90 が点灯してから、定常点灯期間 $PH2$ に移行するまでの立上期間 $PH1$ において、高電力モードが実行される。

第 1 立上期間 $PH11$ の長さ、および第 2 立上期間 $PH12$ の長さ（実行時間 t_{r1} ）は適宜設定することができる。

【0108】

定常点灯期間 $PH2$ 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。

【0109】

具体的には、一例として、放電灯 90 の定格電力 W_t が 200 W であり、定常点灯電力 W_s が 140 W であり、リフレッシュ電力 W_r が 190 W である。

【0110】

ランプ点灯開始、すなわち、時刻 0 から時刻 T_b までの第 1 立上期間 $PH11$ では、駆動電力 W は 0 V から 190 W に向けて直線的に増加する。時刻 T_b から時刻 T_c までの第 2 立上期間 $PH12$ では、駆動電力 W は 190 W で一定に維持される。時刻 T_c 以降の定常点灯期間 $PH2$ では、駆動電力は 140 W で一定に維持される。時刻 T_b は、一例としてランプ点灯開始から 45 秒後の時点であり、時刻 T_c は、一例としてランプ点灯開始から 100 秒後の時点である。すなわち、例えば、高電力モードの実行時間 t_{r1} は、55 秒間である。

【0111】

図 4 に示す制御部 40 は、高電力モードに関する第 1 情報と、設定タイミングにおける放電灯 90 の点灯状態に関する第 2 情報とに基づいて、高電力モードの第 1 実行情報を設定し、その第 1 実行情報に従って放電灯駆動部 230 を制御する。

【0112】

第 2 情報は、高電力モードの第 1 実行情報を設定する設定タイミングにおける放電灯 90 の点灯状態に関係するあらゆる情報を含む。第 2 情報としては、例えば、設定タイミングにおける放電灯 90 の累積点灯時間、ランプ電圧、点灯モード、駆動電力等の駆動パラメータ等が挙げられる。

【0113】

具体的には、本実施形態において制御部 40 は、ランプ電圧（第 2 情報）を参照して放電灯 90 の劣化の程度を検出し、その放電灯 90 の劣化の程度に応じたりフレッシュ電力 W_r の値（第 1 情報）を、記憶部 44 を参照して取得する。これにより、高電力モードの

10

20

30

40

50

第 1 実行情報を適宜設定する。

【 0 1 1 4 】

放電灯 9 0 の劣化（損耗）が進行している程、電極間距離の増大に伴ってランプ電圧が高くなる。このとき、リフレッシュ電力 W_r を高くして電極先端の突起をより溶融させる必要がある。特に低電力モードで放電灯 9 0 を駆動した場合、電極の先端部分のみが溶融して微小な突起が形成される。低電力モードでは電極が溶融しにくいいため、突起が変形しやすく、投影画面のちらつきが発生するおそれがある。ところが、微小な突起を適切に形成すれば、その突起によりアーク放電が安定し、ちらつきが抑えられる。

【 0 1 1 5 】

劣化していない新品の放電灯 9 0 に対してリフレッシュ電力 W_r を高くすると、電極の先端が溶融し過ぎ、微小な突起が消滅してしまう。劣化が進行した放電灯 9 0 では電流値が低くなる分、尖度を保ちながら電極を適度に溶融させることができる。そのため、劣化が進行していない放電灯 9 0 に対してリフレッシュ電力 W_r を相対的に低く、劣化が進行している放電灯 9 0 に対してリフレッシュ電力 W_r を相対的に高くする。言い換えると、リフレッシュ電力 W_r は、ランプ電圧が大きくなるに従って大きく設定される。このように、プロジェクターの設計者は、ランプ電圧と、そのランプ電圧に対して最適なリフレッシュ電力 W_r との相関関係を予め求めておくことで、投影画面のちらつきを抑えることができる。ランプ電圧とリフレッシュ電力 W_r との相関関係の一例を [表 1] に示す。

【 0 1 1 6 】

【 表 1 】

ランプ電圧 (V)	高電力モードの駆動電力 (W) (リフレッシュ電力 W_r)
0~60	140
61~70	170
71~80	180
81~90	190
91~	200

【 0 1 1 7 】

次に、制御部 4 0 による放電灯駆動部 2 3 0 の制御について説明する。以下の説明においては、制御部 4 0 がランプ電圧（電極間電圧）を参照してからリフレッシュ電力 W_r を決定するまでの第 1 の手順について、図 8 を用いて説明する。

放電灯 9 0 が点灯開始されて（ステップ S 0 1 ）、第 1 立上期間 P H 1 1 内においてランプ電圧を参照するまでの時間、すなわち、ランプ電圧を参照する時刻 T a を予め設定しておく。時刻 T a は、例えば、ランプ点灯開始から 2 0 秒後の時点とする。制御部 4 0 は、放電灯 9 0 の点灯が開始してから時刻 T a （2 0 秒）が経過したか否かを判断する（ステップ S 0 2 ）。

【 0 1 1 8 】

時刻 T a （2 0 秒）が経過したら、制御部 4 0 はランプ電圧を参照する（ステップ S 0 3 ）。第 1 立上期間 P H 1 1 中は駆動電力の増大に伴ってランプ電圧が徐々に上昇する。したがって、時刻 T a で参照したランプ電圧は、定常点灯期間 P H 2 におけるランプ電圧とは異なる。そこで、プロジェクターの設計者は、時刻 T a でのランプ電圧値から定常点灯期間 P H 2 でのランプ電圧を求める換算式、もしくは複数の放電灯を実測して得られた電圧推移の統計値に基づく換算テーブルを予め用意し、記憶部 4 4 に格納しておく。換算テーブルの一例を [表 2] に示す。

なお、[表 2] では、時刻 T a でのランプ電圧値と定常点灯期間 P H 2 でのランプ電圧との関係に加え、[表 1] に示したリフレッシュ電力 W_r との関係も組み合わせて示して

いる。

【 0 1 1 9 】

【表 2】

時刻Taの ランプ電圧(V)	定常点灯期間の ランプ電圧(V)	高電力モードの駆動電力(W) (リフレッシュ電力Wr)
～21	0～60	140
22～24	61～70	170
25～28	71～80	180
29～32	81～90	190
33～	91～	200

10

【 0 1 2 0 】

制御部 4 0 は、[表 2] に基づいて、定常点灯期間 P H 2 におけるランプ電圧を推定し（ステップ S 0 4 ）、リフレッシュ電力 W r を決定する（ステップ S 0 5 ）。例えば、時刻 T a で参照したランプ電圧が 3 0 V であったとすると、[表 2] から定常点灯期間 P H 2 におけるランプ電圧の推定値は 8 1 ～ 9 0 V となる。このとき、最適なリフレッシュ電力 W r の値は 1 9 0 W となり、図 7 に示すような駆動電力波形となる。

20

【 0 1 2 1 】

本実施形態においては、ステップ S 0 3 からステップ S 0 5 まだが設定タイミングに相当する。また、時刻 T a は第 1 立上期間 P H 1 1 における任意の時点である。すなわち、本実施形態において、設定タイミングは、第 1 立上期間 P H 1 1 の任意の時点に設定される。

【 0 1 2 2 】

以上のようにして、制御部 4 0 は、リフレッシュ電力 W r を決定し、放電灯駆動部 2 3 0 を制御する。これにより、放電灯 9 0 が駆動される。

【 0 1 2 3 】

上記の制御部 4 0 による放電灯駆動部 2 3 0 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 9 2 および第 2 電極 9 3 を有する放電灯 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、を含む放電灯駆動方法であって、所定の設定タイミングにおいて、高電力モードに関する第 1 情報に基づいて高電力モードの第 1 実行情報を設定することを特徴とする。

30

【 0 1 2 4 】

本実施形態によれば、記憶部 4 4 に記憶された高電力モードに関する第 1 情報に基づいて、高電力モードの第 1 実行情報が設定される。そのため、第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p の状態に応じて、高電力モード時において突起 5 5 2 p に加えられる熱負荷の大きさを調整できる。したがって、本実施形態によれば、突起 5 5 2 p が溶融され過ぎることを抑制でき、放電灯 9 0 の放電を安定して維持することができる。

40

【 0 1 2 5 】

また、本実施形態によれば、リフレッシュ電力 W r は、放電灯 9 0 の定格電力 W t 以下に設定される。そのため、リフレッシュ電力 W r が放電灯 9 0 の定格電力 W t を超えず、放電灯 9 0 に過度の負荷を与えることはない。これにより、本実施形態によれば、放電灯 9 0 の放電を安定して維持することができる。

【 0 1 2 6 】

また、本実施形態によれば、上述したように、放電灯点灯装置 1 0 において、駆動電力波形は、放電灯 9 0 の立上期間 P H 1 として、リフレッシュ電力 W r に向けて駆動電力 W が徐々に増加する第 1 立上期間 P H 1 1 と、駆動電力 W がリフレッシュ電力 W r の値に一

50

定に維持される第2立上期間PH12と、を有している。さらに、制御部40は、放電灯90の劣化の程度に応じてリフレッシュ電力Wrの値を調整する構成、すなわち、第1情報と第2情報とに基づいて高電力モードの第1実行情報を設定する構成となっている。

【0127】

そのため、放電灯90の劣化の程度に係わらず、電極先端の突起を常に適度に溶解させることができ、突起の形状を維持することができる。その結果、放電が安定することにより、照度変化が少なく、寿命の長い光源装置200を実現できる。これにより、表示品位に優れ、信頼性の高いプロジェクター500を実現できる。

【0128】

また、本実施形態において、制御部40は、第1立上期間PH11内の任意の時刻Taにおけるランプ電圧を参照し、ランプ電圧の参照結果から定常点灯期間PH2のランプ電圧を推定する構成となっている。この構成によれば、1回の点灯毎に第1立上期間PH11でのランプ電圧を参照するため、定常点灯期間PH2のランプ電圧を精度良く推定でき、放電灯90の劣化の程度を的確に検出することができる。

【0129】

ただし、ランプ電圧の参照からリフレッシュ電力Wrの決定までの手順としては、上記の第1の手順に代えて、以下の第2の手順を採用してもよい。第2の手順において、制御部40は、前回の放電灯点灯時に参照したランプ電圧を例えば記憶部44に記憶させておく。その後、次の放電灯点灯時に、制御部40は、記憶部44からランプ電圧を読み出し、その読み出し結果から定常点灯期間PH2のランプ電圧を推定する。

【0130】

第2の手順を採用した場合、前回の点灯時に記憶済みの電極間電圧を次の点灯時に参照するため、立上期間PH1内でランプ電圧を参照することなく、定常点灯期間PH2のランプ電圧を容易に推定でき、放電灯90の劣化の程度を的確に検出することができる。

なお、前回の放電灯点灯時のランプ電圧は、後述する第4実施形態における第3情報に相当する。

【0131】

なお、例えば上記実施形態では、ランプ電圧を参照することにより放電灯の劣化の程度を検出したが、この構成に代えて、例えばランプ電圧を参照することなく、放電灯の累積点灯時間(第2情報)を参照して放電灯の劣化の程度を検出してもよい。この場合、放電灯の累積点灯時間とリフレッシュ電力Wrとの関係を示すテーブル等を用意しておけばよい。その他、放電灯駆動装置、光源装置、プロジェクターの具体的な構成については、上記実施形態の例に限らず、適宜変更が可能である。

【0132】

また、本実施形態においては、リフレッシュ電力Wrが定格電力Wtよりも大きい構成としてもよい。

【0133】

(第2実施形態)

第2実施形態は、第1実施形態に対して、制御部40が前回の高電力モードの点灯状態に関する第1情報に基づいて高電力モード抑制時間を設定する点において異なる。

なお、以下の説明においては、上記実施形態と同様の構成については、適宜同一の符号を付す等により、説明を省略する場合がある。

【0134】

図9は、本実施形態の駆動電力の波形を示す図である。図9において、縦軸は、駆動電力Wを示しており、横軸は時間Tを示している。図9では、放電灯90を点灯させた時点から定常点灯状態になるまでの駆動電力Wの変化を示している。

【0135】

リフレッシュ電力Wr、すなわち、高電力モードの駆動電力Wは、放電灯90に印加されるランプ電圧、すなわち、動作検出部60により検出されるランプ電圧の値に応じて設定される。具体的には、高電力モードの駆動電力Wは、例えば、[表3]のように設定さ

10

20

30

40

50

れる。この場合における定常点灯電力 W_s は、例えば、140Wである。

【0136】

【表3】

ランプ電圧(V)	高電力モードの駆動電力(W) (リフレッシュ電力 W_r)
～75	160
76～80	200
81～90	200
91～100	200
101～120	200
121～	200

10

【0137】

〔表3〕に示すように、例えば、ランプ電圧が75Vよりも大きい範囲では、リフレッシュ電力 W_r は200Wと設定されるのに対して、ランプ電圧が75V以下の範囲では、リフレッシュ電力 W_r は160Wと設定される。

20

【0138】

ランプ電圧が小さい範囲においては、放電灯90の劣化度合いが小さく、定常点灯期間PH2においても第1電極92の突起552pが溶融しやすい。そのため、高電力モードの駆動電力、すなわち、リフレッシュ電力 W_r を小さく設定することで、突起552pの過度な溶融を抑制できる。

なお、本実施形態において参照されるランプ電圧は、前回実行された高電力モード時のランプ電圧である。

【0139】

次に、本実施形態の制御部40による放電灯駆動部230の制御について説明する。

図10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。

30

【0140】

図10に示すように、放電灯90が点灯開始され(ステップS10)、制御部40は、記憶部44を参照し、前回の高電力モードに関する第1情報が記憶されているか否かを判定する(ステップS11)。そして、第1情報が記憶されていれば(ステップS11: YES)、制御部40は、第1情報に基づいて高電力モード抑制時間(第1実行情報)を設定する(ステップS12)。

【0141】

高電力モード抑制時間は、高電力モードが実行された後、次の高電力モードが実行可能となるまでの放電灯90の点灯時間である。すなわち、前回、高電力モードが実行された後における放電灯90の点灯時間が、高電力モード抑制時間以下の場合には、高電力モードは実行されない。

40

【0142】

本実施形態において、高電力モード抑制時間の設定は、例えば、記憶部44に記憶されている第1情報と高電力モード抑制時間との関係を示すルックアップテーブルを用いて行われる。本実施形態においては、高電力モード抑制時間を設定するための第1情報として、例えば、前回の高電力モード時において検出されたランプ電圧が用いられる。本実施形態における具体的なルックアップテーブルの一例を〔表4〕に示す。

【0143】

【表 4】

前回の高電力モード時の ランプ電圧 (V)	高電力モード抑制時間 (h)
～75	1.5
76～80	2.5
81～90	6
91～100	9
101～120	13.5
121～	22

10

【0144】

表 4 から分かるように、前回の高電力モード時のランプ電圧が大きくなるほど、高電力モード抑制時間は長くなるように設定される。これは、ランプ電圧が大きくなるほど、突起 552 p が十分に成長するための時間が長くなるためである。放電灯 90 に供給される電力が一定である場合には、ランプ電圧の上昇に伴って、電極間に流れる駆動電流 I の値が小さくなり、突起 552 p の成長が遅くなる。そのため、高電力モードが終了した後から、突起 552 p が十分に成長するまでの時間が長くなる。

20

【0145】

なお、放電灯 90 に印加されるランプ電圧の上昇は、放電灯 90 の劣化を意味する。すなわち、放電灯 90 が劣化するにしたがって、突起 552 p の成長に要する時間は長くなる。

表 4 に示すルックアップテーブルでは、前回の高電力モードの終了時点から次の設定タイミングまでにおける放電灯 90 の劣化度合いが大きくなるにしたがい、高電力モード抑制時間が大きくなる。すなわち、ランプ電圧の上昇に応じて高電力モード抑制時間が設定される。

【0146】

記憶部 44 に第 1 情報が記憶されていない場合（ステップ S11：NO）には、制御部 40 は、ステップを、高電力モードを実行するステップ S14 へと進行させる。

30

【0147】

次に、制御部 40 は、前回の高電力モードが終了した時点、すなわち、第 2 立上期間 PH12 が終了した時点から、設定された高電力モード抑制時間が経過したかどうかを判定する（ステップ S13）。すなわち、制御部 40 は、前回の高電力モードが終了した後の点灯時間（第 1 情報）が、高電力モード抑制時間より長いかどうかを判定し、高電力モードの実行の有無（第 1 実行情報）を決定する。

【0148】

高電力モード抑制時間が経過している場合（ステップ S13：YES）には、制御部 40 は、高電力モードの実行を決定し、所定のタイミングで高電力モードを実行する（ステップ S14）。本実施形態においては、立上期間 PH1 において高電力モードが実行されるため、駆動電力 W がリフレッシュ電力 W_r まで上昇した時点（時刻 T_b ）から高電力モードが実行される。すなわち、図 9 に示すように、第 1 立上期間 PH11 は、駆動電力 W がリフレッシュ電力 W_r まで上昇した時刻 T_b から、高電力モードの実行期間である第 2 立上期間 PH12 へと移行する。

40

その後、制御部 40 は、時刻 T_c から点灯期間を定常点灯期間 PH2 へと移行させる（ステップ S15）。

【0149】

一方、図 10 に示すように、高電力モード抑制時間が経過していない場合（ステップ S13：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

50

ドを実行せずに、点灯期間を定常点灯期間 P H 2 へと移行させる（ステップ S 1 6）。すなわち、図 9 に示すように、駆動電力 W が定常点灯電力 W s まで上昇した時刻 T d から駆動電力 W は一定となり、その後、点灯期間が定常点灯期間 P H 2 へと移行する。この場合においては、ランプ点灯開始から時刻 T d までの期間が第 1 立上期間 P H 1 3 に相当し、時刻 T d から時刻 T c までが第 2 立上期間 P H 1 4 に相当する。

【 0 1 5 0 】

本実施形態においては、ステップ S 1 1 からステップ S 1 3 までが設定タイミングに相当する。本実施形態においては、設定タイミング、すなわち、ステップ S 1 1 からステップ S 1 3 は、ランプ点灯開始から駆動電力 W が定常点灯電力 W s になる時刻 T d までの間であれば、どこに設けられていてもよい。

10

【 0 1 5 1 】

以上のようにして、制御部 4 0 は、放電灯駆動部 2 3 0 を制御し、放電灯 9 0 を駆動する。

【 0 1 5 2 】

上記の制御部 4 0 による放電灯駆動部 2 3 0 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、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 電力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、を含む放電灯駆動方法であって、高電力モードに関する第 1 情報を記憶し、所定の設定タイミングにおいて、第 1 情報に基づいて高電力モードの第 1 実行情報を設定することを特徴とする。

20

【 0 1 5 3 】

ランプ点灯開始後の所定の期間において高電力モードが実行される構成においては、例えば、短い期間の中で電源の O N / O F F が連続して行われる等により、高電力モードが実行される間隔が狭くなる場合がある。このような場合、高電力モードによって溶融した電極先端の突起が十分に成長する前に、再度高電力モードが実行され、電極先端の突起が過度に溶融される場合があった。その結果、かえって電極間距離が広がり、ランプ（放電灯）の寿命が低下してしまう問題があった。

【 0 1 5 4 】

これに対して、本実施形態によれば、制御部 4 0 は、前回の高電力モードの点灯状態に関する第 1 情報、例えば、ランプ電圧、に基づいて高電力モード抑制時間を設定する。そして、制御部 4 0 は、前回の高電力モードの終了後から次の設定タイミングまでの間における点灯時間が高電力モード抑制時間よりも長いかどうかについて判定し、高電力モードの実行の有無について決定する。これにより、高電力モードが終了した後、第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p が十分に成長する前に、再び高電力モードを実行されることを抑制できる。したがって、本実施形態によれば、突起 5 5 2 p が過度に溶融されることを抑制でき、放電灯 9 0 の電極間距離が広がることを抑制できる。

30

【 0 1 5 5 】

また、高電力モードが実行されると、放電灯 9 0 に供給される駆動電力 W が大きくなるため、放電灯 9 0 から射出される光の強度が大きくなる。これにより、定常点灯期間中に高電力モードが実行されると、放電灯 9 0 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。

40

これに対して、本実施形態によれば、立上期間 P H 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 P H 2 において駆動電力 W が大きくなることが抑制され、放電灯 9 0 のちらつきが生じることを抑制できる。

【 0 1 5 6 】

なお、本実施形態においては、以下の構成を採用してもよい。

【 0 1 5 7 】

上記説明した実施形態においては、高電力モードに関する第 1 情報として、前回の高電力モード時におけるランプ電圧を用いたが、これに限られない。本実施形態においては、第 1 情報として、高電力モード時におけるリフレッシュ電力 W r 等を用いてもよい。この

50

場合においては、前回の高電力モード時におけるリフレッシュ電力 W_r が大きいほど、高電力モード抑制時間が長くなるように設定される。これは、リフレッシュ電力 W_r が大きいほど、突起552pが溶融するためである。

【0158】

また、上記説明した実施形態においては、制御部40は、ルックアップテーブルを用いて第1実行情報を設定したが、これに限られない。本実施形態においては、制御部40は、例えば、演算式を用いることによって第1実行情報を算出し、設定してもよい。

【0159】

また、上記説明した実施形態においては、制御部40は、前回の高電力モードの第1情報のみを参照して第1実行情報を設定したが、これに限られない。本実施形態においては、制御部40は、設定タイミングより前に実行された高電力モードに関する第1情報を複数参照して第1実行情報を設定してもよい。具体的には、制御部40は、例えば、複数の第1情報の変化の傾向等から、記憶部44に記憶されたルックアップテーブルや演算式等を補正し、これらを用いて第1実行情報を設定してもよい。

【0160】

また、本実施形態においては、複数の第1情報を用いて高電力モードの第1実行情報が設定されてもよい。具体的には、例えば、高電力モード時のランプ電圧と、高電力モード時のリフレッシュ電力 W_r とを用いて、高電力モード抑制時間が設定されてもよい。

【0161】

(第3実施形態)

第3実施形態は、第2実施形態に対して、設定タイミングにおいて放電灯90の点灯状態に関する第2情報を取得し、前回の高電力モードに関する第1情報と第2情報とに基づいて高電力モードの第1実行情報を設定する点において異なる。

なお、以下の説明においては、上記実施形態と同様の構成については、適宜同一の符号を付す等により、説明を省略する場合がある。

【0162】

図11は、本実施形態における制御部40の放電灯駆動部230の制御手順について示すフローチャートである。

図11に示すように、放電灯90が点灯開始され(ステップS20)、制御部40は、第2実施形態と同様に、記憶部44に前回の高電力モードに関する第1情報が記憶されているかどうかを判定する(ステップS21)。

【0163】

記憶部44に第1情報が記憶されている場合(ステップS21: YES)には、制御部40は、次にランプ点灯開始から所定時間が経過したかどうかを判定する(ステップS22)。所定時間は、ランプ点灯開始からランプ電圧を参照するまでの時間であり、図9において時刻 T_a となる時間である。時刻 T_a の値は、例えば、予め記憶部44に記憶されている。

【0164】

なお、記憶部44に第1情報が記憶されていない場合(ステップS21: NO)は、制御部40は、第2実施形態と同様に、ステップを、高電力モードを実行するステップS27へと進行させる。

【0165】

制御部40は、ランプ点灯開始から所定時間が経過した場合(ステップS22: YES)、例えば、時刻 T_a において、ランプ電圧(第2情報)を検出する(ステップS23)。ここで、第1実施形態において述べたように、時刻 T_a で参照したランプ電圧は、定常点灯期間PH2におけるランプ電圧とは異なるため、プロジェクターの設計者は、時刻 T_a でのランプ電圧値から定常点灯期間PH2でのランプ電圧を求める換算式、もしくは複数の放電灯を実測して得られた電圧推移の統計値に基づく換算テーブルを予め用意し、記憶部44に格納しておく。換算テーブルの一例を[表5]に示す。

なお、[表5]では、時刻 T_a でのランプ電圧値と定常点灯期間PH2でのランプ電圧

10

20

30

40

50

との関係に加え、高電力モード抑制時間との関係についても示している。

【 0 1 6 6 】

【表 5】

時刻Taのランプ電圧 (V)	定常点灯期間の ランプ電圧 (V)	高電力モード抑制時間 (h)
～24	～75	1
25～28	76～80	2
29～32	81～90	5
33～36	91～100	8
37～40	101～120	12
41～	121～	20

10

【 0 1 6 7 】

〔表 5〕に示すルックアップテーブルは、所定の設定タイミング（時刻 T a）における放電灯 9 0 の劣化度合い、すなわち、ランプ電圧が大きくなるにしたがい、上記第 2 実施形態と同様に、高電力モード抑制時間が大きくなるように設定されている。

【 0 1 6 8 】

20

制御部 4 0 は、時刻 T a において検出されたランプ電圧および〔表 5〕に基づいて、定常点灯期間 P H 2 におけるランプ電圧（第 2 情報）を推定する（ステップ S 2 4）。そして、推定したランプ電圧値に基づいて高電力モード抑制時間を設定する（ステップ S 2 5）。その後、制御部 4 0 は、第 1 実施形態と同様に、前回の高電力モードが終了した時点から高電力モード抑制時間が経過しているかどうかを判定し（ステップ S 2 6）、高電力モード抑制時間が経過している場合（ステップ S 2 6：Y E S）には、高電力モードを実行し（ステップ S 2 7）、その後点灯期間を定常点灯期間 P H 2 に移行させる（ステップ S 2 8）。高電力モード抑制時間が経過していない場合（ステップ S 2 6：N O）には、制御部 4 0 は、高電力モードを実行せずに、点灯期間を定常点灯期間 P H 2 へと移行させる（ステップ S 2 9）。

30

【 0 1 6 9 】

本実施形態においては、ステップ S 2 1～S 2 6 が、高電力モードの第 1 実行情報を設定する設定タイミングに相当する。また、ステップ S 2 2 からステップ S 2 4 までは、放電灯 9 0 の点灯状態に関する第 2 情報を取得するステップである。本実施形態においては、第 2 情報は、設定タイミングにおける放電灯 9 0 のランプ電圧、より詳細には時刻 T a における放電灯 9 0 のランプ電圧である。

【 0 1 7 0 】

本実施形態によれば、より適切に高電力モードの第 1 実行情報を設定することができる。以下、詳細に説明する。

【 0 1 7 1 】

40

第 2 実施形態においては、放電灯 9 0 の劣化状態を取得する情報として、前回の高電力モードにおけるランプ電圧を用いていたため、〔表 4〕のルックアップテーブルは、前回の高電力モードから次の設定タイミングまでの間における放電灯 9 0 の劣化、すなわち、ランプ電圧の上昇に応じて設定されていた。しかし、前回の高電力モード以降の使用時間が長時間であるような場合には、放電灯 9 0 の劣化が想定以上に進行し、適切に高電力モードの第 1 実行情報、例えば、高電力モード抑制時間を設定できない場合があった。

【 0 1 7 2 】

これに対して、本実施形態によれば、高電力モードの第 1 実行情報を設定する設定タイミングにおいて、放電灯 9 0 の点灯状態に関する第 2 情報を取得し、その第 2 情報に基づいて高電力モードの第 1 実行情報を設定する。そのため、本実施形態によれば、より正確

50

に放電灯 9 0 の劣化状態を取得でき、より適切に高電力モードの第 1 実行情報を設定できる。

【 0 1 7 3 】

なお、本実施形態においては、以下の構成を採用してもよい。

【 0 1 7 4 】

本実施形態においては、第 2 情報として、放電灯 9 0 の累積点灯時間を用いてもよい。この場合には、放電灯 9 0 の実使用時間（累積点灯時間）から、放電灯 9 0 の劣化状態を把握できる。

【 0 1 7 5 】

また、本実施形態においては、複数の第 2 情報を用いて高電力モードの第 1 実行情報が設定されてもよい。具体的には、例えば、設定タイミングにおけるランプ電圧と、設定タイミングにおける放電灯 9 0 の累積点灯時間とを用いて、高電力モード抑制時間が設定されてもよい。

10

【 0 1 7 6 】

また、本実施形態においては、第 1 情報と第 2 情報とを用いて高電力モードの第 1 実行情報が設定されてもよい。具体的には、例えば、設定タイミングにおけるランプ電圧と、前回の高電力モードにおけるリフレッシュ電力 W_r とを用いて、高電力モード抑制時間が設定されてもよい。

【 0 1 7 7 】

（第 4 実施形態）

20

第 4 実施形態は、第 2 実施形態に対して、高電力モードの終了後から次の設定タイミングまでの間に実行される点灯モードに関する第 3 情報に基づいて高電力モード抑制時間を設定する点において異なる。

なお、以下の説明においては、上記実施形態と同様の構成については、適宜同一の符号を付す等により、説明を省略する場合がある。

【 0 1 7 8 】

本実施形態においては、高電力モードに関する第 1 情報に加えて、高電力モードの終了後から次の設定タイミングまでの間に実行される点灯モードに関する第 3 情報が、記憶部 4 4 に記憶される。第 3 情報が記憶部 4 4 に記憶されるタイミングは、高電力モードが立上期間 PH_1 に設けられる場合、例えば、プロジェクター 5 0 0 の電源が OFF される直前である。

30

【 0 1 7 9 】

第 3 情報は、高電力モードの終了後から次の設定タイミングまでの間に実行される点灯モードに関するあらゆる情報を含む。なお、以下の説明においては、高電力モードの終了後から次の設定タイミングまでの間に実行される点灯モードを、直前の点灯モードと称する。

【 0 1 8 0 】

第 3 情報としては、例えば、直前の点灯モードにおける放電灯 9 0 のランプ電圧、すなわち、第 1 実施形態で述べた前回の放電灯点灯時のランプ電圧、駆動電力 W 、実行時間等が挙げられる。

40

直前の点灯モードは、例えば、定常点灯モード、高電力モード、低電力モード、調光モード、待機モード等のプロジェクター 5 0 0 に設定されている各種点灯モードを含む。

【 0 1 8 1 】

図 1 2 は、本実施形態における制御部 4 0 の放電灯駆動部 2 3 0 の制御手順について示すフローチャートである。

図 1 2 に示すように、制御部 4 0 は、放電灯 9 0 が点灯開始され（ステップ $S 3 0$ ）、記憶部 4 4 に前回の高電力モードに関する第 1 情報、および直前の点灯モードに関する第 3 情報が記憶されているかどうか判定する（ステップ $S 3 1$ ）。

【 0 1 8 2 】

記憶部 4 4 に第 1 情報および第 3 情報が記憶されている場合（ステップ $S 3 1$: YES

50

）には、まず第3情報に基づいて、高電力モード抑制時間が設定される（ステップS32）。高電力モード抑制時間の設定は、例えば、第3情報と高電力モード抑制時間との関係を示すルックアップテーブルを用いて行われる。このルックアップテーブルは、記憶部44に記憶されている。本実施形態においては、第3情報として、例えば、直前の点灯モードの駆動電力を用いる。本実施形態における具体的なルックアップテーブルの一例を〔表6〕に示す。

【0183】

【表6】

直前の点灯モードの 駆動電力 (W)	高電力モード抑制時間 (h)
120	5
140	2
160	1
200	0

10

【0184】

〔表6〕に示すように、直前の点灯モードの駆動電力が大きいほど、高電力モード抑制時間は短く設定される。これは、高電力モードの後に設定される点灯モードの駆動電力が大きいほど、第1電極92の突起552pの成長が速いためである。〔表6〕に示す例の場合では、高電力モードにおけるリフレッシュ電力 W_r は、例えば、200Wに設定される。

20

【0185】

ここで、〔表6〕に示す定常点灯電力 W_s が200Wの場合とは、直前の点灯モードが高電力モードである場合である。この場合、放電灯90は、定常状態において、駆動電力 W が200Wの高電力モードで駆動されているため、高電力モード抑制時間は0hに設定される。

【0186】

なお、記憶部44に第1情報および第3情報が記憶されていない場合（ステップS31：NO）は、制御部40は、第2実施形態と同様にして、ステップを、高電力モードを実行するステップS34へと進行させる。

30

【0187】

高電力モード抑制時間を設定した後、制御部40は、第2実施形態と同様にして、前回の高電力モードが終了した時点から高電力モード抑制時間が経過しているかどうかを判定し（ステップS33）、高電力モード抑制時間が経過している場合（ステップS33：YES）には、高電力モードを実行し（ステップS34）、その後点灯期間を定常点灯期間PH2に移行させる（ステップS35）。高電力モード抑制時間が経過していない場合（ステップS33：NO）には、制御部40は、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S36）。

40

本実施形態においては、ステップS31～S33が、高電力モードの第1実行情報を設定する設定タイミングに相当する。

【0188】

本実施形態によれば、直前の点灯モードに関する第3情報に基づいて、高電力モード抑制時間を設定するため、前回の高電力モードが実行された後の突起552pの成長度合いをより正確に把握できる。したがって、本実施形態によれば、高電力モードの第1実行情報をより適切に設定できる。

【0189】

なお、本実施形態においては、以下の構成を採用してもよい。

50

【 0 1 9 0 】

上記説明した実施形態においては、第 3 情報を記憶するタイミングをプロジェクター 5 0 0 の電源を OFF にする直前としたが、これに限られない。本実施形態においては、例えば、直前の点灯モードを実行している間中、常に第 3 情報を記憶部 4 4 に記憶してもよい。

【 0 1 9 1 】

また、本実施形態においては、複数の第 3 情報を用いて高電力モードの第 1 実行情報が設定されてもよい。具体的には、例えば、直前の点灯モード時の駆動電力 W と、直前の点灯モードの実行時間とを用いて、高電力モード抑制時間が設定されてもよい。

【 0 1 9 2 】

(第 5 実施形態)

第 5 実施形態は、第 3 実施形態に対して、高電力モードの第 1 実行情報として駆動パラメータを設定する点において異なる。

なお、以下の説明においては、上記実施形態と同様の構成については、適宜同一の符号を付す等により、説明を省略する場合がある。

【 0 1 9 3 】

本実施形態においては、上記説明した第 2 実施形態から第 4 実施形態までと異なり、第 1 情報の内容に関わらず、立上期間 $PH1$ において高電力モードが実行される。

【 0 1 9 4 】

図 1 3 は、本実施形態における制御部 4 0 の放電灯駆動部 2 3 0 の制御手順について示すフローチャートである。

図 1 3 に示すように、制御部 4 0 は、放電灯 9 0 が点灯開始され (ステップ S 4 0)、第 2 実施形態と同様に、記憶部 4 4 に前回の高電力モードに関する第 1 情報が記憶されているかどうかを判定する (ステップ S 4 1)。記憶部 4 4 に第 1 情報が記憶されている場合 (ステップ S 4 1 : YES) には、制御部 4 0 は、次にランプ点灯開始から所定時間が経過したかどうかを判定する (ステップ S 4 2)。

【 0 1 9 5 】

なお、記憶部 4 4 に第 1 情報が記憶されていない場合 (ステップ S 4 1 : NO) には、制御部 4 0 は、高電力モードの駆動パラメータを初期パラメータに設定し (ステップ S 4 7)、高電力モードを実行する (ステップ S 4 6)。

【 0 1 9 6 】

制御部 4 0 は、ランプ点灯開始から所定時間が経過した場合 (ステップ S 4 2 : YES)、時刻 Ta においてランプ電圧 (第 2 情報) を検出し (ステップ S 4 3)、例えば、[表 5] に一例として示した換算テーブルを用いて定常点灯期間 $PH2$ におけるランプ電圧 (第 2 情報) を推定する (ステップ S 4 4)。

【 0 1 9 7 】

次に、前回の高電力モードの第 1 情報と、推定された定常点灯期間 $PH2$ のランプ電圧とに基づいて高電力モードの第 1 実行情報を設定する (ステップ S 4 5)。本実施形態において、第 1 情報は、例えば、前回の高電力モード実行後の放電灯 9 0 の点灯時間である。

【 0 1 9 8 】

また、高電力モードの第 1 実行情報は、例えば、高電力モードにおけるリフレッシュ電力 Wr (駆動パラメータ) である。リフレッシュ電力 Wr の設定は、例えば、前回の高電力モード実行後の点灯時間と、推定された定常点灯期間 $PH2$ のランプ電圧と、設定する高電力モードのリフレッシュ電力 Wr と、の関係を示すルックアップテーブルを用いて行われる。本実施形態における具体的なルックアップテーブルの一例を [表 7] に示す。

【 0 1 9 9 】

10

20

30

40

【表 7】

高電力モードの駆動電力(W) (リフレッシュ電力Wr)		前回の高電力モード実行後の点灯時間 (h)					
		0~0.5	0.5~1	1~2	2~5	5~10	10~
定常点灯期間の ランプ電圧 (V)	~75	145	145	145	160	160	160
	76~100	145	160	200	200	200	200
	101~	160	160	160	160	160	200

10

【0200】

【表 7】に示すように、ランプ電圧の値が大きいほど（すなわち、放電灯 90 の劣化度合いが大きくなるにしたがって）、また、前回の高電力モード実行後の点灯時間が長いほど、設定される高電力モードのリフレッシュ電力 Wr は大きく設定される。

ランプ電圧の値が大きいと、電極間に流れる駆動電流 I が小さくなるため、第 1 電極 92 の突起 552 p が溶融しにくい。これにより、前回の高電力モードにおける突起 552 p の溶融の度合いは小さくなる。したがって、高電力モードの駆動電力を大きく設定することにより、突起 552 p を適切に溶融させることができる。

【0201】

一方、前回の高電力モード実行後の点灯時間が長いほど、第 1 電極 92 の突起 552 p は成長する。そのため、高電力モードにおける駆動電力を大きく設定しても、突起 552 p が過度に溶融することを抑制できる。

20

【0202】

制御部 40 は、上記のようにして高電力モードのリフレッシュ電力 Wr を設定し、高電力モードを実行する（ステップ S46）。その後、制御部 40 は、点灯期間を定常点灯期間 PH2 に移行させる（ステップ S48）。

【0203】

本実施形態によれば、前回の高電力モードにおける第 1 情報と、第 2 情報とに基づいて、高電力モードの駆動パラメーターが設定される。そのため、高電力モードを実行する際の第 1 電極 92 の突起 552 p の成長度合いに応じて、実行する高電力モードにおける突起 552 p の溶融効果を調整できる。したがって、本実施形態によれば、突起 552 p が過度に溶融することを抑制でき、放電灯 90 の電極間距離が広がることを抑制できる。

30

【0204】

なお、本実施形態においては、以下の構成を採用することもできる。

【0205】

本実施形態においては、第 1 情報および第 2 情報のうちから選択した情報を 3 つ以上用いて高電力モードの第 1 実行情報が設定されてもよい。具体的には、例えば、前回の高電力モード時におけるリフレッシュ電力 Wr と、設定タイミングにおけるランプ電圧および累積点灯時間とに基づいて高電力モードの駆動パラメーター、例えば、リフレッシュ電力 Wr が設定されてもよい。

40

【0206】

また、本実施形態においては、高電力モードの駆動パラメーターとして、リフレッシュ電力 Wr 以外の値、例えば、駆動電流波形や、高電力モードの実行時間を設定してもよい。以下、それぞれについて説明する。

【0207】

まず、駆動パラメーターとして駆動電流波形を用いる場合について説明する。

図 14 は、高電力モードにおける駆動電流波形の一例を示す図である。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。

図 14 に示すように、本実施形態の駆動電流波形は、サイクル C1 とサイクル C2 とが交互に設けられている。

50

【 0 2 0 8 】

サイクル C 1 は、複数の混合期間 P 1 で構成され、混合期間 P 1 は、交流期間 P 1 a と直流期間 P 1 b とで構成されている。

交流期間 P 1 a は、駆動電流 I として、電流値 I_{m1} と電流値 $-I_{m1}$ との間で極性が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。本実施形態においては、交流期間 P 1 a における交流電流は、矩形波交流電流である。直流期間 P 1 b は、駆動電流 I として、電流値 I_{m1} の直流電流が放電灯 9 0 に供給される期間である。本実施形態においては、直流期間 P 1 b における直流電流は、電流値が一定 (I_{m1}) の第 1 極性を有する直流電流である。

【 0 2 0 9 】

10

サイクル C 2 は、複数の混合期間 P 2 で構成され、混合期間 P 2 は、交流期間 P 2 a と直流期間 P 2 b とで構成されている。

交流期間 P 2 a は、サイクル C 1 の交流期間 P 1 a と同様である。直流期間 P 2 b は、駆動電流 I として、電流値 $-I_{m1}$ の直流電流が放電灯 9 0 に供給される期間である。本実施形態においては、直流期間 P 2 b における直流電流は、電流値が一定 ($-I_{m1}$) の第 2 極性を有する直流電流である。

【 0 2 1 0 】

高電力モードにおける駆動電流波形を設定するために用いられるルックアップテーブルの一例を [表 8] に示す。

【 0 2 1 1 】

20

【 表 8 】

高電力モードの 駆動電流波形		前回の高電力モード実行後の点灯時間 (h)					
		0~0.5	0.5~1	1~2	2~5	5~10	10~
定常点灯期間の ランプ電圧 (V)	~75	波形 A	波形 A	波形 A	波形 B	波形 B	波形 B
	76~100	波形 A	波形 B	波形 C	波形 C	波形 C	波形 C
	101~	波形 B	波形 B	波形 B	波形 B	波形 B	波形 C

30

【 0 2 1 2 】

[表 8] に示すように、前回の高電力モード実行後の点灯時間と、推定された定常点灯期間 P H 2 のランプ電圧とに応じて、高電力モードにおける駆動電流波形が、波形 A、波形 B および波形 C のいずれかに設定される。波形 A ~ 波形 C のそれぞれの各パラメーターについて [表 9] に示す。

【 0 2 1 3 】

【 表 9 】

	交流期間 P1a, P2aの 周波数 (Hz)	交流期間 P1a, P2aの 長さt1, t3 (周期)	直流期間 P1b, P2bの 長さt2, t4 (ms)	サイクルC1, C2 に含まれる 混合期間 P1, P2の数
波形A	500	15	2	1
波形B	500	10	6	2
波形C	500	5	8	10

40

【 0 2 1 4 】

[表 9] に示すように、波形 A から波形 C の交流期間 P 1 a , P 2 a の周波数は、いずれも 5 0 0 H z である。

50

波形 A における交流期間 P 1 a , P 2 a の長さ t 1 , t 3 は、それぞれ 1 5 周期分である。波形 A における直流期間 P 1 b , P 2 b の長さ t 2 , t 4 は、それぞれ 2 m s (ミリ秒) である。波形 A におけるサイクル C 1 , C 2 に含まれる混合期間 P 1 , P 2 の数は、1 である。

【 0 2 1 5 】

波形 B における交流期間 P 1 a , P 2 a の長さ t 1 , t 3 は、それぞれ 1 0 周期分である。波形 B における直流期間 P 1 b , P 2 b の長さ t 2 , t 4 は、それぞれ 6 m s である。波形 B におけるサイクル C 1 , C 2 に含まれる混合期間 P 1 , P 2 の数は、2 である。

【 0 2 1 6 】

波形 C における交流期間 P 1 a , P 2 a の長さ t 1 , t 3 は、それぞれ 5 周期分である。波形 C における直流期間 P 1 b , P 2 b の長さ t 2 , t 4 は、それぞれ 8 m s である。波形 C におけるサイクル C 1 , C 2 に含まれる混合期間 P 1 , P 2 の数は、1 0 である。

【 0 2 1 7 】

波形 A、波形 B、および波形 C は、この順に、第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p を溶融させる効果が大きくなる。すなわち、交流期間 P 1 a , P 2 a の長さ t 1 , t 3 が小さくなるほど、突起 5 5 2 p を溶融させる効果は大きくなる。また、直流期間 P 1 b , P 2 b の長さ t 2 , t 4 が大きくなるほど、突起 5 5 2 p を溶融させる効果は大きくなる。また、サイクル C 1 , C 2 に含まれる混合期間 P 1 , P 2 の数が大きくなるほど、突起 5 5 2 p を溶融させる効果は大きくなる。

【 0 2 1 8 】

なお、[表 9] に示した例では、交流期間 P 1 a , P 2 a の周波数は、各駆動電流波形で同じ値に設定したが、それぞれ異なってもよい。交流期間 P 1 a , P 2 a の周波数が小さくなるほど、突起 5 5 2 p の溶融効果が大きくなる。

【 0 2 1 9 】

次に、駆動パラメーターとして実行時間を用いる場合について説明する。

図 1 5 は、高電力モードの駆動パラメーターとして高電力モードの実行時間 t r 1 (図 9 参照) を設定した場合における制御部 4 0 の放電灯駆動部 2 3 0 の制御手順について示すフローチャートである。

図 1 5 に示すステップ S 5 0 からステップ S 5 4 は、図 1 3 に示したステップ S 4 0 からステップ S 4 4 と同様である。

【 0 2 2 0 】

制御部 4 0 は、定常点灯期間 P H 2 のランプ電圧を推定した (ステップ S 5 4) 後、前回の高電力モード実行後の点灯時間と、推定された定常点灯期間 P H 2 のランプ電圧とに基づいて、高電力モードの実行時間 t r 1 を設定する (ステップ S 5 5)。高電力モードの実行時間 t r 1 を設定するために用いられるルックアップテーブルの一例を [表 1 0] に示す。

【 0 2 2 1 】

【 表 1 0 】

高電力モードの 実行時間 t r 1 (s)		前回の高電力モード実行後の点灯時間 (h)					
		0~0.5	0.5~1	1~2	2~5	5~10	10~
定常点灯期間の ランプ電圧 (V)	~75	2	2	2	10	10	10
	76~100	2	10	60	60	60	60
	101~	10	10	10	10	10	60

【 0 2 2 2 】

[表 1 0] に示すように、ランプ電圧が大きいほど、すなわち、放電灯 9 0 の劣化度合

いが大きくなるにしたがって、また、前回の高電力モード実行後の点灯時間が長いほど、設定される高電力モードの実行時間は大きく設定される。高電力モードの実行時間が長いほど、第1電極92の溶融効果は大きくなる。

【0223】

制御部40は、高電力モードの実行時間 t_{r1} を設定した後、高電力モードを実行する(ステップS56)。そして、制御部40は、高電力モードが実行されてから設定された実行時間 t_{r1} が経過したかどうかを判定し(ステップS58)、設定された実行時間 t_{r1} が経過した場合(ステップS58:Y E S)には、点灯期間を定常点灯期間PH2へと移行させる(ステップS59)。実行時間 t_{r1} が経過していない場合(ステップS58:N O)には、制御部40は、実行時間 t_{r1} が経過するまで高電力モードを実行し続ける。

10

【0224】

なお、記憶部44に前回の高電力モードに関する第1情報が記憶されていない場合(ステップS51:N O)には、制御部40は、高電力モードの実行時間 t_{r1} を初期値に設定し(ステップS57)、高電力モードを実行する(ステップS56)。実行時間 t_{r1} の初期値は、例えば、予め記憶部44に記憶されている。

【0225】

(第6実施形態)

第6実施形態は、上記説明した第2実施形態から第5実施形態に対して、定常点灯期間PH2において、高電力モードが実行される点において異なる。

20

なお、以下の説明においては、上記実施形態と同様の構成については、適宜同一の符号を付す等により、説明を省略する場合がある。

【0226】

図16は、本実施形態の駆動電力の波形を示す図である。図16において、縦軸は、駆動電力 W を示しており、横軸は時間 T を示している。図16は、立上期間PH1が終了し、定常点灯モードが実行される定常点灯期間PH2になった後の駆動電力 W の波形を示している。

【0227】

本実施形態においては、定常点灯期間PH2において高電力モードが実行される高電力点灯期間PH3が設けられる。図16においては、時刻 T_e から時刻 T_f までの間に高電力点灯期間PH3が設けられる例を示している。

30

【0228】

図17は、本実施形態における制御部40の放電灯駆動部230の制御手順について示すフローチャートである。

図17に示すように、制御部40は、まず定常点灯期間PH2(ステップS60)において、記憶部44に前回の高電力モードに関する第1情報が記憶されているかどうかを判定する(ステップS61)。制御部40は、記憶部44に第1情報が記憶されている場合(ステップS61:Y E S)には、現在の点灯状態、すなわち、定常点灯期間PH2における点灯状態に関する第2情報を測定し(ステップS62)、その測定結果に基づいて、例えば、高電力モードの第1実行情報として高電力モード抑制時間を設定する(ステップS63)。

40

【0229】

その後、制御部40は、第2実施形態と同様にして、高電力モード抑制時間が経過したかどうかを判定し(ステップS64)、高電力モード抑制時間が経過している場合(ステップS64:Y E S)には、高電力モードを実行する(ステップS65)。すなわち、制御部40は、点灯期間を定常点灯期間PH2から高電力点灯期間PH3に移行させる。

【0230】

ここで、第2実施形態から第5実施形態までにおいては、高電力モードが立上期間PH1に設けられていたため、高電力モードを実行することが決定された場合であっても、高電力モードは、すぐには実行されず、駆動電力 W がリフレッシュ電力 W_r まで上昇した後

50

に実行されていた。

【0231】

これに対して、本実施形態では、高電力モードが、定常点灯モードが実行される定常点灯期間PH2に設けられているため、高電力モードの実行が決定された場合には、すぐに高電力モードを実行することができる。本実施形態において高電力モードは、実行が決定された後、すぐに実行されてもよいし、所定の間隔を空けて実行されてもよい。

【0232】

制御部40は、実行時間 t_r2 だけ高電力モードを実行した後、点灯期間を定常点灯期間PH2に再び移行させる（ステップS66）。制御部40は、高電力モード抑制時間が経過していない場合（ステップS64：NO）には、高電力モードを実行せずに、そのまま定常点灯期間PH2を維持する（ステップS67）。 10

【0233】

本実施形態においては、ステップS61からステップS64までが設定タイミングに相当する。本実施形態においては、定常点灯モードが実行される定常点灯期間PH2において高電力モードが実行されるため、設定タイミングは定常点灯期間PH2に設けられる。

本実施形態における設定タイミングは、例えば、所定の点灯時間が経過する度に設けられてもよいし、定常点灯期間PH2中、常に設けられていてもよい。

【0234】

設定タイミングが所定の点灯時間が経過する度に設けられる場合には、放電灯90の点灯状態が変化する傾向に応じて、設定タイミングを設ける位置を調整してもよい。 20

設定タイミングを定常点灯期間PH2中、常に設ける場合には、定常点灯期間PH2における放電灯90の点灯状態に関する第2情報を常に取得し、第2情報と、前回の高電力モードに関する第1情報とに基づいて適宜高電力モードを実行する。

【0235】

本実施形態によれば、定常点灯期間PH2において高電力モードが実行されるため、設定タイミングが定常点灯期間PH2に設けられる。これにより、設定タイミングにおける放電灯90の点灯状態に関する第2情報として、定常点灯期間PH2における点灯情報を取得することが容易である。したがって、本実施形態によれば、放電灯90の点灯状態や、劣化の度合いを正確に把握しやすく、より適切に高電力モードの第1実行情報を設定できる。 30

【0236】

なお、本実施形態においては、以下の構成を採用することもできる。

【0237】

本実施形態においては、高電力モードが実行される高電力点灯期間PH3において、放電灯90から射出される光を調光してもよい。これにより、定常点灯期間PH2と高電力点灯期間PH3とにおけるプロジェクター500から投射される画像光の強度変化を抑制でき、ちらつきが生じることを抑制できる。

【0238】

また、上記説明した実施形態においては、高電力モードの第1実行情報として、高電力モード抑制時間、および高電力モードの実行の有無について設定したが、これに限られない。本実施形態においては、上述した第2実施形態から第5実施形態における第1実行情報のいずれを設定してもよい。 40

【0239】

また、上記説明した実施形態においては、前回の高電力モードの第1情報として前回の高電力モードが終了した後の点灯時間を用いたが、これに限られない。本実施形態においては、上述した第2実施形態から第5実施形態における第1情報のいずれを設定してもよい。

【0240】

また、本実施形態においては、制御部40は、第2情報を用いずに、第1情報のみに基づいて高電力モードの第1実行情報を設定してもよい。 50

【 0 2 4 1 】

なお、上記説明した第 2 実施形態から第 6 実施形態までにおいては、第 1 実行情報として、高電力モードの実行の有無（高電力モード抑制時間）と、高電力モードの駆動パラメータとのうちのいずれか一方を選択した場合について示したが、これに限られない。本発明の一つの態様としては、高電力モードの第 1 実行情報として、高電力モードの実行の有無と高電力モードの駆動パラメータとの両方を用いてもよい。この場合には、制御部 40 は、例えば、各種情報に基づいて高電力モードの実行の有無を決定し、高電力モードが実行される場合に、高電力モードにおける駆動パラメータを設定する。

【 0 2 4 2 】

（第 7 実施形態）

第 7 実施形態は、上記説明した第 1 実施形態に対して、突起形成期間 PH4 が設けられ点において異なる。

なお、以下の説明においては、上記実施形態と同様の構成については、適宜同一の符号を付す等により、説明を省略する場合がある。

【 0 2 4 3 】

本実施形態においては、制御部 40 は、定常点灯モードと、高電力モードと、第 1 電極 92 の突起 552p の成長を促進する突起形成モード（突起形成駆動）と、を実行可能である。

【 0 2 4 4 】

なお、本明細書において「突起形成モード」とは、高電力モードおよび定常点灯モードよりも突起 552p の成長が促進される駆動が実行される点灯モードを意味する。

本実施形態においては、突起形成モードにおいて放電灯 90 に供給される交流電流の周波数を、突起 552p の成長を促進する周波数に設定し、その交流電流が放電灯 90 に供給される期間の割合を大きくすることによって、突起形成モードにおいて突起 552p の成長を促進させている。

【 0 2 4 5 】

本実施形態において記憶部 44 には、高電力モードに関する第 1 情報に応じた突起形成モードの第 2 実行情報、および高電力モードに関する第 1 情報から突起形成モードの第 2 実行情報を得るためのルックアップテーブルや演算式等が格納されている。

【 0 2 4 6 】

突起形成モードの第 2 実行情報は、突起形成モードを実行するために必要なあらゆる情報を含む。第 2 実行情報としては、例えば、突起形成モードにおける、駆動電流 I の波形、駆動電流の周波数、駆動電力、実行時間等が挙げられる。

なお、本明細書において、第 2 実行情報とは、突起形成モードの実行情報である。

【 0 2 4 7 】

本実施形態においてシステムコントローラ 41（制御部 40）は、記憶部 44 に格納された高電力モードに関する第 1 情報に応じて、突起形成モードの第 2 実行情報を設定し、駆動電流 I を制御する。

【 0 2 4 8 】

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の制御について説明する。

図 18 は、本実施形態の駆動電力の波形を示す図である。図 18 において、縦軸は、駆動電力 W を示しており、横軸は時間 T を示している。図 18 では、放電灯 90 を点灯させた時点から定常点灯状態になるまでの駆動電力 W の変化を示している。

【 0 2 4 9 】

図 18 に示すように、本実施形態においては、立上期間 PH1 と定常点灯期間 PH2 との間に、突起形成期間 PH4 が設けられている。

突起形成期間 PH4 は、突起形成モードが実行される期間である。本実施形態の突起形成期間 PH4 において、駆動電力 W は、リフレッシュ電力 W_r より小さく、定常点灯電力 W_s よりも大きい突起形成電力（第 3 駆動電力） W_m である。本実施形態においては、突起形成期間 PH4 における駆動電力 W の値は一定（ W_m ）である。

10

20

30

40

50

【 0 2 5 0 】

本実施形態においては、突起形成期間 P H 4 の長さ、すなわち、突起形成モードの実行時間 t_{c1} は、高電力モードに関する第 1 情報に応じて決定される。詳細については、後述する。

【 0 2 5 1 】

定常点灯期間 P H 2 は、放電灯 9 0 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 P H 1 2 におけるリフレッシュ電力 W_r よりも小さい。

【 0 2 5 2 】

リフレッシュ電力 W_r 、すなわち、高電力モードの駆動電力 W は、例えば、200 W であり、定常点灯電力 W_s は、例えば、140 W である。

また、リフレッシュ電力 W_r は、第 2 実施形態と同様に、動作検出部 6 0 により検出される放電灯 9 0 のランプ電圧の値に応じて設定されてもよい。具体的には、例えば、第 2 実施形態において示した [表 3] のように設定できる。

【 0 2 5 3 】

本実施形態においては、高電力モードと、突起形成モードと、定常点灯モードとは、この順で実行される。すなわち、本実施形態においては、突起形成モード（突起形成期間 P H 4 ）は、高電力モード（第 2 立上期間 P H 1 2 ）を実行した後で、かつ、定常点灯モード（定常点灯期間 P H 2 ）を実行する前に実行される。

【 0 2 5 4 】

次に、上述した本実施形態の各期間、すなわち、立上期間 P H 1、突起形成期間 P H 4、および定常点灯期間 P H 2 において放電灯 9 0 へ供給される駆動電流 I の制御について説明する。

本実施形態の各期間における駆動電流 I の波形は、第 5 実施形態において図 1 4 に示した駆動電流 I の波形と同様にできる。

【 0 2 5 5 】

本実施形態において、図 1 4 に示す交流期間 P 1 a における駆動電流 I の周波数は、突起 5 5 2 p が成長しやすい周波数に設定される。突起 5 5 2 p の形成が促進されるのに好ましい周波数としては、例えば、100 Hz 以上、1000 Hz 以下である。

【 0 2 5 6 】

本実施形態においては、図 1 8 に示す突起形成期間 P H 4 に対する交流期間 P 1 a、P 2 a の割合は、第 2 立上期間 P H 1 2 に対する交流期間 P 1 a、P 2 a の割合よりも大きく設定される。言い換えると、突起形成モードの実行時間 t_{c1} に対して交流電流が供給される時間の割合は、高電力モードの実行時間 t_{r1} に対して交流電流が供給される時間の割合よりも大きい。

【 0 2 5 7 】

また、本実施形態においては、突起形成期間 P H 4 に対する交流期間 P 1 a、P 2 a の割合は、定常点灯期間 P H 2 に対する交流期間 P 1 a、P 2 a の割合よりも大きく設定される。言い換えると、突起形成モードの実行時間 t_{c1} に対して交流電流が供給される時間の割合は、定常点灯モードの実行時間に対して交流電流が供給される時間の割合よりも大きい。

【 0 2 5 8 】

図 1 4 に示す交流期間 P 1 a、P 2 a の長さ t_1 、 t_3 と直流期間 P 1 b、P 2 b の長さ t_2 、 t_4 とは、それぞれ、混合期間 P 1、P 2 に対する上記の交流期間 P 1 a、P 2 a の割合に応じて設定される。

【 0 2 5 9 】

次に、本実施形態の制御部 4 0 による放電灯駆動部 2 3 0 の制御について説明する。

図 1 9 は、本実施形態の制御部 4 0 による放電灯駆動部 2 3 0 の制御手順の一例を示すフローチャートである。

【 0 2 6 0 】

10

20

30

40

50

図 19 に示すように、放電灯 90 が点灯開始され（ステップ S70）、第 1 立上期間 PH11 において制御部 40 は、記憶部 44 に格納された高電力モードに関する第 1 情報を参照し、それに基づいて突起形成期間 PH4（突起形成モード）の第 2 実行情報を設定する（ステップ S71）。

【0261】

本実施形態においては、高電力モードの第 1 情報として、例えば、リフレッシュ電力 W_r と、駆動リフレッシュ効果と、を用いる。

本実施形態においては、突起形成モードの第 2 実行情報として、実行時間 t_{c1} を設定する。

【0262】

ここで、「駆動リフレッシュ効果」とは、高電力モードの駆動によって第 1 電極 92 の突起 552p に加えられる熱負荷の大きさを示している。例えば、高電力モード時に放電灯 90 に供給される駆動電流 I の波形を調整することにより、駆動リフレッシュ効果の大きさを調整することができる。駆動リフレッシュ効果が大きいほど、高電力モードが実行される第 2 立上期間 PH12 において突起 552p は溶融されやすい。

【0263】

駆動リフレッシュ効果は、高電力モードにおける、少なくとも実行時間 t_{r1} と駆動電流波形とによる熱負荷によって決定される。実行時間 t_{r1} が長いほど、突起 552p に加えられる熱負荷は大きくなる。また、例えば、図 14 で示した駆動電流波形では、高電力モードの実行時間 t_{r1} に対する直流期間 P1b、P2b の割合が大きいほど、突起 552p に加えられる熱負荷は大きくなる。実行時間 t_{r1} による熱負荷と駆動電流波形による熱負荷とを合わせた熱負荷が大きいほど、駆動リフレッシュ効果は大きくなる。

【0264】

駆動リフレッシュ効果の大きさは、例えば、所定のリフレッシュ電力 W_r に設定された高電力モードによって溶融した突起 552p が、定常点灯モードが実行された際に、溶融する前と同程度に成長するまでに要する成長時間を指標とすることができる。なお、以下の説明においては、この成長時間を、単に突起 552p の成長時間と称する場合がある。

【0265】

制御部 40 は、高電力モードの第 1 情報であるリフレッシュ電力 W_r および駆動リフレッシュ効果に基づいて、突起形成モードの実行時間 t_{c1} を設定する。本実施形態において実行時間 t_{c1} の設定は、例えば、リフレッシュ電力 W_r と、駆動リフレッシュ効果との関係を示すルックアップテーブルを用いて行われる。本実施形態における具体的なルックアップテーブルの一例を [表 11] に示す。なお、この場合における定常点灯モードの定常点灯電力 W_s は、例えば、140W である。

【0266】

【表 11】

突起形成期間の長さ (s)		駆動リフレッシュ効果		
		大	中	小
リフレッシュ電力 W_r (W)	141～169	10	5	0
	170～189	20	10	5
	190～200	30	15	10

【0267】

[表 11] において、駆動リフレッシュ効果の程度を示す大、中、小は、指標として、例えば、上述した突起 552p の成長時間を用いた場合である。すなわち、駆動リフレッシュ効果が大とは、成長時間が長い場合であり、駆動リフレッシュ効果が小とは、成長時間が短い場合である。駆動リフレッシュ効果が中とは、その中間である。

【 0 2 6 8 】

[表 1 1] に示すように、駆動リフレッシュ効果が大きいほど、また、リフレッシュ電力 W_r が大きいほど、突起形成モードの実行時間 t_{c1} は、長く設定される。これは、駆動リフレッシュ効果およびリフレッシュ電力 W_r が大きいほど突起 5 5 2 p が溶融されており、より突起 5 5 2 p を成長させる必要があるためである。

例えば、[表 1 1] のように突起形成モードの実行時間 t_{c1} が設定されることにより、突起形成期間 P_{H4} において突起 5 5 2 p を十分に成長させることができる。

【 0 2 6 9 】

次に、図 1 9 に示すように、制御部 4 0 は、記憶部 4 4 に格納された高電力モードの第 1 情報に基づいて、高電力モードを実行し（ステップ S_{72} ）、その後点灯期間を突起形成期間 P_{H4} へと移行させる（ステップ S_{73} ）。 10

突起形成期間 P_{H4} においては、上記設定された第 2 実行情報に基づいて突起形成モードが実行される。制御部 4 0 は、実行時間 t_{c1} が経過した時点で、点灯期間を定常点灯期間 P_{H2} へと移行させる（ステップ S_{74} ）。

【 0 2 7 0 】

以上のようにして、制御部 4 0 は放電灯駆動部 2 3 0 を制御する。

【 0 2 7 1 】

上記の制御部 4 0 による放電灯駆動部 2 3 0 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、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、第 1 電極 9 2 の先端に形成される突起 5 5 2 p の成長を促進する突起形成モードと、を含み、高電力モードを実行した後で、かつ、定常点灯モードを実行する前に、突起形成モードを実行することを特徴とする。 20

【 0 2 7 2 】

本実施形態によれば、突起形成期間 P_{H4} が設けられ、突起形成モードが実行されるため、突起 5 5 2 p が扁平化した状態で定常点灯モードが実行されることを抑制でき、その結果、放電灯 9 0 のちらつきが生じることを抑制できる。以下、詳細に説明する。

【 0 2 7 3 】

図 2 0 (A) ~ (C) は、第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p の溶融状態を示す図である。図 2 0 (A) は、突起 5 5 2 p が溶融される前の状態を示す図である。図 2 0 (B) は、突起 5 5 2 p が高電力モードで溶融された状態を示す図である。図 2 0 (C) は、溶融された突起 5 5 2 p が突起形成モードで成長した状態を示す図である。図 2 0 (B) において破線で示しているのは、図 2 0 (A) における突起 5 5 2 p の形状である。図 2 0 (C) において破線で示しているのは、図 2 0 (B) における突起 5 5 2 p の形状である。 30

【 0 2 7 4 】

図 2 0 (A) に示すように、溶融される前の突起 5 5 2 p の形状は、先端が尖っている。この場合においては、放電の輝点の位置が突起 5 5 2 p の先端で安定する。

一方、図 2 0 (B) に示すように、高電力モードによって突起 5 5 2 p が溶融されると、突起 5 5 2 p は扁平化し、突起 5 5 2 p の先端の形状が平らな状態となる。この場合においては、放電の輝点の位置が突起 5 5 2 p の先端において定まりにくい。 40

【 0 2 7 5 】

突起 5 5 2 p が扁平化した状態であっても、高電力モードが実行されている期間、すなわち、第 2 立上期間 P_{H12} においては、第 1 電極 9 2 の温度が高いため、放電の輝点の位置は安定しやすい。

しかし、突起 5 5 2 p が扁平化した状態のまま、定常点灯モードが実行されると、第 1 電極 9 2 の温度が低下し、放電の輝点の位置は不安定となり、放電灯 9 0 のちらつきを生じる場合があった。

【 0 2 7 6 】

この問題に対して、本実施形態によれば、高電力モードが実行された後で、かつ、定常点灯モードが実行される前に、突起 5 5 2 p の成長を促す突起形成モードが実行される。 50

そのため、図 20 (C) に示すように、高電力モードにおいて溶融された突起 552p は、突起形成モードによって成長し、突起 552p の形状は、先端が尖った形状となる。これにより、突起 552p が扁平化された状態で定常点灯モードが実行されることが抑制され、放電灯 90 のちらつきが生じることを抑制できる。

【0277】

また、本実施形態によれば、突起形成期間 PH4 に対して、例えば、周波数が 100Hz 以上、1000Hz 以下の交流期間 P1a, P2a の割合が大きく設定されるため、突起形成期間 PH4 において突起 552p の成長を促進することができる。

【0278】

また、突起 552p の形成が促進される駆動が実行され続けると、突起 552p は次第に細くなり、電極間距離が大きくなるという問題がある。

これに対して、本実施形態によれば、突起形成期間 PH4 に対する交流期間 P1a, P2a の割合が、第 2 立上期間 PH12 に対する交流期間 P1a, P2a の割合、および定常点灯期間 PH2 に対する交流期間 P1a, P2a の割合よりも大きく設定されている。そのため、第 2 立上期間 PH12 および定常点灯期間 PH2 における突起 552p の成長度合を、突起形成期間 PH4 における突起 552p の成長度合に比べて小さくできる。したがって、本実施形態によれば、突起 552p が細くなり、電極間距離が大きくなることを抑制できる。

【0279】

また、本実施形態によれば、突起形成期間 PH4 (突起形成モード) における突起形成電力 Wm が、第 2 立上期間 PH12 (高電力モード) におけるリフレッシュ電力 Wr と、定常点灯期間 PH2 (定常点灯モード) における定常点灯電力 Ws との間となるように設定される。そのため、第 2 立上期間 PH12、突起形成期間 PH4、定常点灯期間 PH2 の順で、段階的に駆動電力 W が小さくなる。その結果、駆動電力 W が急激に変化することが抑制され、放電灯 90 の第 1 電極 92 にかかる負荷を軽減できる。

【0280】

なお、本実施形態においては、以下の構成を採用することもできる。

【0281】

本実施形態においては、突起形成モードの第 2 実行情報として、駆動電流波形を設定してもよい。具体的には、突起形成モードの第 2 実行情報として、例えば、突起形成期間 PH4 に対する交流期間 P1a, P2a の割合を設定してもよい。本実施形態における具体的なルックアップテーブルの一例を [表 12] に示す。

【0282】

【表 12】

突起形成期間に対する 交流期間の割合 (%)		駆動リフレッシュ効果		
		大	中	小
リフレッシュ電力 Wr (W)	141～169	90	85	80
	170～189	95	90	85
	190～200	100	95	90

【0283】

[表 12] においては、[表 11] と同様に駆動リフレッシュ効果を大、中、小の 3 段階で示している。

[表 12] に示すように、駆動リフレッシュ効果が大きいほど、また、リフレッシュ電力 Wr が大きいほど、突起形成期間 PH4 に対する交流期間 P1a, P2a の割合は大きく設定される。これにより、突起形成期間 PH4 において突起 552p を十分に成長させることができる。ここで、交流期間 P1a, P2a の割合が 100% であることは、すな

わち、直流期間 $P1b$, $P2b$ が設けられないことを意味する。

【0284】

また、上記説明においては、突起形成電力 W_m をリフレッシュ電力 W_r と定常点灯電力 W_s との間となるように設定したが、これに限られない。本実施形態においては、突起形成電力 W_m は、リフレッシュ電力 W_r と同じであってもよいし、定常点灯電力 W_s と同じであってもよい。突起形成電力 W_m を大きく設定するほど、突起 552p の成長をより促進できる。

【0285】

また、本実施形態においては、突起形成モードを実行する際に駆動電力 W を変化させてもよい。

10

図21は、本実施形態における駆動電力波形の他の一例を示す図である。図21において、縦軸は、駆動電力 W を示しており、横軸は時間 T を示している。図21では、図18と同様に、放電灯 90 を点灯させた時点から定常点灯状態になるまでの駆動電力 W の変化を示している。

【0286】

図21に示すように、突起形成期間 $PH5$ において、駆動電力 W は、リフレッシュ電力 W_r から定常点灯電力 W_s に向かって連続的に変化している。図21に示す例では、突起形成期間 $PH5$ における駆動電力 W は、線形に変化している。

突起形成期間 $PH5$ の長さ、すなわち、突起形成モードの実行時間 t_{c2} は、突起形成期間 $PH4$ と同様に設定される。

20

【0287】

この構成によれば、突起形成期間 $PH5$ において、駆動電力 W はリフレッシュ電力 W_r から定常点灯電力 W_s に向かって徐々に低下するため、駆動電力 W が急激に変化することが抑制され、放電灯 90 の第1電極 92 にかかる負荷をより軽減できる。また、駆動電力 W の低下に伴い、放電灯 90 から射出される光の強度も徐々に低下するため、定常点灯モードに切り替わる際に、放電灯 90 のちらつきが生じることを抑制できる。

【0288】

なお、突起形成期間 $PH5$ における駆動電力 W は、線形に変化する場合に限られず、連続的に変化する範囲内において、どのように変化してもよい。本実施形態においては、例えば、突起形成期間 $PH5$ における駆動電力 W は、曲線的に変化してもよい。

30

【0289】

また、本実施形態において、突起形成期間 $PH5$ における駆動電力 W は、突起形成期間 $PH5$ の全体に亘って連続的に変化する場合に限られず、突起形成期間 $PH5$ の一部の期間において定常点灯電力 W_s に向かって連続的に変化してもよい。例えば、突起形成期間 $PH5$ における駆動電力 W は、突起形成期間 $PH5$ の一部の期間において定常点灯電力 W_s に向かって連続的に変化し、他の期間においては保持されとしてもよい。

【0290】

また、本実施形態においては、制御部 40 は、突起形成期間 $PH4$ において放電灯 90 に供給される駆動電力 W を一定とするか変化させるかどうかについて、例えば、高電力モードのリフレッシュ電力 W_r 等の第1情報に基づいて決定してもよい。

40

【0291】

また、本実施形態においては、高電力モードおよび定常点灯モードにおける駆動電流 I に含まれる交流電流の周波数は、100Hzより小さく、1000Hzよりも大きい周波数に設定されてもよい。すなわち、本実施形態においては、高電力モードおよび定常点灯モードにおける駆動電流 I に含まれる交流電流の周波数は、突起 552p の成長を促進する周波数に設定されなくてもよい。

【0292】

また、本実施形態においては、交流期間 $P1a$, $P2a$ における周波数は混合期間 $P1$, $P2$ 毎に変化してもよい。

【0293】

50

また、上記説明においては、突起形成モードにおいて突起 552p の成長を促進するために、突起形成期間 PH4 に対して、例えば、100Hz 以上、1000Hz 以下の交流電流を放電灯 90 に供給する時間の割合を大きくしたが、これに限られない。本実施形態においては、突起形成モードにおける突起 552p の成長度合を、高電力モードおよび定常点灯モードにおける突起 552p の成長度合に対して大きくできる範囲内において、突起形成モードは、特に限定されない。本実施形態においては、例えば、突起形成モードを、高電力モードおよび定常点灯モードに対して、放電灯 90 に供給される駆動電流 I を大きくする駆動としてもよい。

【0294】

また、上記説明においては、突起形成モードの第 2 実行情報の設定（ステップ S71）は、高電力モードの実行（ステップ S72）前としたが、これに限られない。本実施形態においては、突起形成モードの第 2 実行情報の設定は、点灯期間が突起形成期間 PH4 に移行される（ステップ S73）前である範囲において、いつ行われてもよい。

【0295】

（第 8 実施形態）

第 8 実施形態は、第 7 実施形態に対して、突起形成モードの第 2 実行情報が、放電灯 90 の劣化情報に基づいて設定される点において異なる。

なお、以下の説明においては、上記実施形態と同様の構成については、適宜同一の符号を付す等により、説明を省略する場合がある。

【0296】

図 22 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。

図 22 に示すように、放電灯 90 が点灯開始され（ステップ S80）、制御部 40 は、ランプ点灯開始から所定時間が経過したかどうかを判定する（ステップ S81）。所定時間は、ランプ点灯開始からランプ電圧を参照するまでの時間であり、図 18 において時刻 Ta となる時間である。時刻 Ta の値は、例えば、予め記憶部 44 に記憶されている。

【0297】

制御部 40 は、ランプ点灯開始から所定時間が経過した場合（ステップ S81：YES）、時刻 Ta において、ランプ電圧（劣化情報）を検出する（ステップ S82）。ここで、第 1 実施形態において述べたように、時刻 Ta で参照したランプ電圧は、定常点灯期間 PH2 におけるランプ電圧とは異なるため、プロジェクターの設計者は、時刻 Ta でのランプ電圧値から定常点灯期間 PH2 でのランプ電圧を求める換算式、もしくは複数の放電灯を実測して得られた電圧推移の統計値に基づく換算テーブルを予め用意し、記憶部 44 に格納しておく。換算テーブルとしては、例えば、[表 2] や [表 5] において示した換算テーブルを採用できる。

【0298】

制御部 40 は、上記の換算テーブルに基づいて、定常点灯期間 PH2 におけるランプ電圧を推定する（ステップ S83）。そして、制御部 40 は、推定されたランプ電圧に基づいて、突起形成モードの第 2 実行情報を設定する（ステップ S84）。突起形成モードの第 2 実行情報の設定は、例えば、推定された定常点灯期間 PH2 におけるランプ電圧と、突起形成モードの第 2 実行情報との関係を示すルックアップテーブルを用いて行われる。本実施形態においては、突起形成モードの第 2 実行情報として、例えば、実行時間 tc1 を設定する。本実施形態における具体的なルックアップテーブルの一例を [表 13] に示す。

【0299】

10

20

30

40

【表 13】

定常点灯期間 のランプ電圧 (V)	突起形成期間の長さ (s)
～70	10
71～80	15
81～90	20
91～	25

10

【0300】

【表 13】に示すように、推定された定常点灯期間 P H 2 のランプ電圧が大きくなるほど、突起形成モードの実行時間 t_{c1} が長く設定される。これは、定常点灯期間 P H 2 のランプ電圧が大きくなるほど、すなわち、放電灯 90 の劣化度合いが大きくなるほど、突起 552 p が成長しにくくなるためである。

【0301】

制御部 40 は、第 7 実施形態と同様にして、高電力モードを実行し（ステップ S 85）、その後点灯期間を突起形成期間 P H 4 に移行させる（ステップ S 86）。制御部 40 は、突起形成期間 P H 4 の実行時間 t_{c1} が経過した後、点灯期間を定常点灯期間 P H 2 へと移行させる（ステップ S 87）。

20

【0302】

本実施形態によれば、第 7 実施形態と同様にして、放電灯 90 のちらつきが生じることを抑制できる。

【0303】

また、本実施形態によれば、突起形成モードの第 2 実行情報が放電灯 90 の劣化情報に基づいて設定されるため、放電灯 90 の劣化状態に応じて、適切に突起形成モードを実行することができる。

【0304】

なお、本実施形態においては、以下の構成を採用することもできる。

30

【0305】

上記説明においては、放電灯 90 の劣化情報として、放電灯 90 のランプ電圧を用いたが、これに限られない。本実施形態においては、放電灯 90 の劣化情報として、例えば、放電灯 90 の累積点灯時間を用いてもよい。

【0306】

また、上記説明においては、放電灯 90 の劣化情報を取得するタイミングを時刻 T a としたが、これに限られず、放電灯 90 の劣化情報を取得するタイミングは、突起形成期間 P H 4 の前である範囲において特に限定されない。具体的には、例えば、高電力モードが実行されている第 2 立上期間 P H 1 2 中であってよいし、また、例えば、電源が OFF される直前にランプ電圧を取得し、記憶部 44 に記憶させておいてもよい。

40

【0307】

なお、上記説明した第 7 実施形態および第 8 実施形態においては、立上期間 P H 1 において高電力モードが実行されるものとしたが、これに限られない。高電力モードは、例えば、第 6 実施形態において示したように、定常点灯期間 P H 2 に実行されてもよい。

【0308】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

また、上記第 1 実施形態から第 8 実施形態は、互いに干渉しない範囲内で、適宜組み合わせることができる。

【符号の説明】

50

【 0 3 0 9 】

1 0 ... 放電灯点灯装置（放電灯駆動装置）、4 0 ... 制御部、4 4 ... 記憶部、9 0 ... 放電灯、9 2 ... 第 1 電極（電極）、9 3 ... 第 2 電極（電極）、2 0 0 ... 光源装置、2 3 0 ... 放電灯駆動部、3 3 0 R, 3 3 0 G, 3 3 0 B ... 液晶ライトバルブ（光変調素子）、3 5 0 ... 投射光学系、5 0 0 ... プロジェクター、5 5 2 p, 5 6 2 p ... 突起、I ... 駆動電流、P H 1 ... 立上期間、P H 1 1, P H 1 3 ... 第 1 立上期間、P H 1 2, P H 1 4 ... 第 2 立上期間、P H 2 ... 定常点灯期間、T ... 時間、t c 1, t c 2 ... 実行時間（突起形成駆動の実行時間）、t r 1, t r 2 ... 実行時間（高電力駆動の実行時間）、W ... 駆動電力、W m ... 突起形成電力（第 3 駆動電力）、W r ... リフレッシュ電力（第 2 駆動電力）、W s ... 定常点灯電力（第 1 駆動電力）、W t ... 定格電力

10

【 図 1 】

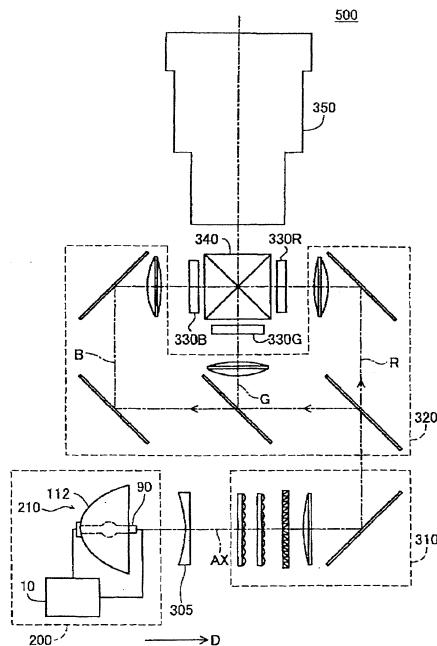


図 1

【 図 2 】

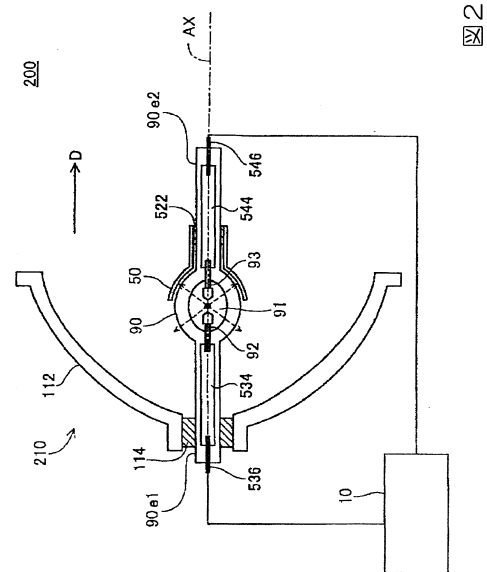
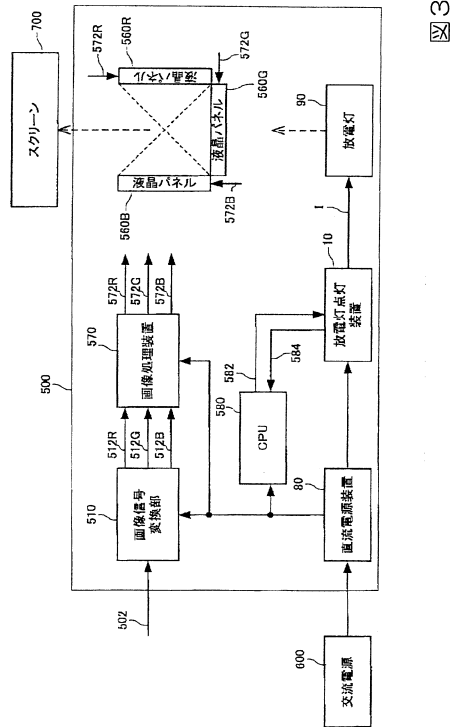


図 2

【 図 3 】



【圖 4】

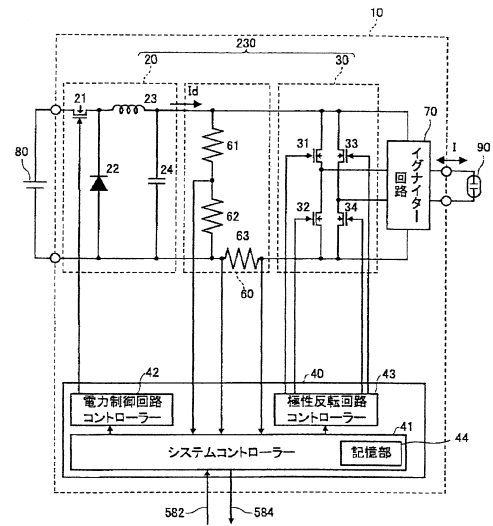


图4

【 図 5 】

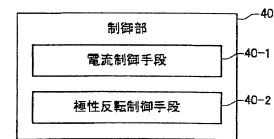
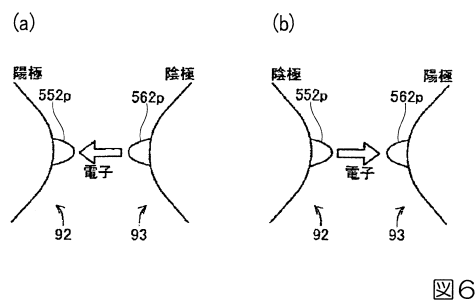
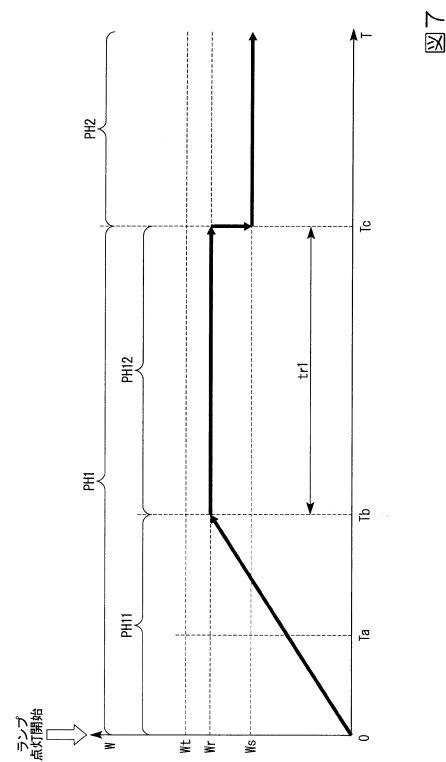


图5

【 図 6 】



【圖 7】



【図 8】

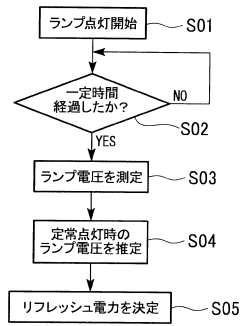
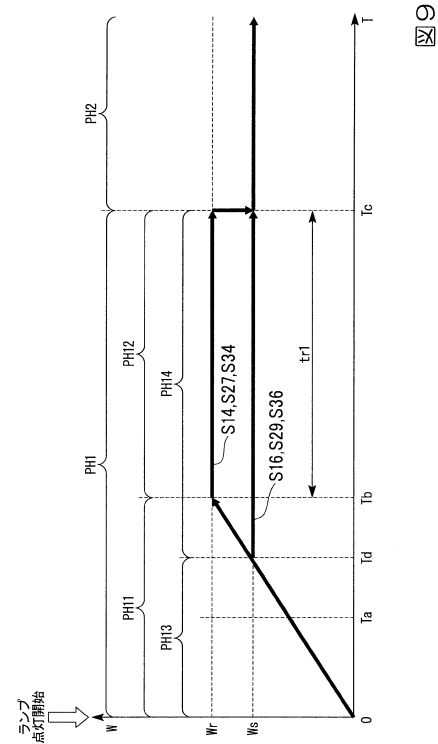


図 8

【図 9】



【図 10】

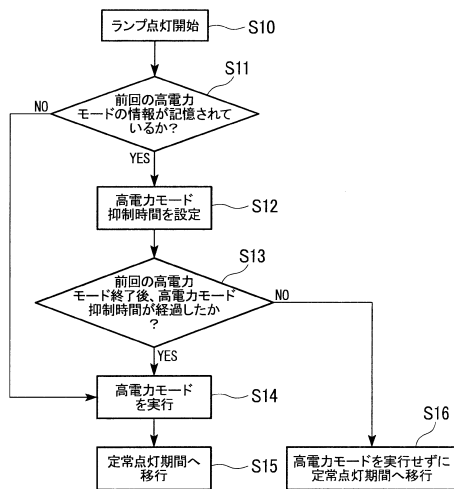


図 10

【図 11】

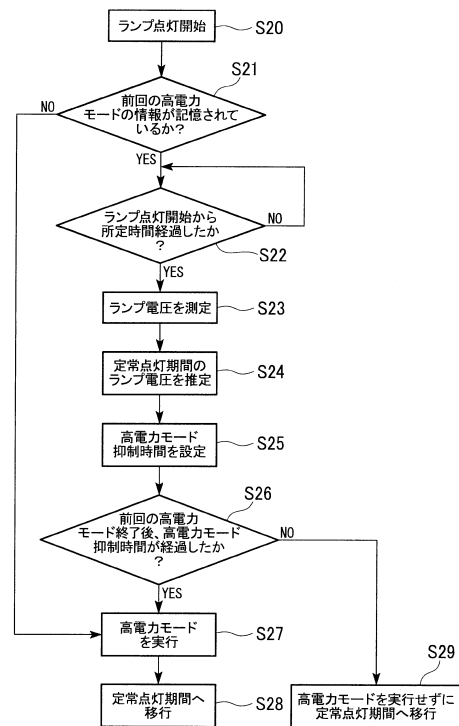


図 11

【図 12】

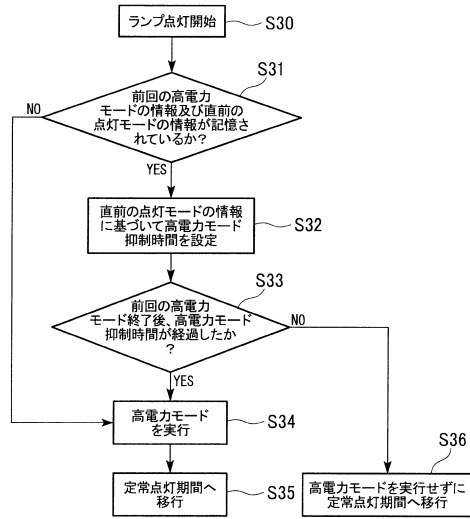


図 12

【図 13】

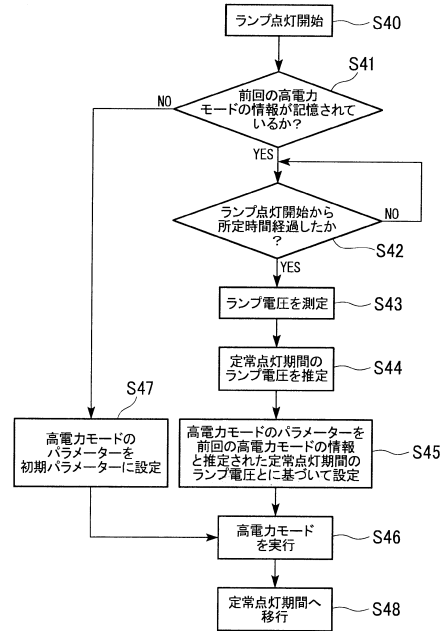


図 13

【図 14】

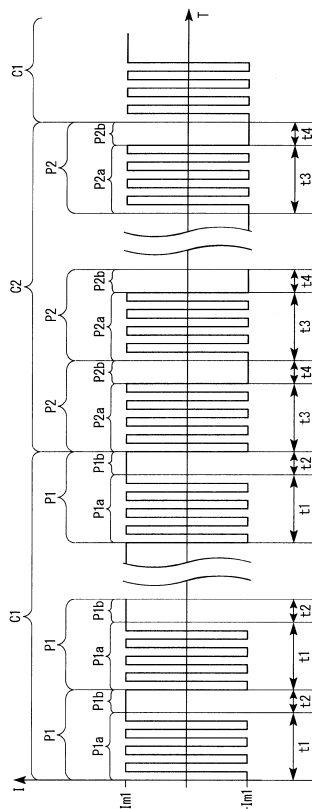


図 14

【図 15】

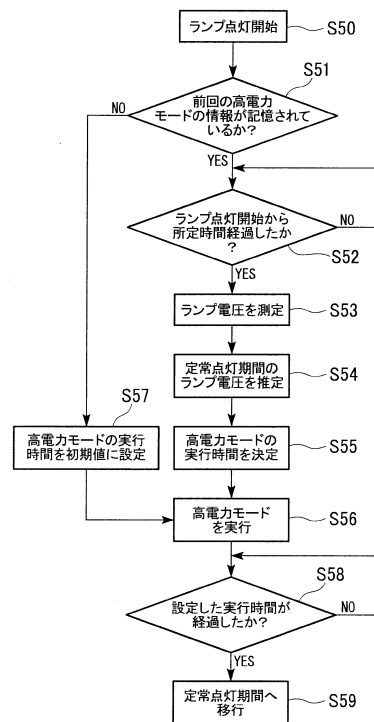


図 15

【図 16】

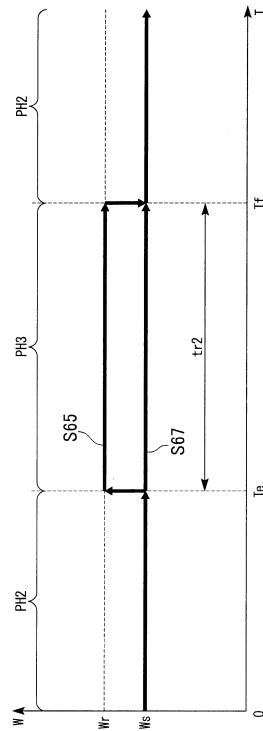


図 16

【図 17】

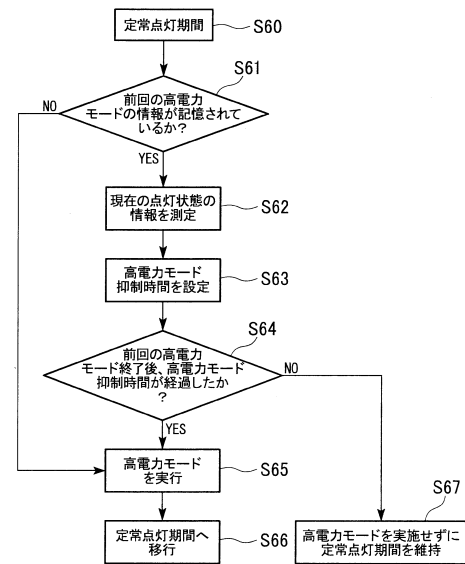


図 17

【図 18】

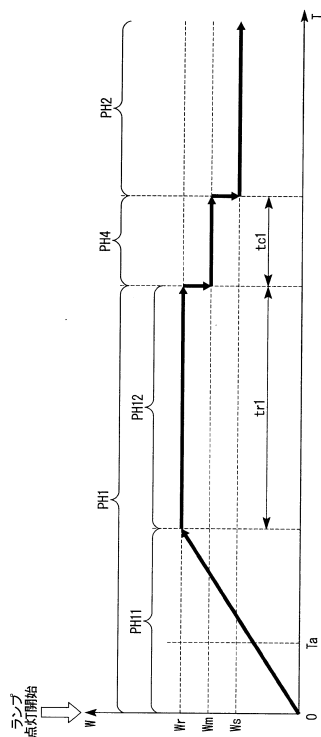


図 18

【図 19】

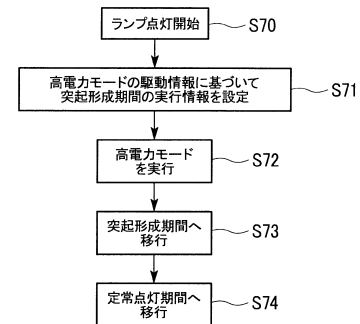


図 19

【図20】

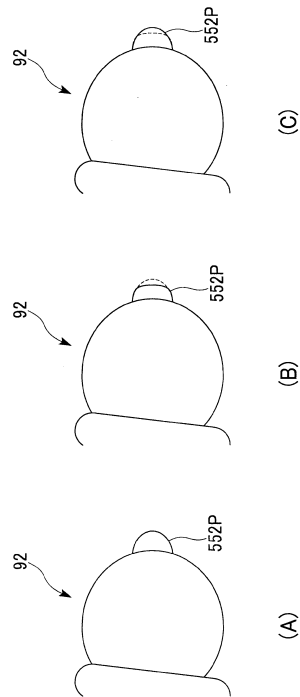


図20

【図21】

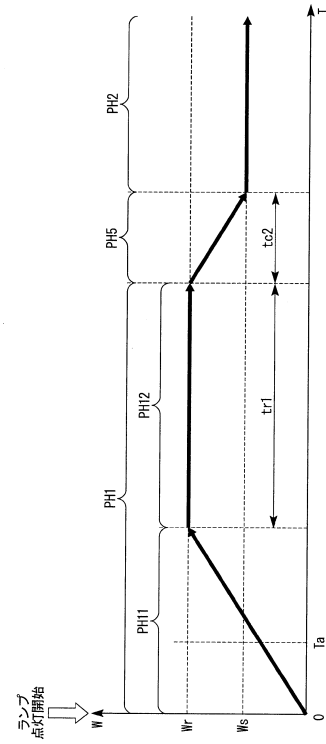


図21

【図22】

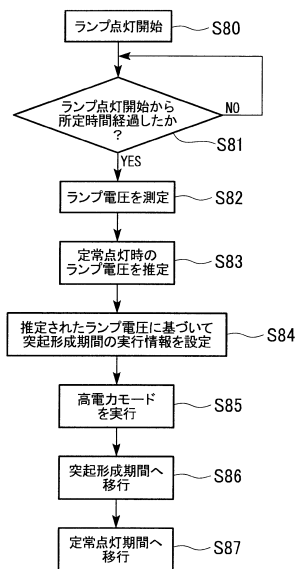


図22

フロントページの続き

(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

審査官 田中 友章

(56)参考文献 特開2005-38815(JP,A)
特開2009-87624(JP,A)
特開2008-311167(JP,A)
特開2013-98147(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 41/24
G03B 21/14
G03B 21/00