

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第6303633号
(P6303633)

(45) 発行日 平成30年4月4日(2018.4.4)

(24) 登録日 平成30年3月16日(2018.3.16)

(51) Int.Cl.
H05B 41/24 (2006.01)

F I
H05B 41/24

請求項の数 10 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2014-47294 (P2014-47294)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成26年3月11日 (2014.3.11)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-170584 (P2015-170584A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成27年9月28日 (2015.9.28)	(74) 代理人	100116665
審査請求日	平成29年1月11日 (2017.1.11)		弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100164633
			弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(72) 発明者	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
		(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
		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、及び放電灯駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放電灯を駆動する駆動電流を前記放電灯に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、
交流電流が前記放電灯に供給される交流期間、及び直流電流が前記放電灯に供給される第1直流期間を交互に繰り返す混合期間と、
前記混合期間の直後に設けられ前記第1直流期間における直流電流と反対の極性を有する直流電流が前記放電灯に供給される第2直流期間と、
を含む駆動期間が設けられるように前記放電灯駆動部を制御し、
前記第1直流期間の長さは、前記交流期間の長さより小さく、前記交流期間における交流電流の半周期の長さより大きく、前記第2直流期間の長さより小さく、かつ、0.5ms以上、7.0ms以下である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、
前記駆動期間は複数設けられ、
隣り合う前記駆動期間の前記第1直流期間における直流電流は、互いに極性が異なり、
隣り合う前記駆動期間の前記第2直流期間における直流電流は、互いに極性が異なる、
放電灯駆動装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の放電灯駆動装置であって、
前記混合期間に含まれる前記第 1 直流期間の数は、5 以上、50 以下である、放電灯駆動装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置であって、
前記交流期間における交流電流の周波数は、1 kHz 以上である、放電灯駆動装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置であって、
前記交流期間の長さは、1 周期以上、20 周期以下である、放電灯駆動装置。

10

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置であって、
前記第 1 直流期間の長さは、1 ms 以上、5.0 ms 以下である、放電灯駆動装置。

【請求項 7】

光を射出する放電灯と、
請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置と、
を備えることを特徴とする光源装置。

【請求項 8】

請求項 7 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。

20

【請求項 9】

放電灯に駆動電流を供給して駆動させる放電灯駆動方法であって、
交流電流が前記放電灯に供給される交流期間、及び直流電流が前記放電灯に供給される第 1 直流期間を交互に繰り返す混合期間と、
前記混合期間の直後に設けられ前記第 1 直流期間における直流電流と反対の極性を有する直流電流が前記放電灯に供給される第 2 直流期間と、
を含む駆動期間を有する前記駆動電流を前記放電灯に供給し、
前記第 1 直流期間の長さは、前記交流期間の長さより小さく、前記交流期間における交流電流の半周期の長さより大きく、前記第 2 直流期間の長さより小さく、かつ、0.5 ms 以上、7.0 ms 以下であることを特徴とする放電灯駆動方法。

30

【請求項 10】

請求項 9 に記載の放電灯駆動方法であって、
前記駆動期間は複数設けられ、
隣り合う前記駆動期間の前記第 1 直流期間における直流電流は、互いに極性が異なり、
隣り合う前記駆動期間の前記第 2 直流期間における直流電流は、互いに極性が異なる、
放電灯駆動方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

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

【背景技術】**【0002】**

放電灯の電極に温度変動を与えることによって、電極の熔融と凝固とを繰り返し、電極先端に形成された放電の起点となる突起の成長を制御できることが知られている。

このような突起の成長を制御する方法として、放電灯に直流電流と交流電流とを交互に供給する放電灯の駆動方法が提案されている（例えば、特許文献 1）。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-23154号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

電極先端の突起の成長は、電極の温度変動を大きくできる程、制御しやすくなる。しかし、上記のような駆動方法においては、温度変動を十分に大きくできず、電極先端の突起の成長を適切に制御することが困難な場合があった。

また、上記のような駆動方法においては、放電灯の電極が加熱される際に、温度上昇が急激なものとなりやすく、電極先端の突起のみが過剰に溶融し、突起が成長しにくい場合があった。

10

【0005】

したがって、上記のような駆動方法においては、突起の成長が抑制され、結果として、放電灯の寿命を縮めてしまう場合があった。

【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、電極の温度変動を大きくでき、かつ、電極先端の突起の過剰な溶融を抑制できる放電灯駆動装置、及びそのような放電灯駆動装置を用いた光源装置を提供することを目的の一つとする。また、そのような光源装置を用いたプロジェクターを提供することを目的の一つとする。また、電極の温度変動を大きくでき、かつ、電極先端の突起の過剰な溶融を抑制できる放電灯駆動方法を提供することを目的の一つとする。

20

【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、放電灯を駆動する駆動電流を前記放電灯に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、交流電流が前記放電灯に供給される交流期間、及び直流電流が前記放電灯に供給される第1直流期間を交互に含む混合期間と、前記混合期間の直後に設けられ前記第1直流期間における直流電流と反対の極性を有する直流電流が前記放電灯に供給される第2直流期間と、を含む駆動期間が設けられるように前記放電灯駆動部を制御し、前記制御部は、前記第1直流期間の長さが、前記交流期間の長さより小さく、前記交流期間における交流電流の半周期の長さより大きく、前記第2直流期間の長さより小さく、かつ、 0.5ms 以上、 7.0ms 以下とな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。

30

【0008】

本発明の放電灯駆動装置の一つの態様によれば、混合期間の直後に、第1直流期間の直流電流とは反対の極性を有する直流電流が放電灯に供給される第2直流期間が設けられている。これにより、本発明の放電灯駆動装置の一つの態様によれば、混合期間において上昇した電極の温度が、第2直流期間で急激に低下することで、電極の温度変動を大きくすることができる。

【0009】

40

また、本発明の放電灯駆動装置の一つの態様によれば、第1直流期間の長さは、交流期間の長さより小さく、交流期間における交流電流の半周期の長さより大きく、第2直流期間の長さより小さく、かつ、 0.5ms 以上、 7.0ms 以下である。そのため、電極が急激に加熱されることが抑制され、混合期間における電極の温度上昇が緩やかなものとなる。その結果、本発明の放電灯駆動装置の一つの態様によれば、電極先端の突起が過剰に溶融することが抑制される。

【0010】

以上により、本発明の放電灯駆動装置の一つの態様によれば、電極の温度変動を大きくでき、かつ、電極先端の突起の過剰な溶融を抑制できる放電灯駆動装置が得られる。

【0011】

50

前記駆動期間は複数設けられ、隣り合う前記駆動期間の前記第 1 直流期間における直流電流は、互いに極性が異なり、隣り合う前記駆動期間の前記第 2 直流期間における直流電流は、互いに極性が異なる、構成としてもよい。

この構成によれば、両電極ともに、電極の温度変動を大きくでき、かつ、電極先端の突起の過剰な溶融を抑制できる。

【 0 0 1 2 】

前記混合期間に含まれる前記第 1 直流期間の数は、5 以上、5 0 以下である構成としてもよい。

この構成によれば、混合期間において好適に電極の温度を上昇させることができる。

【 0 0 1 3 】

前記交流期間における交流電流の周波数は、1 k H z 以上である構成としてもよい。

この構成によれば、交流期間において電極の温度が変動することを抑制できる。

【 0 0 1 4 】

前記交流期間の長さは、1 周期以上、2 0 周期以下である構成としてもよい。

この構成によれば、混合期間において、電極の温度が急激に上昇することを好適に抑制できる。

【 0 0 1 5 】

前記第 1 直流期間の長さは、1 m s 以上、5 . 0 m s 以下である構成としてもよい。

この構成によれば、混合期間において、より好適に電極の温度を上昇させることができる。

【 0 0 1 6 】

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。

【 0 0 1 7 】

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ているため、電極の温度変動を大きくでき、かつ、電極先端の突起の過剰な溶融を抑制できる光源装置が得られる。

【 0 0 1 8 】

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。

【 0 0 1 9 】

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ているため、信頼性に優れたプロジェクターが得られる。

【 0 0 2 0 】

本発明の放電灯駆動方法の一つの態様は、放電灯に駆動電流を供給して駆動させる放電灯駆動方法であって、交流電流が前記放電灯に供給される交流期間、及び直流電流が前記放電灯に供給される第 1 直流期間を交互に含む混合期間と、前記混合期間の直後に設けられ前記第 1 直流期間における直流電流と反対の極性を有する直流電流が前記放電灯に供給される第 2 直流期間と、を含む駆動期間を有し、前記第 1 直流期間の長さは、前記交流期間の長さより小さく、前記交流期間における交流電流の半周期の長さより大きく、前記第 2 直流期間の長さより小さく、かつ、0 . 5 m s 以上、7 . 0 m s 以下であることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

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、電極の温度変動を大きくでき、かつ、電極先端の突起の過剰な溶融を抑制できる。

【 0 0 2 2 】

前記駆動期間は複数設けられ、隣り合う前記駆動期間の前記第 1 直流期間における直流電流は、互いに極性が異なり、隣り合う前記駆動期間の前記第 2 直流期間における直流電流は、互いに極性が異なる方法としてもよい。

10

20

30

40

50

この方法によれば、両電極ともに、電極の温度変動を大きくでき、かつ、電極先端の突起の過剰な溶融を抑制できる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本実施形態のプロジェクターの概略構成図である。

【図2】本実施形態における放電灯を示す図である。

【図3】本実施形態のプロジェクターの各種構成要素を示すブロック図である。

【図4】本実施形態の放電灯点灯装置の回路図である。

【図5】本実施形態の制御部の一構成例を示すブロック図である。

【図6】放電灯の電極先端の突起の様子を示す図である。

【図7】本実施形態における放電灯の駆動電流波形の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

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、実際の構造と各構成における縮尺や数等を異ならせる場合がある。

【0025】

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。

【0026】

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。

【0027】

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。

【0028】

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及び光射出側に配置される。

【0029】

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及び投射光学系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。

【0030】

図2は、光源装置200の構成を示す図である。光源装置200は、光源ユニット21

10

20

30

40

50

0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。

【0031】

放電灯点灯装置10は、放電灯90に駆動電流（駆動電力）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。

【0032】

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（図示左側の端部）を第1端部90e1とし、放電灯90の他方の端部（図示右側の端部）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

【0033】

放電空間91には、第1電極92及び第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及び第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及び第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及び第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

【0034】

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及び第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。

【0035】

30

第1端子536及び第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及び第2端子546に、放電灯90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92及び第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。

【0036】

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

【0037】

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。

【0038】

50

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

【0039】

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

【0040】

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。

【0041】

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

【0042】

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 及びトランスの 1 次側にある放電灯点灯装置 10 に直流電圧を供給する。

【0043】

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。

30

【0044】

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。

【0045】

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

【0046】

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。

【0047】

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。

50

【 0 0 4 8 】

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

【 0 0 4 9 】

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 のアノード端子及び直流電源装置 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 (P u l s e Width Modulation) 制御信号が用いられてもよい。

10

【 0 0 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

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

【 0 0 5 2 】

極性反転回路 30 は、例えば、トランジスターなどで構成される第 1 のスイッチ素子 31、第 2 のスイッチ素子 32、第 3 のスイッチ素子 33、及び第 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 及び第 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 及び第 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、及び第 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 及び第 4 のスイッチ素子 34 の ON / OFF 動作が制御される。

30

【 0 0 5 3 】

極性反転回路 30 においては、第 1 のスイッチ素子 31 及び第 4 のスイッチ素子 34 と、第 2 のスイッチ素子 32 及び第 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、及び第 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 5 4 】

すなわち、極性反転回路 30 は、第 1 のスイッチ素子 31 及び第 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 及び第 3 のスイッチ素子 33 が OFF であり、第 1 のスイッチ素子 31 及び第 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 及び第 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 及び第 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 及び第 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 5 】

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 を放電灯 9 0 に供給する。

【 0 0 5 6 】

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 及び極性反転回路 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、周波数等を制御する。詳細については後述する。

【 0 0 5 7 】

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。また、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 8 】

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、及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 9 】

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 及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 及び極性反転回路 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及び駆動電流 I に基づき、電力制御回路コントローラ 4 2 及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 6 0 】

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 6 1 】

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 及び極性反転回路 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 6 2 】

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 6 3 】

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。

40

【 0 0 6 4 】

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。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。

【 0 0 6 5 】

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。

50

【 0 0 6 6 】

図 4 に示した例では、制御部 4 0 は、放電灯点灯装置 1 0 の一部として構成されている。これに対して、制御部 4 0 の機能の一部を C P U 5 8 0 が担うように構成されていてもよい。

【 0 0 6 7 】

動作検出部 6 0 は、例えば、放電灯 9 0 のランプ電圧を検出し、制御部 4 0 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 4 0 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 6 0 は、第 1 の抵抗 6 1、第 2 の抵抗 6 2 及び第 3 の抵抗 6 3 を含んで構成されている。

【 0 0 6 8 】

本実施形態において、電圧検出部は、放電灯 9 0 と並列に、互いに直列接続された第 1 の抵抗 6 1 及び第 2 の抵抗 6 2 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 9 0 に直列に接続された第 3 の抵抗 6 3 に発生する電圧により駆動電流 I を検出する。

【 0 0 6 9 】

イグナイター回路 7 0 は、放電灯 9 0 の点灯開始時にのみ動作する。イグナイター回路 7 0 は、放電灯 9 0 の点灯開始時に放電灯 9 0 の電極間（第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 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 9 0 の通常点灯時よりも高い電圧）を放電灯 9 0 の電極間（第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 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 7 0 は、放電灯 9 0 と並列に接続されている。

【 0 0 7 0 】

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 9 2 及び第 2 電極 9 3 の動作状態を示す図である。

図 6 (a) , (b) には、第 1 電極 9 2 及び第 2 電極 9 3 の先端部分が示されている。第 1 電極 9 2 及び第 2 電極 9 3 の先端にはそれぞれ突起 5 5 2 p , 5 6 2 p が形成されている。第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 との間で生じる放電は、主として突起 5 5 2 p と突起 5 6 2 p との間で生じる。

【 0 0 7 1 】

図 6 (a) は、第 1 電極 9 2 が陽極として動作し、第 2 電極 9 3 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 9 3 (陰極) から第 1 電極 9 2 (陽極) へ電子が移動する。陰極 (第 2 電極 9 3) からは電子が放出される。陰極 (第 2 電極 9 3) から放出された電子は陽極 (第 1 電極 9 2) 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 9 2) の先端 (突起 5 5 2 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 9 3) の先端 (突起 5 6 2 p) の温度は低下する。

【 0 0 7 2 】

図 6 (b) は、第 1 電極 9 2 が陰極として動作し、第 2 電極 9 3 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 9 2 から第 2 電極 9 3 へ電子が移動する。その結果、第 2 電極 9 3 の先端 (突起 5 6 2 p) の温度が上昇する。一方、第 1 電極 9 2 の先端 (突起 5 5 2 p) の温度は低下する。

【 0 0 7 3 】

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 9 2 の温度が上昇し、第 2 電極 9 3 の温度が低下する。第 2 極性状態においては、第 2 電極 9 3 の温度が上昇し、第 1 電極 9 2 の温度が低下する。

【 0 0 7 4 】

第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 との電極間距離 $W 1$ は、突起 5 5 2 p と突起 5 6 2 p との間の距離となる。電極間距離 $W 1$ が大きくなると、放電灯 9 0 のランプ電圧が大きくなり、定電力駆動では、放電灯 9 0 の照度が低下してしまう。そのため、突起 5 5 2 p 及び突

10

20

30

40

50

起 5 6 2 p の成長を制御し、電極間距離 W 1 を維持することで、放電灯 9 0 の照度低下を抑制し、放電灯 9 0 の寿命を向上させることができる。

【 0 0 7 5 】

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。

図 7 (a) は、本実施形態における放電灯 9 0 に供給される駆動電流 I を示すタイミングチャートである。横軸は時間 T を示し、縦軸は駆動電流 I の電流値を示している。駆動電流 I は、放電灯 9 0 を流れる電流を示す。正值は第 1 極性状態を示し、負値は第 2 極性状態を示す。

【 0 0 7 6 】

図 7 (b) は、図 7 (a) に対応した第 1 電極 9 2 の温度変化を示すグラフである。横軸は時間 T を示し、縦軸は第 1 電極 9 2 の温度 H を示している。

10

なお、第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 との温度変化は、変化するタイミングがずれることを除いて同様の曲線を描いて変化するため、以下の説明においては、代表して第 1 電極 9 2 についてのみ説明する場合がある。

【 0 0 7 7 】

制御部 4 0 は、図 7 (a) に示すような駆動電流 I を放電灯 9 0 に供給するように放電灯駆動部 2 3 0 を制御する。すなわち、制御部 4 0 は、サイクル C 1 を繰り返すように放電灯駆動部 2 3 0 を制御する。

【 0 0 7 8 】

サイクル C 1 は、図 7 (a) に示すように、第 1 駆動期間 (駆動期間) P H 1 と、第 2 駆動期間 (駆動期間) P H 2 と、を交互に含む。第 1 駆動期間 P H 1 は、第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p を溶融させる駆動期間であり、第 2 駆動期間 P H 2 は、第 2 電極 9 3 の突起 5 6 2 p を溶融させる駆動期間である。

20

【 0 0 7 9 】

第 1 駆動期間 P H 1 は、混合期間 P 1 と、第 2 直流期間 P 2 と、を含む。

混合期間 P 1 は、第 1 電極 9 2 の温度を上昇させる期間である。混合期間 P 1 は、交流期間 P 1 a と、第 1 直流期間 P 1 b と、を交互に含む期間である。

【 0 0 8 0 】

交流期間 P 1 a は、駆動電流 I として、電流値 I m 1 と電流値 - I m 1 との間で極性が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。交流期間 P 1 a の交流電流の周波数は、例えば、1 k H z 以上と設定できる。交流期間 P 1 a における交流電流の周波数をこのように設定することで、交流期間 P 1 a において第 1 電極 9 2 の温度 H が変動することを抑制できる。交流期間 P 1 a における交流電流の周波数は、一定であってもよいし、変調されていてもよい。

30

【 0 0 8 1 】

混合期間 P 1 に含まれる交流期間 P 1 a の数は、例えば、5 以上、5 0 以下であり、各交流期間 P 1 a の長さ t 1 a は、例えば、1 周期以上、2 0 周期以下である。このように設定されることで、混合期間 P 1 において第 1 電極 9 2 の温度 H が急激に上昇することを抑制できる。

40

【 0 0 8 2 】

第 1 直流期間 P 1 b は、駆動電流 I として、電流値 I m 1 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、第 1 直流期間 P 1 b における直流電流は、電流値が一定 (I m 1) の第 1 極性を有する直流電流である。混合期間 P 1 に含まれる第 1 直流期間 P 1 b の数は、例えば、5 以上、5 0 以下である。このように設定されることで、混合期間 P 1 において、第 1 電極 9 2 の温度 H を十分に上昇させることができる。

【 0 0 8 3 】

混合期間 P 1 に含まれる第 1 直流期間 P 1 b (交流期間 P 1 a) の数が、5 より少ない場合は、第 1 電極 9 2 の温度 H を十分に上昇させることが難しい。また、混合期間 P 1 に含まれる第 1 直流期間 P 1 b (交流期間 P 1 a) の数が、5 0 より多い場合は、突起 5 5

50

2 p が過剰に溶融してしまう虞や、混合期間 P 1 から第 2 直流期間 P 2 へと切り替わった際に、放電灯 9 0 の輝度の変動が視認され、ちらつきが生じる虞がある。

【 0 0 8 4 】

各第 1 直流期間 P 1 b の長さ t_{1b} は、交流期間 P 1 a の長さ t_{1a} よりも小さく、交流期間 P 1 a の半周期の長さ t_{1c} よりも大きく、第 2 直流期間 P 2 の長さ t_2 よりも小さく、かつ、 0.5 ms (ミリ秒) 以上、 7.0 ms 以下となるように設定される。また、より好ましくは、第 1 直流期間 P 1 b の長さ t_{1b} は、 1 ms 以上、 5.0 ms 以下となるように設定される。

第 1 直流期間 P 1 b がこのように設定されることにより、第 1 電極 9 2 の温度 H の上昇が緩やかなものとなる。

10

【 0 0 8 5 】

第 2 直流期間 P 2 は、混合期間 P 1 の直後で、かつ、第 2 駆動期間 P H 2 における混合期間 P 3 の直前に設けられている。すなわち、第 2 直流期間 P 2 は、混合期間 P 1 と混合期間 P 3 との間に挟まれて設けられている。

【 0 0 8 6 】

第 2 直流期間 P 2 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。第 2 直流期間 P 2 における直流電流の極性は、第 1 直流期間 P 1 b における直流電流の極性と反対である。すなわち、第 2 直流期間 P 2 における直流電流は、第 2 極性を有する直流電流である。本実施形態においては、第 2 直流期間 P 2 における直流電流は、電流値が一定 ($-I_{m1}$) である。

20

第 2 直流期間 P 2 の長さ t_2 は、例えば、 3 ms 以上、 15 ms 以下である。このように設定されることにより、第 1 電極 9 2 の温度 H を好適に下げることができる。

【 0 0 8 7 】

第 2 駆動期間 P H 2 は、混合期間 P 3 と、第 2 直流期間 P 4 と、を含む。

混合期間 P 3 は、交流期間 P 3 a と、第 1 直流期間 P 3 b と、を交互に含む期間である。

交流期間 P 3 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 3 a における交流電流は、矩形波交流電流である。交流期間 P 3 a の交流電流の周波数は、交流期間 P 1 a と同様に、例えば、 1 kHz 以上と設定できる。交流期間 P 3 a における交流電流の周波数は、一定であってもよいし、変調されていてもよい。

30

【 0 0 8 8 】

混合期間 P 3 に含まれる交流期間 P 3 a の数は、交流期間 P 1 a と同様に、例えば、5 以上、50 以下であり、各交流期間 P 3 a の長さ t_{3a} は、例えば、1 周期以上、20 周期以下である。

【 0 0 8 9 】

第 1 直流期間 P 3 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。第 1 直流期間 P 3 b における直流電流の極性は、第 1 駆動期間 P H 1 の第 1 直流期間 P 1 b における直流電流の極性と反対である。すなわち、第 1 直流期間 P 3 b における直流電流は、第 2 極性を有する直流電流である。言い換えると、隣り合う駆動期間における第 1 直流期間における直流電流は、互いに極性が異なる。本実施形態においては、第 1 直流期間 P 3 b における直流電流の電流値は、一定 ($-I_{m1}$) である。

40

混合期間 P 3 に含まれる交流期間 P 3 a の数は、交流期間 P 1 a と同様に、例えば、5 以上、50 以下である。

【 0 0 9 0 】

各第 1 直流期間 P 3 b の長さ t_{3b} は、交流期間 P 3 a の長さ t_{3a} よりも小さく、交流期間 P 3 a の半周期の長さ t_{3c} よりも大きく、第 2 直流期間 P 4 の長さ t_4 よりも小さく、かつ、 0.5 ms 以上、 7.0 ms 以下となるように設定される。また、より好ましくは、第 1 直流期間 P 3 b の長さ t_{3b} は、 1 ms 以上、 5.0 ms 以下となるように

50

設定される。

第1直流期間P3bがこのように設定されることにより、第2電極93の温度Hの上昇が緩やかなものとなる。

【0091】

第2直流期間P4は、混合期間P3の直後で、かつ、第1駆動期間PH1における混合期間P1の直前に設けられている。すなわち、第2直流期間P4は、混合期間P3と混合期間P1との間に挟まれて設けられている。

【0092】

第2直流期間P4は、駆動電流Iとして、電流値Im1の直流電流が放電灯90に供給される期間である。第2直流期間P4における直流電流の極性は、第1直流期間P3bにおける直流電流の極性と反対である。すなわち、第2直流期間P4における直流電流は、第1極性を有する直流電流である。第2直流期間P4における直流電流の極性は、第1駆動期間PH1の第2直流期間P2における直流電流の極性と反対である。言い換えると、隣り合う駆動期間における第2直流期間の直流電流は、互いに極性が異なる。本実施形態においては、第2直流期間P4における直流電流は、電流値が一定(Im1)である。

第2直流期間P4の長さt4は、第2直流期間P2と同様に、例えば、3ms以上、15ms以下である。

【0093】

交流期間P1a、P3aにおける交流電流の周波数は、互いに同じであってもよいし、異なってもよい。

交流期間P1a、P3aの長さt1a、t3a及び混合期間P1、P3に含まれる数は、互いに同じであってもよいし、異なってもよい。

【0094】

第1直流期間P1b、P3bの長さt1b、t3b及び混合期間P1、P3に含まれる数は、互いに同じであってもよいし、異なってもよい。

また、混合期間P1、P3に含まれる交流期間P1a、P3aの数と、混合期間P1、P3に含まれる第1直流期間P1b、P3bの数とは、互いに同じであってもよいし、異なってもよい。

【0095】

第2直流期間P2、P4の長さt2、t4は、互いに同じであってもよいし、異なってもよい。

【0096】

次に、本実施形態の駆動電流Iを放電灯90に供給した際の第1電極92の温度上昇について説明する。

まず、第1駆動期間PH1における混合期間P1においては、図7(b)に示すように、第1電極92の温度Hは、H1からHmaxまで、緩やかに上昇する。第1直流期間P1bにおける直流電流が第1極性であるためである。

ここで、混合期間P1における交流期間P1aにおいては、第1極性と第2極性とが交互に切り替わるため、両電極の温度Hは一定に保持されやすい。交流期間P1aの交流電流の周波数が大きいほど、両電極の温度Hは一定に保持されやすい。具体的には、上述したように、交流期間P1aの周波数は1kHz以上であることが好ましい。

【0097】

次に、第2直流期間P2においては、混合期間P1の第1直流期間P1bにおける直流電流と反対の極性の直流電流が放電灯90に供給されるため、第1電極92の温度Hは急激に下がり、第1電極92の温度Hは、Hminとなる。

【0098】

次に、第2駆動期間PH2における混合期間P3においては、第1直流期間P3bにおける直流電流の極性が第2極性であるため、第1電極92の温度Hは、Hminのまま、保持される。

【0099】

10

20

30

40

50

次に、第2直流期間P4においては、直流電流の極性が第1極性となるため、第1電極92の温度Hは、 H_{min} からH1へと急激に上昇する。

そして、再び第1駆動期間PH1の混合期間P1において、第1電極92の温度Hは、緩やかに上昇し、以下同様の温度変化を繰り返す。

【0100】

第2電極93の温度Hの変化は、第1電極92の温度Hの変化と対称的となる。具体的には、第2電極93の温度Hは、第1駆動期間PH1においては、図7(b)に示した第2駆動期間PH2における第1電極92の温度Hの変化と同様の温度変化をし、第2駆動期間PH2においては、図7(b)に示した第1駆動期間PH1における第1電極92の温度Hの変化と同様の温度変化をする。

10

【0101】

以上に説明したように、本実施形態の制御部40は、上記説明した各期間に応じて放電灯90に電流が供給されるようにして放電灯駆動部230を制御する。

【0102】

上記の制御部40による放電灯駆動部230の制御は、放電灯駆動方法として表現することもできる。すなわち、本実施形態の放電灯駆動方法は、放電灯90に駆動電流Iを供給して駆動させる放電灯駆動方法であって、交流電流が放電灯90に供給される交流期間P1a、P3a、及び直流電流が放電灯90に供給される第1直流期間P1b、P3bを交互に含む混合期間P1、P3と、混合期間P1、P3の直後に設けられ第1直流期間P1b、P3bにおける直流電流と反対の極性を有する直流電流が放電灯90に供給される第2直流期間P2、P4と、を含む第1駆動期間PH1及び第2駆動期間PH2を有し、第1直流期間P1b、P3bの長さ t_{1b} 、 t_{3b} は、交流期間P1a、P3aの長さ t_{1a} 、 t_{3a} より小さく、交流期間P1a、P3aにおける交流電流の半周期の長さ t_{1c} 、 t_{3c} より大きく、第2直流期間P2、P4の長さ t_2 、 t_4 より小さく、かつ、0.5ms以上、7.0ms以下であることを特徴とする。

20

【0103】

本実施形態によれば、混合期間P1の直後、すなわち、第1駆動期間PH1から第2駆動期間PH2に切り替わる直前に第2直流期間P2が設けられるように、放電灯駆動部230が制御される。これにより、第2直流期間P2において、第1電極92の温度Hが急激に低下するため、結果として、 H_{max} から H_{min} までの大きい温度変動を得ることができる。

30

【0104】

電極の先端の突起は、溶融と凝固とが繰り返されることによって、成長が制御される。このとき、電極に加えられる温度変動が小さいと、突起の形状を制御することが困難である。

これに対して、本実施形態によれば、第2直流期間P2が設けられていることによって、第1電極92に加えられる温度変動を大きくできるため、第1電極92の突起552pの成長を制御することが容易である。したがって、本実施形態によれば、放電灯の寿命を向上することができる。

【0105】

また、本実施形態によれば、第1直流期間P1bの長さ t_{1b} は、交流期間P1aの長さ t_{1a} よりも小さく、交流期間P1aの半周期の長さ t_{1c} よりも大きく、第2直流期間P2の長さ t_2 よりも小さく、かつ、0.5ms以上、7.0ms以下となるように設定される。これにより、第1電極92の過剰な溶融を抑制しつつ、第1電極92の温度を上昇させることができる。以下、詳細に説明する。

40

【0106】

交流電流と直流電流とを交互に供給する混合期間において、直流電流が供給される期間の長さが大きいと、電極の温度が急激に上昇し、電極の突起のみが過剰に溶融してしまう場合がある。このような場合においては、電極の温度が低下して溶融した突起が再び凝固する際に、突起が成長しにくく、結果として、電極が消耗し、放電灯の寿命を縮めてしま

50

う虞がある。

【0107】

これに対して、本実施形態によれば、混合期間P1における第1直流期間P1bの長さt1bを上記のように設定することで、第1電極92の温度Hが急激に上昇することを抑制できる。これは、以下のような原理によるものと考えられる。

【0108】

本実施形態においては、第1直流期間P1bの長さt1bが十分に小さいため、第1直流期間P1bにおける第1電極92の温度Hの上昇幅は小さい。これにより、突起552pの過剰な溶融を抑制できる。

そして、交流期間P1aにおいては、第1電極92の温度Hが維持され、再び第1直流期間P1bによって第1電極92の温度Hが上昇する。本実施形態においては、交流期間P1aの長さt1aが、第1直流期間P1bの長さt1bよりも大きく設定されているため、第1電極92の時間Tに対する温度勾配が緩やかなものとなる。

10

【0109】

また、第1直流期間P1bの長さt1bが、交流期間P1aの半周期の長さt1cよりも小さい場合には、第1電極92の温度Hの上昇に与える影響が、第1直流期間P1bよりも交流期間P1aの方が大きくなり、第1電極92の温度Hが上昇しない、あるいは、低下してしまうことが考えられる。

これに対して、本実施形態によれば、第1直流期間P1bの長さt1bが、交流期間P1aの半周期の長さt1cよりも大きいため、混合期間P1において、第1電極92の温度Hを上昇させることができる。

20

【0110】

以上により、本実施形態によれば、混合期間P1において第1電極92の突起552pが過剰に溶融することを抑制しつつ、緩やかに第1電極92の温度Hを上昇できる。

【0111】

また、放電灯の電極は経時劣化するとともに、突起が溶融しやすくなるため、より突起が過剰に溶融し、突起の成長を制御することがより困難になる。これに対して、本実施形態は、突起552pの過剰な溶融を抑制できるため、放電灯90が経時劣化した際において、より大きな効果が得られる。

【0112】

30

また、低電力モード（エコモード）においては、放電灯に供給される電流値が小さいため、電極の温度を上げにくく、電極の突起を成長させることが困難である。これに対して、本実施形態によれば、第1電極92に加えられる温度変動を大きくできるため、低電力モードにおいても第1電極92の突起552pの成長を制御することが容易である。

【0113】

なお、本実施形態においては、例えば、放電灯90の劣化や、低電力モード等への駆動モードの切り替えに応じて、各期間の長さ等を変更してもよい。より具体的には、本実施形態においては、例えば、放電灯90が劣化するにしたがって、第1直流期間P1bの長さt1bを小さくするように、放電灯駆動部230を制御してもよい。このように制御することで、突起552pの溶融しやすさの変化に応じて、突起552pが過剰に溶融しない範囲において、適切に第1電極92の温度Hを上昇させることができる。

40

【実施例】

【0114】

実施例1及び実施例2と、比較例1及び比較例2とを用いて、5000時間後の放電灯のランプ電圧（V）の比較を行った。

表1に、実施例1、2及び比較例1、2におけるパラメーター及び5000時間後の放電灯のランプ電圧について示す。

【0115】

【表 1】

	ランプ 電力 (W)	第 1 直流 期間 (ms)	第 2 直流 期間 (ms)	混合期間に含まれる 第 1 直流期間の数	5000時間後の ランプ電圧 (V)
実施例1	200	3	8	5	80
実施例2	140	3	10	10	84
比較例1	200	3	0	5	125
比較例2	140	3	0	10	140

10

【0116】

実施例 1 及び比較例 1 においては、定格 200 W、初期のランプ電圧が 65 V の放電灯を用いた。実施例 2 及び比較例 2 においては、定格 140 W、初期のランプ電圧が 65 V の放電灯を用いた。

【0117】

実施例 1 及び実施例 2 は、上記説明した実施形態と同様の駆動期間を有する場合である。比較例 1 及び比較例 2 は、上記説明した実施形態に対して、第 2 直流期間が設けられていない場合である。

20

実施例 1、2 及び比較例 1、2 において、第 1 直流期間の長さは 3 ミリ秒 (ms) とした。実施例 1、2 及び比較例 1、2 において、交流期間の長さは、8 周期分とし、交流電流の周波数は、1 kHz から 1.2 kHz の間で変調された周波数とした。

【0118】

実施例 1 においては、第 2 直流期間の長さを 8 ミリ秒とし、混合期間に含まれる第 1 直流期間の数を 5 とした。

実施例 2 においては、第 2 直流期間の長さを 10 ミリ秒とし、混合期間に含まれる第 1 直流期間の数を 10 とした。

30

【0119】

比較例 1 においては、混合期間に含まれる第 1 直流期間の数を 5 とした。

比較例 2 においては、混合期間に含まれる第 1 直流期間の数を 10 とした。

なお、比較例 1、2 においては、第 2 直流期間が設けられていないため、表 1 において第 2 直流期間の長さを 0 ミリ秒として示している。

【0120】

表 1 から、比較例 1、2 では、5000 時間後のランプ電圧が初期電圧 65 V に対して、ほぼ 2 倍以上となっているのに対して、実施例 1、2 では、1.2 倍から 1.3 倍程度であることが確かめられた。ランプ電圧の上昇は、すなわち、電極が消耗して電極間距離が広がることによる放電灯の劣化を意味するため、本実施例によれば、電極の消耗を抑制し、放電灯の寿命を向上できることが確かめられた。

40

【0121】

以上により、本発明の有用性が確かめられた。

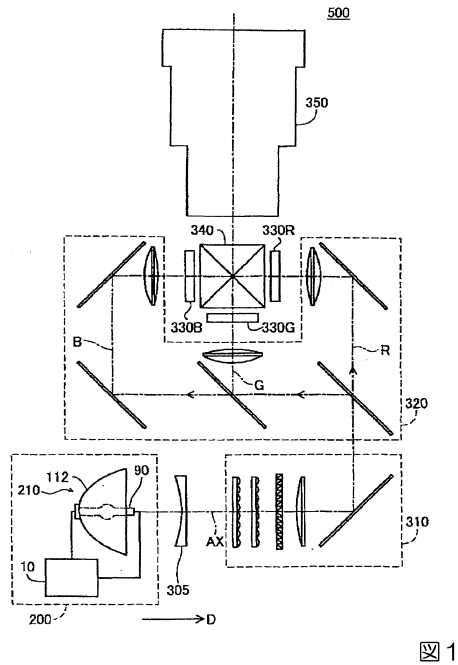
【符号の説明】

【0122】

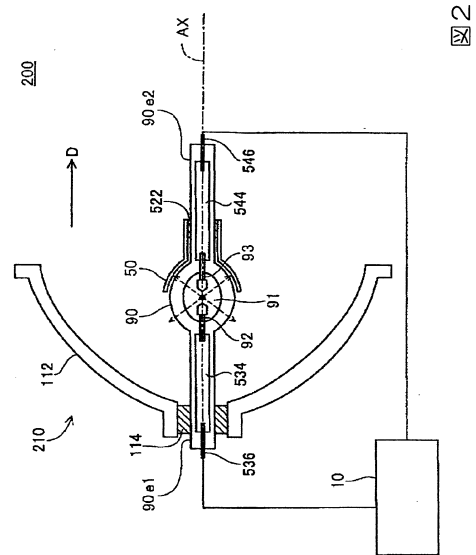
10...放電灯点灯装置(放電灯駆動装置)、40...制御部、90...放電灯、200...光源装置、230...放電灯駆動部、330R, 330G, 330B...液晶ライトバルブ(光変調素子)、350...投射光学系、500...プロジェクター、PH1...第1駆動期間(駆動期間)、PH2...第2駆動期間(駆動期間)I...駆動電流、P1, P3...混合期間、P1a, P3a...交流期間、P1b, P3b...第1直流期間、P2, P4...第2直流期間

50

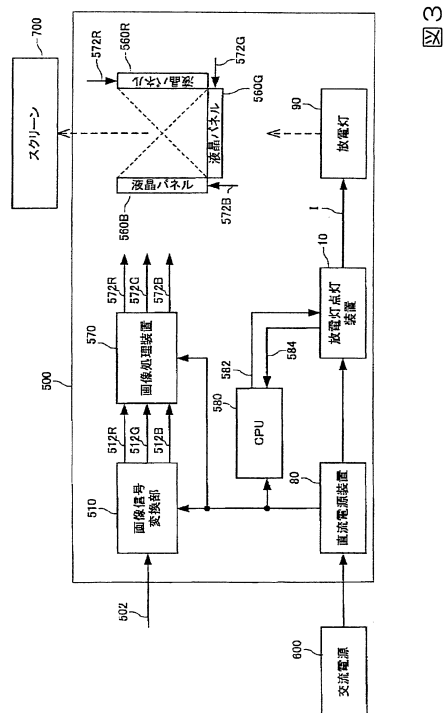
【 図 1 】



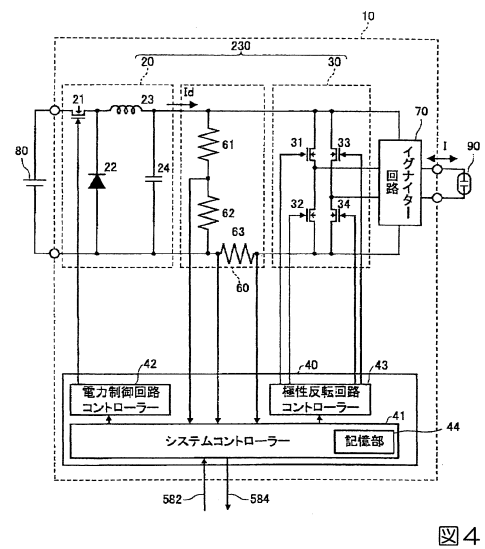
【 図 2 】



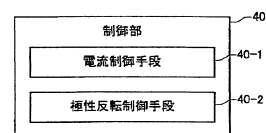
【 図 3 】



【圖 4】



【图 5】



【 図 6 】

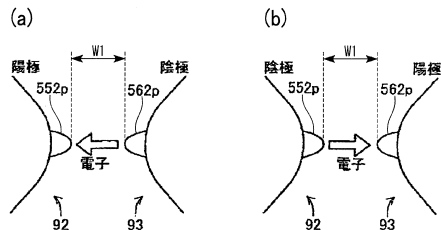
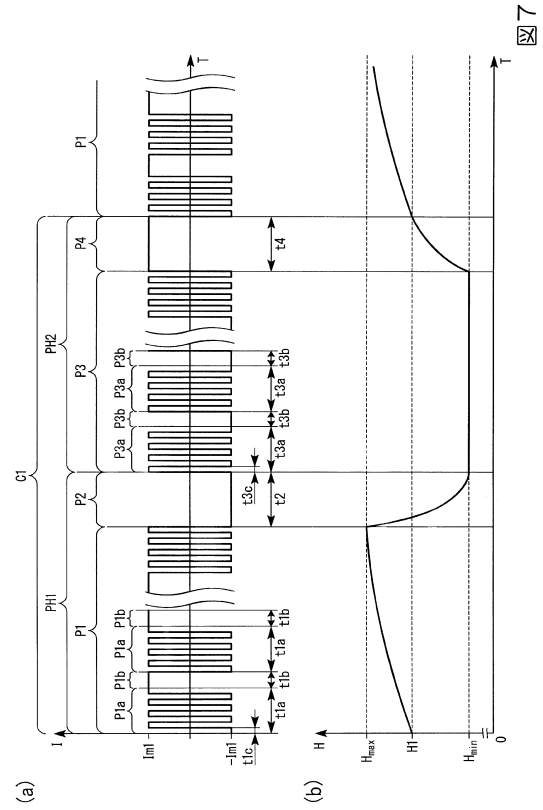


图 6

【圖 7】



フロントページの続き

審査官 山崎 晶

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 2 1 0 5 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 5 9 7 9 0 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 1 2 5 6 9 8 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 2 3 1 5 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 5 B 4 1 / 2 4 - 4 1 / 2 9 8