

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6248528号  
(P6248528)

(45) 発行日 平成29年12月20日 (2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日 (2017.12.1)

(51) Int.Cl.

F I

H 0 5 B 41/288 (2006.01)

H 0 5 B 41/288

請求項の数 13 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2013-213473 (P2013-213473)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成25年10月11日 (2013.10.11)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-76353 (P2015-76353A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成27年4月20日 (2015.4.20)	(74) 代理人	100164633
審査請求日	平成28年7月8日 (2016.7.8)		弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(74) 代理人	100116665
			弁理士 渡辺 和昭
		(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	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】

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、  
を備え、

前記制御部は、前記放電灯の点灯開始から所定時間までの立上期間と、前記立上期間の後に設けられ、前記放電灯に第1駆動電力が供給される定常点灯期間と、が設けられるように前記放電灯駆動部を制御し、

前記立上期間は、前記放電灯に供給される前記駆動電力が前記第1駆動電力よりも大きい第2駆動電力に向けて増加する第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、を含み、

前記第2立上期間において前記放電灯に供給される駆動電流の周波数は、前記第1立上期間における前記駆動電流の周波数よりも小さいことを特徴とする放電灯駆動装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の放電灯駆動装置であって、

前記制御部は、前記放電灯の劣化の程度に応じて、前記第1立上期間における前記周波数および前記第2立上期間における前記周波数のうち少なくともいずれかを変化させることを特徴とする放電灯駆動装置。

【請求項 3】

請求項1または請求項2に記載の放電灯駆動装置であって、

10

20

前記制御部は、前記定常点灯期間において、前記放電灯の定格電力が前記放電灯に供給されるモードと、前記定格電力よりも小さい駆動電力が前記放電灯に供給される低電力モードと、を実行可能であり、

前記第1駆動電力は、前記低電力モードにおける駆動電力であることを特徴とする放電灯駆動装置。

【請求項4】

請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置であって、

前記制御部は、前記第2立上期間において、前記駆動電流の基本波形パターンである第1波形パターンよりも前記放電灯への負荷が強い第2波形パターンを間欠的に挿入すること  
を特徴とする放電灯駆動装置。

10

【請求項5】

請求項4に記載の放電灯駆動装置であって、

前記制御部は、前記第2波形パターンの挿入時間、前記第2波形パターンの挿入間隔、前記第2波形パターンの挿入回数、および前記第2波形パターンの構成のうちの少なくとも一つを、前記放電灯の劣化の程度に応じて変化させることを特徴とする放電灯駆動装置。

【請求項6】

請求項4または請求項5に記載の放電灯駆動装置であって、

前記第2波形パターンは、周波数が500Hz以下の交流電流であるパターン、もしくは直流電流と交流電流とを組み合わせたパターンを含むことを特徴とする放電灯駆動装置。

20

【請求項7】

請求項1から請求項6のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置であって、

前記制御部は、前記定常点灯期間における前記放電灯の電極間電圧を参照することにより前記放電灯の劣化の程度を検出することを特徴とする放電灯駆動装置。

【請求項8】

請求項7に記載の放電灯駆動装置であって、

前記制御部は、前記第1立上期間における電極間電圧を参照し、前記電極間電圧の参照結果から前記定常点灯期間における電極間電圧を推定することを特徴とする放電灯駆動装置。

30

【請求項9】

請求項7に記載の放電灯駆動装置であって、

前記制御部は、前回の放電灯点灯時に参照して記憶しておいた電極間電圧を次の放電灯点灯時に読み出し、前記電極間電圧の読み出し結果から前記定常点灯期間における電極間電圧を推定することを特徴とする放電灯駆動装置。

【請求項10】

請求項1から請求項9のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置であって、

前記第1立上期間における前記駆動電流の周波数は、500Hz以上であることを特徴とする放電灯駆動装置。

【請求項11】

光を射出する放電灯と、

請求項1から請求項10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。

40

【請求項12】

請求項11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13】

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、

50

前記放電灯の点灯開始から所定時間までの立上期間と、前記立上期間の後に設けられ、前記放電灯に第 1 駆動電力が供給される定常点灯期間と、を有する駆動電力を前記放電灯に供給するステップを備え、

前記立上期間は、前記放電灯に供給される前記駆動電力が前記第 1 駆動電力よりも大きい第 2 駆動電力に向けて増加する第 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、を含み、

前記第 2 立上期間において前記放電灯に供給される駆動電流の周波数は、前記第 1 立上期間における前記駆動電流の周波数よりも小さい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】

10

【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】

30

【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】

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なり、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。

40

【0006】

本発明の一つの態様は、上記の課題を解決するためにな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】

上記の目的を達成するために、本発明の一つの態様の放電灯駆動装置は、放電灯に駆動電力を供給する放電灯駆動部と、前記駆動電力の波形に従って前記放電灯駆動部を制御する制御部と、を備え、前記波形は、 $n$  個（ $n$ ：2 以上の自然数）の立上期間と、低電力モ

50

ード点灯期間と、を有し、前記  $n$  個の立上期間は、駆動電力が低電力モード時電力以上、定格電力以下のリフレッシュ電力に向けて増加する第 1 番目の立上期間と、駆動電力が前記リフレッシュ電力に維持される ( $n - 1$ ) 個の立上期間と、を含み、第  $x - 1$  番目 ( $x : 2$  以上、 $n$  以下の自然数) の立上期間における駆動電力周波数を  $f_{x-1}$ 、第  $x$  番目の立上期間における駆動電力周波数を  $f_x$  と表したときに、 $f_{x-1} = f_x$  の関係を満たし、前記制御部は、前記放電灯の劣化の程度に応じて、複数の前記駆動電力周波数のうちの少なくとも一部の前記駆動電力周波数を調整することを特徴とする。

#### 【0008】

本発明の一つの態様の放電灯駆動装置は、放電灯の定格電力よりも低い低電力モード時電力で放電灯を駆動する低電力モードを有している。低電力モードで駆動したときの放電灯の電極先端の突起は、放電灯の定格電力で駆動したときの突起と比べて細くなっている。したがって、放電灯の点灯直後にいきなり溶融力が高い駆動を行うと、突起の形状が崩れる虞がある。これに対し、本発明の一つの態様の放電灯駆動装置では、駆動電力が低電力モード時電力以上、定格電力以下のリフレッシュ電力に向けて増加する第 1 番目の立上期間の後の立上期間では、駆動電力周波数が維持されるか、もしくは駆動電力周波数が徐々に低下する。この場合、立上期間の経過に伴って突起の溶融効果が徐々に高まるため、突起の形状を維持しつつ、突起を適度に溶融させることができる。

#### 【0009】

また、本発明の一つの態様の放電灯駆動装置は、放電灯の劣化の程度に応じて、複数の立上期間に対応する複数の駆動電力周波数のうちの少なくとも一部の駆動電力周波数を調整するため、放電灯の劣化の程度が変化しても、その劣化の程度に応じて電極先端の突起の溶融状態を常に安定して制御できる。その結果、放電が安定し、放電灯の照度変化が抑えられるとともに、放電灯の寿命を長く維持することができる。

#### 【0010】

本発明の一つの態様の放電灯駆動装置において、前記立上期間における前記駆動電力の波形は、個々の立上期間における駆動電力の基本波形パターンである第 1 波形パターンに比べて前記放電灯への負荷が相対的に強い第 2 波形パターンが間欠的に挿入されていてもよい。

この構成によれば、基本波形パターンである第 1 波形パターン中に、放電灯への負荷が相対的に強い第 2 波形パターンが間欠的に挿入されることにより、突起の溶融効果を効果的に高めることができる。

#### 【0011】

本発明の一つの態様の放電灯駆動装置において、前記制御部は、前記第 2 波形パターンの挿入時間、前記第 2 波形パターンの挿入間隔、前記第 2 波形パターンの挿入回数、および前記第 2 波形パターンの構成のうちの少なくとも一つを、前記放電灯の劣化の程度に応じて調整してもよい。

第 2 波形パターンは突起の溶融効果の向上に寄与するものの、第 2 波形パターンを過度に入れると、突起が溶融し過ぎ、突起の形状が維持できなくなる。その点、上記の構成によれば、第 2 波形パターンの挿入時間、挿入間隔、挿入回数、構成等が放電灯の劣化の程度に応じて調整されるため、突起が溶融し過ぎることがなく、突起の形状が良好に維持できる。

#### 【0012】

本発明の一つの態様の放電灯駆動装置において、前記第 2 波形パターンは、前記駆動電力周波数が 500 Hz 以下の交流駆動波形パターン、もしくは直流駆動と交流駆動とを組み合わせた駆動波形パターンを含んでいてもよい。

このように、比較的低い周波数の交流駆動、もしくは直流成分を含む駆動を採用することにより、高い溶融効果を実現することができる。

#### 【0013】

本発明の一つの態様の放電灯駆動装置において、前記制御部は、低電力モード時の前記放電灯の電極間電圧を参照することにより前記放電灯の劣化の程度を検出する構成であっ

10

20

30

40

50

てもよい。

放電灯の電極先端の突起が損耗、縮小すると、電極間距離が大きくなり、それに伴って電極間電圧が大きくなる。したがって、放電灯の電極間電圧を参照することにより、放電灯の劣化の程度が直接的に把握でき、最適な駆動電力周波数を設定することができる。

【0014】

本発明の一つの態様の放電灯駆動装置において、前記制御部は、前記第1番目の立上期間内の任意の時点における電極間電圧を参照し、前記電極間電圧の参照結果から低電力モード時の電極間電圧を推定する構成であってもよい。

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、低電力モード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。

10

【0015】

もしくは、本発明の一つの態様の放電灯駆動装置において、前記制御部は、前回の放電灯点灯時に参照して記憶しておいた電極間電圧を次の放電灯点灯時に読み出し、前記電極間電圧の読み出し結果から低電力モード時の電極間電圧を推定する構成であってもよい。

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、低電力モード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。

【0016】

20

本発明の一つの態様の放電灯駆動装置において、前記第1番目の立上期間における前記駆動電力周波数は500Hz以上の交流駆動電力であってもよい。

この構成によれば、電極の突起を過度に溶融させることがなく、電極物質の無駄な蒸散を防ぐことができる。

【0017】

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

本発明の一つの態様によれば、安定した照度を得られ、放電灯の寿命が長い光源装置を実現することができる。

【0018】

30

本発明の一つの態様のプロジェクターは、本発明の一つの態様の光源装置と、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被投射面上に投射する投射光学系と、を備えることを特徴とする。

本発明の一つの態様によれば、表示品位に優れ、信頼性の高いプロジェクターを実現することができる。

【0019】

本発明の一つの態様の放電灯駆動方法は、放電灯の駆動電力波形が、 $n$ 個（ $n$ ：2以上の自然数）の立上期間と、低電力モード点灯期間と、を有し、前記 $n$ 個の立上期間は、駆動電力が低電力モード時電力以上、定格電力以下のリフレッシュ電力に向けて増加する第1番目の立上期間と、駆動電力が前記リフレッシュ電力に維持される（ $n-1$ ）個の立上期間と、を含み、第 $x-1$ 番目（ $x$ ：2以上、 $n$ 以下の自然数）の立上期間における駆動電力周波数を $f_{x-1}$ 、第 $x$ 番目の立上期間における駆動電力周波数を $f_x$ と表したときに、 $f_{x-1} < f_x$ の関係を満たし、前記放電灯の劣化の程度に応じて複数の前記駆動電力周波数のうちの少なくとも一部の前記駆動電力周波数を調整することを特徴とする。

40

本発明の一つの態様の放電灯駆動方法によれば、安定した放電が得られることで放電灯の照度変化が抑えられ、放電灯の寿命を長く維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の一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。

50

【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】放電灯の駆動電力波形の一例を示す図である。

【図 8】基本波形パターンによる駆動を行ったときの電極の温度変化を示すグラフである。

。

【図 9】基本波形パターンに強負荷駆動波形パターンを挿入した駆動を行ったときの電極の温度変化を示すグラフである。

【図 10】強負荷駆動波形パターンの一例を示す図である。

10

【図 11】駆動電力波形を決定するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0021】

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。

【0022】

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。

20

【0023】

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。

。

【0024】

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。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機能を有する。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。

30

【0025】

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

【0026】

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。

【0027】

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

50

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。

【００２８】

放電灯点灯装置１０は、放電灯９０に駆動電力（駆動電流）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。

【００２９】

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。

10

【００３０】

放電空間９１には、第１電極９２および第２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、タングステン等の金属である。

20

【００３１】

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により電氣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により電氣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、タング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。

【００３２】

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。

30

【００３３】

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。

40

【００３４】

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。

【００３５】

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

50

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。

#### 【0036】

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 に示した光学系その他、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。

10

#### 【0037】

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 512R、512G、512B を生成し、画像処理装置 570 に供給する。

#### 【0038】

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

20

#### 【0039】

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。

#### 【0040】

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。

#### 【0041】

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

30

#### 【0042】

CPU 580 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。CPU 580 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。

40

#### 【0043】

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。

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、動作検出部 60 と、イグナイター回路 70 と、を備えている。

#### 【0044】

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、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回路で構成されている。

#### 【0045】

50



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。

#### 【0046】

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。

10

#### 【0047】

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  $I_d$  が発生する。

#### 【0048】

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。

20

#### 【0049】

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

#### 【0050】

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。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

#### 【0051】

すなわち、極性反転回路 30 では、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。

50

## 【 0 0 5 2 】

本実施形態において、電力制御回路 2 0 と極性反転回路 3 0 とを合わせた部分が放電灯駆動部 2 3 0 に対応する。すなわち、放電灯駆動部 2 3 0 は、放電灯 9 0 を駆動する駆動電流  $I$  (駆動電力) を放電灯 9 0 に供給する。

## 【 0 0 5 3 】

制御部 4 0 は、放電灯駆動部 2 3 0 を制御する。図 4 の例では、制御部 4 0 は、電力制御回路 2 0 および極性反転回路 3 0 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 (駆動電力の電力値)、周波数等のパラメータを制御する。制御部 4 0 は、極性反転回路 3 0 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 4 0 は、電力制御回路 2 0 に対して、出力される直流電流  $I_d$  の電流値を制御する電流制御を行う。

10

## 【 0 0 5 4 】

制御部 4 0 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 4 0 は、システムコントローラ 4 1、電力制御回路コントローラ 4 2、および極性反転回路コントローラ 4 3 を含んで構成されている。なお、制御部 4 0 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。

## 【 0 0 5 5 】

システムコントローラ 4 1 は、電力制御回路コントローラ 4 2 および極性反転回路コントローラ 4 3 を制御することにより、電力制御回路 2 0 および極性反転回路 3 0 を制御する。システムコントローラ 4 1 は、動作検出部 6 0 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 4 2 および極性反転回路コントローラ 4 3 を制御してもよい。

20

## 【 0 0 5 6 】

本実施形態においては、システムコントローラ 4 1 は、記憶部 4 4 を含んで構成されている。記憶部 4 4 は、システムコントローラ 4 1 とは独立に設けられてもよい。

## 【 0 0 5 7 】

システムコントローラ 4 1 は、記憶部 4 4 に格納された情報に基づき、電力制御回路 2 0 および極性反転回路 3 0 を制御してもよい。記憶部 4 4 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てもよい。

30

## 【 0 0 5 8 】

電力制御回路コントローラ 4 2 は、システムコントローラ 4 1 からの制御信号に基づき、電力制御回路 2 0 へ電流制御信号を出力することにより、電力制御回路 2 0 を制御する。

## 【 0 0 5 9 】

極性反転回路コントローラ 4 3 は、システムコントローラ 4 1 からの制御信号に基づき、極性反転回路 3 0 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 3 0 を制御する。

## 【 0 0 6 0 】

制御部 4 0 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 4 0 は、例えば、CPU が記憶部 4 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。

40

## 【 0 0 6 1 】

図 5 は、制御部 4 0 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 4 0 は、制御プログラムにより、電力制御回路 2 0 を制御する電流制御手段 4 0 - 1、極性反転回路 3 0 を制御する極性反転制御手段 4 0 - 2 として機能するように構成されてもよい。

## 【 0 0 6 2 】

50

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CPU580が担うように構成されていてもよい。

#### 【0063】

動作検出部60は、例えば、放電灯90のランプ電圧を検出して制御部40にランプ電圧情報を出力する電圧検出部、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。なお、放電灯90のランプ電圧は、放電灯90の電極間電圧を意味する。

#### 【0064】

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。

#### 【0065】

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。

#### 【0066】

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。

#### 【0067】

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。

#### 【0068】

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。

#### 【0069】

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。

#### 【0070】

本実施形態では、電極先端の突起を適度に溶融させるために、制御部40は、放電灯9

10

20

30

40

50

0 に供給する駆動電力を、図 7 に示すように制御する。

図 7 は駆動電力の波形を示す図である。図 7 の横軸は時間（秒）であり、図 7 の縦軸は駆動電力（W）である。

#### 【0071】

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。放電灯 90 の点灯直後、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、温度が上昇するにつれて、駆動電力は安定な状態となる。放電灯 90 の点灯開始から駆動電力が安定するまでの期間を立上期間と定義する。立上期間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と定義する。

10

#### 【0072】

本実施形態の駆動電力波形においては、図 7 に示すように、立上期間は、第 1 立上期間 T1、第 2 立上期間 T2、第 3 立上期間 T3、の 3 つの立上期間に分割されている。一例として、立上期間を 100 秒とすると、第 1 立上期間 T1 が 40 秒、第 2 立上期間 T2 が 30 秒、第 3 立上期間 T3 が 30 秒に設定されている。ここでは、立上期間を 3 つに分割したが、分割数は 3 に限ることはなく、 $n$  個（ $n$ ：2 以上の自然数）に分割してもよい。分割した各立上期間の時間も、特に限定されることなく、適宜設定が可能である。

#### 【0073】

第 1 立上期間 T1 は、駆動電力が低電力モード時電力以上、定格電力以下のリフレッシュ電力に向けて直線的に増加する期間である。これに対して、第 2 立上期間 T2 および第 3 立上期間 T3 は、駆動電力がリフレッシュ電力に維持される期間である。ただし、第 2 立上期間 T2 から第 3 立上期間 T3 にわたって、第 2 立上期間 T2、第 3 立上期間 T3 のそれぞれの駆動電力の基本波形パターンに比べて放電灯 90 への負荷が相対的に強い強負荷駆動波形パターンが間欠的に挿入されている。強負荷駆動波形パターンについては、後で詳しく説明する。立上期間が終了した後、低電力モード時電力を供給する定常点灯期間（低電力モード点灯期間）が設けられている。

20

本実施形態の「基本波形パターン」は、特許請求の範囲の「第 1 波形パターン」に対応する。本実施形態の「強負荷駆動波形パターン」は、特許請求の範囲の「第 2 波形パターン」に対応する。

#### 【0074】

駆動電力の具体的な一例として、放電灯 90 の定格電力  $W_t$  が 200 W であり、リフレッシュ電力  $W_r$  が 170 W であり、低電力モード時電力  $W_l$  が 170 W である。すなわち、この例は、リフレッシュ電力  $W_r$  と低電力モード時電力  $W_l$  とが等しい例である。0 秒～40 秒の第 1 立上期間 T1 では、駆動電力は 0 V から 170 W に向けて直線的に増加する。40 秒～70 秒の第 2 立上期間 T2 では、駆動電力は 170 W で一定に維持される。70 秒～100 秒の第 3 立上期間 T3 では、駆動電力は 170 W で一定に維持される。100 秒以降の定常点灯期間では、駆動電力は 170 W で一定に維持される。

30

#### 【0075】

第 1 立上期間 T1 の駆動電力周波数を  $f_1$ 、第 2 立上期間 T2 の駆動電力周波数を  $f_2$ 、第 3 立上期間 T3 の駆動電力周波数を  $f_3$  とすると、 $f_1$   $f_2$   $f_3$  の関係を満たすように各駆動電力周波数が設定されている。一例として、駆動電力周波数  $f_1$  が 600 Hz、駆動電力周波数  $f_2$  が 400 Hz、駆動電力周波数  $f_3$  が 400 Hz に設定されている。すなわち、第  $x-1$  番目（ $x$ ：2 以上、 $n$  以下の自然数）の立上期間における駆動電力周波数を  $f_{x-1}$ 、第  $x$  番目の立上期間における駆動電力周波数を  $f_x$  と表したときに、 $f_{x-1}$   $f_x$  の関係を満たす。定常点灯期間の駆動電力周波数は任意でよい。

40

#### 【0076】

言い換えると、放電灯 90 の点灯直後の第 1 立上期間 T1 に対して、第 2 立上期間 T2 以降では、駆動電力周波数を維持するか、もしくは駆動電力周波数を徐々に低くする。その理由は、低電力モードで駆動した場合は定格電力で駆動した場合よりも電極先端の突起が成長せず、細くなっている。そのため、放電灯 90 の点灯直後にいきなり溶融効果の高

50

い駆動を行うと、電極先端の細い突起がつぶれる虞があるからである。

【 0 0 7 7 】

したがって、第 1 立上期間  $T_1$  では、500 Hz 以上といった比較的高い駆動電力周波数の交流駆動を行うことにより、突起の形状を維持しつつ、緩やかに突起を溶融させることができる。その後、第 2 立上期間  $T_2$  以降では、駆動電力周波数を維持もしくは徐々に低くすることにより、突起の溶融効果を徐々に高めていき、突起を太く成長させる。その場合であっても、突起を溶融させ過ぎないような駆動電力周波数を設定することが望ましい。

【 0 0 7 8 】

上記の例では、駆動電力周波数  $f_1$  を 600 Hz、駆動電力周波数  $f_2$  を 400 Hz、駆動電力周波数  $f_3$  を 400 Hz としたが、これらの駆動電力周波数は常にこの値に固定されているわけではない。図 4 に示す制御部 40 は、ランプ電圧（電極間電圧）を参照することにより放電灯 90 の劣化の程度を検出し、放電灯 90 の劣化の程度に応じて第 1 立上期間、第 2 立上期間、第 3 立上期間の各々の駆動電力周波数の値を適宜調整する。

【 0 0 7 9 】

すなわち、放電灯 90 の劣化（損耗）が進行している程、電極間距離が増大し、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、現在の立上期間から次の立上期間に移行する際の駆動電力周波数の下げ幅を大きくし、電極先端の突起をより溶融させ、突起を成長させる必要がある。したがって、プロジェクターの設計者は、参照したランプ電圧と、そのランプ電圧に対して最適な駆動電力周波数の組み合わせを予め求めておく。ランプ電圧と駆動電力周波数の組み合わせの一例を [ 表 1 ] に示す。[ 表 1 ] からわかるように、第 3 立上期間の駆動電力周波数  $f_3$  は、第 2 立上期間の駆動電力周波数  $f_2$  より低くてもよいし、第 2 立上期間の駆動電力周波数  $f_2$  と同じでもよい。

【 0 0 8 0 】

【 表 1 】

参照した ランプ電圧	期間1 [Hz]	期間2 [Hz]	期間3 [Hz]
0~80V	800	600	600
81~100V	600	400	400
101V~	600	400	200

【 0 0 8 1 】

ここで、ランプ電圧（電極間電圧）を参照してから各立上期間の駆動電力周波数を決定するまでの第 1 の手順について、図 11 を用いて説明する。

放電灯 90 が点灯（図 11 のステップ S1）した後、第 1 立上期間  $T_1$  内においてランプ電圧を参照するまでの時間（図 7 の  $t_a$  に相当）を予め設定しておく。時間  $t_a$  を例えば 20 秒とする。制御部 40 は、放電灯 90 の点灯が開始してから時間  $t_a$ （20 秒）が経過したか否かを判断する（図 11 のステップ S2）。

【 0 0 8 2 】

時間  $t_a$ （20 秒）が経過したら、制御部 40 はランプ電圧を参照する（図 11 のステップ S3）。第 1 立上期間  $T_1$  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、時間  $t_a$  で参照したランプ電圧は、定常点灯期間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、時間  $t_a$  でのランプ電圧値から定常点灯期間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ておく。換算テーブルの一例を [ 表 2 ] に示す。なお、[ 表 2 ] では、後で説明する [ 表 3 ] の強負荷駆動の挿入パターンも合わせて示

している。

【 0 0 8 3 】

【 表 2 】

参照した ランプ電圧	挿入時間 [sec]	挿入回数 [回]	挿入間隔 [sec]	パターン
0~60V	0	0	-	A
61~70V	1	1	-	B
71~80V	1	2	5	C
81~90V	1	5	5	D
91V~	2	5	8	E

10

【 0 0 8 4 】

制御部 4 0 は、[ 表 2 ] に基づいて、定常点灯期間におけるランプ電圧を推定し（図 1 1 のステップ S 4 ）、[ 表 1 ] に基づいて、各立上期間の駆動電力周波数を決定する（図 1 1 のステップ S 5 ）。例えば、時間  $t_a$  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、定常点灯期間におけるランプ電圧の推定値は 8 1 ~ 9 0 V となる。定常点灯期間におけるランプ電圧の推定値が 8 1 ~ 9 0 V であると、[ 表 1 ] から、各立上期間の駆動電力周波数は、駆動電力周波数  $f_1$  が 6 0 0 H z、駆動電力周波数  $f_2$  が 4 0 0 H z、駆動電力周波数  $f_3$  が 4 0 0 H z となる。

20

【 0 0 8 5 】

ところで、上述したように、第 1 立上期間  $T_1$  では突起を緩やかに溶融させることが望ましく、第 2 立上期間  $T_2$  以降の立上期間では、突起の溶融効果を適度に高め、突起の成長を促進することが望ましい。これを実現するために、第 2 立上期間  $T_2$  以降の立上期間では、基本波形パターンとしての駆動電力周波数を立上期間毎に低下させる、もしくは維持することに加え、放電灯 9 0 の電極に対して基本波形パターンよりも強い負荷を与える強負荷駆動波形パターンを挿入する。

30

【 0 0 8 6 】

強負荷駆動波形パターンは、例えば、駆動電力周波数が 5 0 0 H z 以下の交流駆動波形パターン、もしくは直流駆動と交流駆動とを組み合わせた駆動波形パターンで構成される。本実施形態では、一例として、直流駆動と交流駆動とを含む駆動波形パターンを採用する。

【 0 0 8 7 】

図 1 0 は、強負荷駆動波形パターンの一例を示す図である。

本実施形態では、図 1 0 に示すように、一方の極性の直流駆動を 8 ミリ秒行った後、駆動電力周波数が 1 . 1 k H z の交流波形の 1 周期分を 5 サイクル組み合わせた単位パターンを 1 0 サイクル繰り返し、その後、直流駆動の極性を反転させて同様の駆動を繰り返すパターンを採用する。この例では、同一極性の直流駆動を繰り返し 1 0 サイクル挿入することにより、一方の電極の突起の溶融を促進している。直流駆動時間は、特に限定されないが、突起の溶融効果を高めるためには直流駆動間に挟む交流駆動時間よりも長くすることが望ましい。また、双方の電極の突起を均等に溶融させるためには、強負荷駆動波形パターンの挿入期間を全体で見たときに、一方の極性の直流駆動時間と他方の極性の直流駆動時間とが等しいことが望ましい。

40

【 0 0 8 8 】

図 8 は、第 2 立上期間  $T_2$  の基本波形パターンである駆動電力周波数 4 0 0 H z で、放電灯 9 0 を駆動したときの電極の温度変化を示している。

図 9 は、第 2 立上期間  $T_2$  の基本波形パターン中に、図 1 0 で示した強負荷駆動波形パ

50

ターンを挿入した駆動電力波形で、放電灯 90 を駆動したときの電極の温度変化を示している。

図 8 および図 9 において、横軸は時間 [ 相対値 ]、縦軸は温度 [ ] を示している。

#### 【 0089 】

図 8、図 9 から明らかなように、強負荷駆動波形パターンを挿入すると、強負荷駆動波形パターンを挿入しない場合に比べて電極の温度変動幅が大きくなる。電極の温度変動幅が大きいことは、言い換えると、電極への負荷が強いことであり、突起の溶融効果が大きいことを意味する。すなわち、図 9 に示すような電極への負荷が強い駆動は、突起の溶融を促進し、変形、損耗した突起を再成長させる作用を有する。一方、図 8 に示すような基本波形パターンによる駆動は、溶融した突起の形状を安定させ、突起を緩やかに成長させる作用を有する。このように、電極への負荷が弱く、突起を緩やかに成長させる基本的な駆動に、電極への負荷が強く、突起の溶融効果が強い駆動を間欠的に挿入することにより、低電力モードでは得にくい太い突起の成長が促進される。

#### 【 0090 】

本実施形態では、制御部 40 は、ランプ電圧（電極間電圧）を参照することにより放電灯 90 の劣化の程度を検出し、放電灯 90 の劣化の程度に応じて強負荷駆動波形パターンの挿入の程度を適宜調整する（図 11 のステップ S6）。具体的に、制御部 40 は、放電灯 90 の劣化の程度に応じて、強負荷駆動波形パターンの挿入時間、挿入間隔、および挿入回数の組み合わせを適宜調整する。プロジェクターの設計者は、定常点灯期間におけるランプ電圧と、そのランプ電圧に対して最適な強負荷駆動波形パターンの挿入時間、挿入間隔、および挿入回数の組み合わせを予め求めておく。ランプ電圧と強負荷駆動波形パターンの挿入時間、挿入間隔、および挿入回数の組み合わせの一例を [ 表 3 ] に示す。

#### 【 0091 】

#### 【 表 3 】

ta 時における ランプ電圧	定常点灯期間における ランプ電圧予想値	パターン
～21V	0～60V	A
22～24V	61～70V	B
25～28V	71～80V	C
29～32V	81～90V	D
33V～	91V～	E

#### 【 0092 】

例えば、第 1 立上期間の時間  $t_a$  で参照したランプ電圧が 30V であったとすると、[ 表 2 ] から、定常点灯期間におけるランプ電圧の推定値は 81～90V となる。定常点灯期間におけるランプ電圧の推定値が 81～90V であると、強負荷駆動の挿入パターンはパターン D となる。[ 表 3 ] から、パターン D の場合、強負荷駆動波形パターンの挿入時間は 1 秒、挿入回数は 5 回、挿入間隔は 5 秒となり、図 7 に示すように、強負荷駆動波形パターン K を挿入することになる。

#### 【 0093 】

なお、本実施形態では、放電灯 90 の劣化の程度に応じて、強負荷駆動波形パターンの挿入時間、挿入間隔、および挿入回数の 3 つのパラメーターを調整する例を示したが、これら 3 つのパラメーターに加えて、強負荷駆動波形パターンの構成そのものを調整してもよい。すなわち、図 10 に示した強負荷駆動波形パターン以外にも強負荷駆動波形パターンを複数種類用意しておき、放電灯 90 の劣化の程度に応じて複数種類の中から最適なパ

ターンを選択するようにしてもよい。さらに、必ずしも上記４つのパラメーターを全て変化させる必要はなく、いずれかのパラメーターを固定し、残りのパラメーターのみを変化させる構成としてもよい。

【００９４】

上述したように、本実施形態の放電灯点灯装置１０において、放電灯９０の立上期間は、第１立上期間Ｔ１から第２立上期間Ｔ２、第３立上期間Ｔ３と進むにつれて駆動電力周波数が徐々に低下しており、第２立上期間Ｔ２以降に強負荷駆動波形パターンが挿入されている。さらに、制御部４０は、放電灯９０の劣化の程度に応じて各立上期間の駆動電力周波数、強負荷駆動波形パターンの挿入の程度、の双方を調整する。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、突起の形状を良好に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。

10

【００９５】

また、本実施形態において、制御部４０は、第１立上期間Ｔ１内の任意の時間ｔ<sub>a</sub>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Ｔ１でのランプ電圧を参照するため、定常点灯期間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。

【００９６】

20

ただし、ランプ電圧の参照から駆動電力周波数および強負荷駆動波形パターンの挿入の程度の決定までの手順として、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のランプ電圧を推定する。

【００９７】

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、立上期間内でランプ電圧を参照することなく、定常点灯期間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。

30

【００９８】

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。

例えば上記実施形態では、リフレッシュ電力 $W_r$ が低電力モード時電力 $W_l$ と等しい例を示した。この構成に代えて、リフレッシュ電力 $W_r$ は、低電力モード時電力 $W_l$ よりも高く、定格電力 $W_t$ よりも低い電力であってもよい。あるいは、リフレッシュ電力 $W_r$ は、定格電力 $W_t$ と等しくてもよい。すなわち、リフレッシュ電力 $W_r$ は、低電力モード時電力 $W_l$ 以上、定格電力 $W_t$ 以下の電力（ $W_l \leq W_r \leq W_t$ ）であればよい。

【００９９】

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駆動電力周波数との関係を示すテーブル、累積点灯時間と強負荷駆動の挿入パターンとの関係を示すテーブル等を用意しておけばよい。また、強負荷駆動波形パターンは必ずしも挿入しなくてもよい。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。

40

【符号の説明】

【０１００】

１０…放電灯点灯装置（放電灯駆動装置）、４０…制御部、９０…放電灯、２３０…放電灯駆動部、３３０Ｒ、３３０Ｇ、３３０Ｂ…液晶ライトバルブ（光変調素子）、３５０

50



...投射光学系、500...プロジェクター、T1...第1立上期間、T2...第2立上期間、T3...第3立上期間。

【図1】

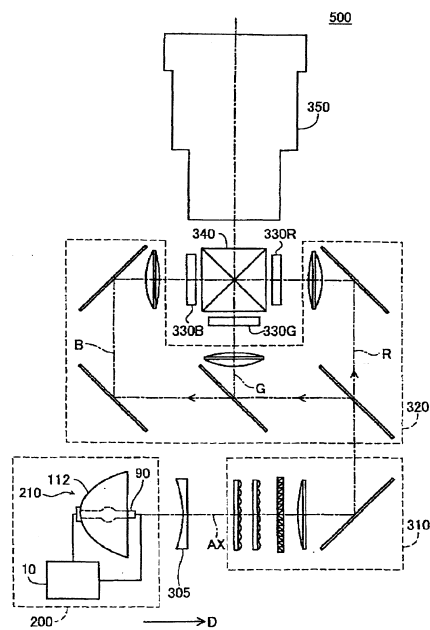


図1

【図2】

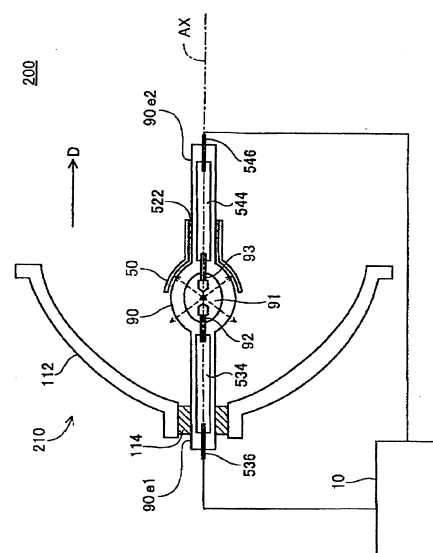
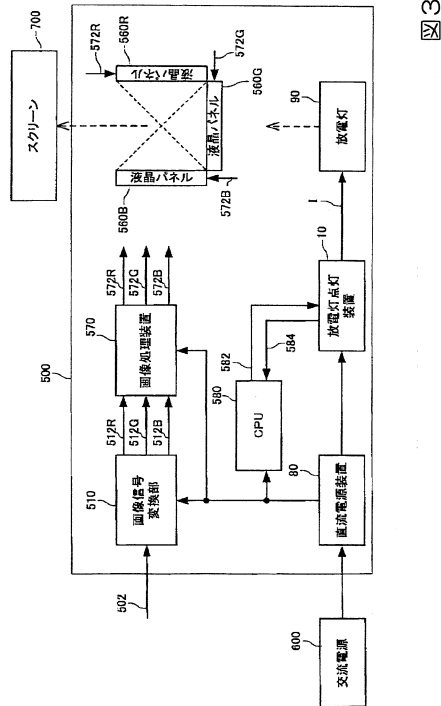


図2

【 図 3 】



【 図 4 】

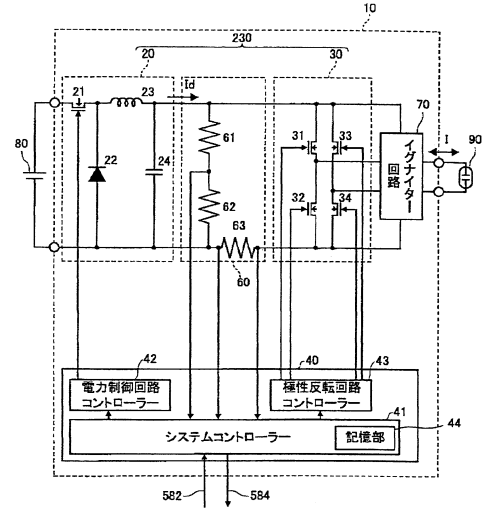


图 4

【 図 5 】

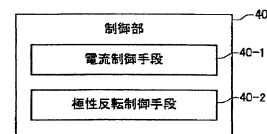


图5

【 図 6 】

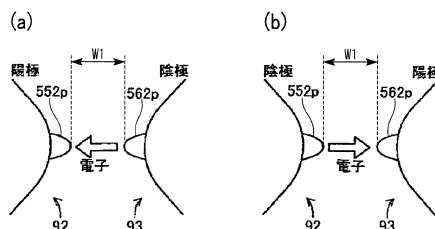


图 6

【 圖 8 】

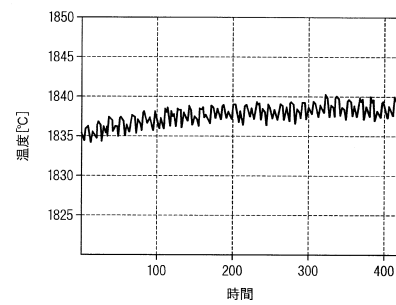


图 8

【圖 7】

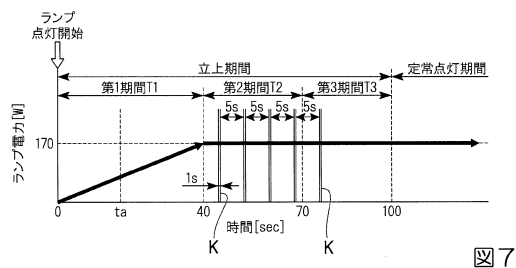


图7

【 図 9 】

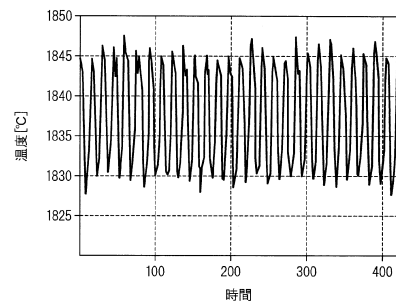


图9

【図 10】

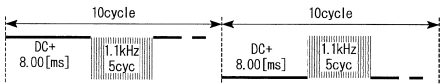


図 10

【図 11】

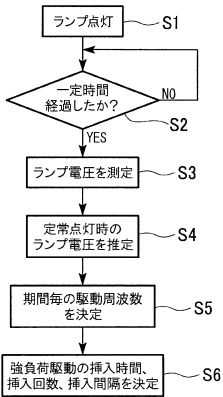


図 11

---

フロントページの続き

審査官 松本 泰典

(56)参考文献 特開2010-198785(JP,A)  
特開2002-289379(JP,A)  
特開2009-212069(JP,A)  
特開2008-235199(JP,A)  
特開2010-238528(JP,A)  
特開2012-238520(JP,A)  
米国特許出願公開第2012/0050351(US,A1)  
特開2006-127793(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H05B 41/288