

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6476991号
(P6476991)

(45) 発行日 平成31年3月6日 (2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日 (2019.2.15)

(51) Int.Cl.

H05B 41/24 (2006.01)

F I

H05B 41/24

請求項の数 21 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2015-33850 (P2015-33850)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成27年2月24日 (2015.2.24)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-157562 (P2016-157562A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成28年9月1日 (2016.9.1)	(74) 代理人	100149548
審査請求日	平成29年10月12日 (2017.10.12)		弁理士 松沼 泰史
		(74) 代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳
		(74) 代理人	100114937
			弁理士 松本 裕幸
		(74) 代理人	100196058
			弁理士 佐藤 彰雄
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100146835
			弁理士 佐伯 義文

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】

第1電極および第2電極を有する放電灯に駆動電流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、
前記駆動電流は、前記放電灯に交流電流が供給される第1交流期間および第2交流期間
を有し、
前記第1交流期間は、前記第1電極が陽極となる第1極性期間と前記第2電極が陽極と
なる第2極性期間とからなり前記第1極性期間の長さが前記第2極性期間の長さよりも大
きい第1単位駆動期間が複数連続して構成され、
前記第2交流期間は、前記第1極性期間と前記第2極性期間とからなり前記第2極性期
間の長さが前記第1極性期間の長さよりも大きい第2単位駆動期間が複数連続して構成さ
れ、
時間的に隣り合う前記第1単位駆動期間の長さは、互いに異なり、
時間的に隣り合う前記第2単位駆動期間の長さは、互いに異なることを特徴とする放電
灯駆動装置。

【請求項 2】

第1電極および第2電極を有する放電灯に駆動電流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、

前記駆動電流は、前記放電灯に交流電流が供給される第 1 交流期間および第 2 交流期間を有し、

前記第 1 交流期間は、前記第 1 電極が陽極となる第 1 極性期間と前記第 2 電極が陽極となる第 2 極性期間とからなり前記第 1 極性期間の長さが前記第 2 極性期間の長さよりも大きい第 1 単位駆動期間が複数連続して構成され、

前記第 2 交流期間は、前記第 1 極性期間と前記第 2 極性期間とからなり前記第 2 極性期間の長さが前記第 1 極性期間の長さよりも大きい第 2 単位駆動期間が複数連続して構成され、

前記第 1 交流期間における前記第 1 極性期間の平均の長さ、および前記第 2 交流期間における前記第 2 極性期間の平均の長さは、前記放電灯に供給される駆動電力が小さいほど、小さく設定されることを特徴とする放電灯駆動装置。

10

【請求項 3】

第 1 電極および第 2 電極を有する放電灯に駆動電流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、

前記駆動電流は、前記放電灯に交流電流が供給される第 1 交流期間および第 2 交流期間を有し、

前記第 1 交流期間は、前記第 1 電極が陽極となる第 1 極性期間と前記第 2 電極が陽極となる第 2 極性期間とからなり前記第 1 極性期間の長さが前記第 2 極性期間の長さよりも大きい第 1 単位駆動期間が複数連続して構成され、

20

前記第 2 交流期間は、前記第 1 極性期間と前記第 2 極性期間とからなり前記第 2 極性期間の長さが前記第 1 極性期間の長さよりも大きい第 2 単位駆動期間が複数連続して構成され、

前記第 1 交流期間内において、複数の前記第 1 極性期間の長さは、時間的に後に設けられる前記第 1 極性期間ほど、小さくなるように設定され、

前記第 2 交流期間内において、複数の前記第 2 極性期間の長さは、時間的に後に設けられる前記第 2 極性期間ほど、小さくなるように設定されることを特徴とする放電灯駆動装置。

【請求項 4】

前記第 1 単位駆動期間における、前記第 2 極性期間の長さに対する前記第 1 極性期間の長さの比は、3.0 以上であり、

30

前記第 2 単位駆動期間における、前記第 1 極性期間の長さに対する前記第 2 極性期間の長さの比は、3.0 以上である、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。

【請求項 5】

前記第 1 単位駆動期間における前記第 2 極性期間の長さ、および前記第 2 単位駆動期間における前記第 1 極性期間の長さは、1.0 ms より小さい、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。

【請求項 6】

前記第 1 単位駆動期間における前記第 2 極性期間の長さ、および前記第 2 単位駆動期間における前記第 1 極性期間の長さは、0.16 ms 以上である、請求項 5 に記載の放電灯駆動装置。

40

【請求項 7】

前記第 1 単位駆動期間における前記第 1 極性期間の長さ、および前記第 2 単位駆動期間における前記第 2 極性期間の長さは、1.0 ms 以上である、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 8】

前記第 1 交流期間の長さ、および前記第 2 交流期間の長さは、5.0 ms 以上である、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 9】

50

前記第 1 交流期間の長さ、および前記第 2 交流期間の長さは、等しい、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 1 0】

前記第 1 交流期間の長さ、および前記第 2 交流期間の長さは、互いに異なる、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 1 1】

前記駆動電流は、前記放電灯に交流電流が供給される第 3 交流期間を有し、

前記第 3 交流期間は、

前記第 1 極性期間の長さと前記第 2 極性期間の長さとが等しい第 3 単位駆動期間が複数連続して構成され、

10

前記第 1 交流期間と前記第 2 交流期間とのうちの少なくとも一方の直後に設けられる、請求項 1 から 1 0 のいずれか一項に記載の放電灯駆動装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 交流期間の長さ、および前記第 2 交流期間の長さは、前記放電灯に供給される駆動電力が小さいほど、大きく設定される、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 電極と前記第 2 電極との間の電極間電圧を検出する電圧検出部をさらに備え、

前記第 1 交流期間の長さ、および前記第 2 交流期間の長さは、前記電極間電圧が大きいほど、大きく設定される、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。

20

【請求項 1 4】

前記第 1 電極と前記第 2 電極との間の電極間電圧を検出する電圧検出部をさらに備え、

前記第 1 交流期間における前記第 1 極性期間の平均の長さ、および前記第 2 交流期間における前記第 2 極性期間の平均の長さは、前記電極間電圧が大きいほど、小さく設定される、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 5】

前記第 1 交流期間内において、前記第 2 極性期間を挟んで時間的に隣り合う前記第 1 極性期間の長さは、互いに異なり、

前記第 2 交流期間内において、前記第 1 極性期間を挟んで時間的に隣り合う前記第 2 極性期間の長さは、互いに異なる、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。

30

【請求項 1 6】

時間的に隣り合う前記第 1 単位駆動期間において前記第 2 極性期間の長さに対する前記第 1 極性期間の長さの比は、互いに異なり、

時間的に隣り合う前記第 2 単位駆動期間において前記第 1 極性期間の長さに対する前記第 2 極性期間の長さの比は、互いに異なる、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】

光を射出する前記放電灯と、

請求項 1 から 1 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。

40

【請求項 1 8】

請求項 1 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。

【請求項 1 9】

第 1 電極および第 2 電極を有する放電灯に駆動電流を供給して、前記放電灯を駆動させる放電灯駆動方法であって、

前記放電灯に交流電流が供給される第 1 交流期間と、前記放電灯に交流電流が供給され

50

る第 2 交流期間と、を有する駆動電流を前記放電灯に供給するステップを備え、

前記第 1 交流期間は、前記第 1 電極が陽極となる第 1 極性期間と前記第 2 電極が陽極となる第 2 極性期間とからなり前記第 1 極性期間の長さが前記第 2 極性期間の長さよりも大きい第 1 単位駆動期間が複数連続して構成され、

前記第 2 交流期間は、前記第 1 極性期間と前記第 2 極性期間とからなり前記第 2 極性期間の長さが前記第 1 極性期間の長さよりも大きい第 2 単位駆動期間が複数連続して構成され、

時間的に隣り合う前記第 1 単位駆動期間の長さは、互いに異なり、

時間的に隣り合う前記第 2 単位駆動期間の長さは、互いに異なることを特徴とする放電灯駆動方法。

10

【請求項 20】

第 1 電極および第 2 電極を有する放電灯に駆動電流を供給して、前記放電灯を駆動させる放電灯駆動方法であって、

前記放電灯に交流電流が供給される第 1 交流期間と、前記放電灯に交流電流が供給される第 2 交流期間と、を有する駆動電流を前記放電灯に供給するステップを備え、

前記第 1 交流期間は、前記第 1 電極が陽極となる第 1 極性期間と前記第 2 電極が陽極となる第 2 極性期間とからなり前記第 1 極性期間の長さが前記第 2 極性期間の長さよりも大きい第 1 単位駆動期間が複数連続して構成され、

前記第 2 交流期間は、前記第 1 極性期間と前記第 2 極性期間とからなり前記第 2 極性期間の長さが前記第 1 極性期間の長さよりも大きい第 2 単位駆動期間が複数連続して構成され、

20

前記第 1 交流期間における前記第 1 極性期間の平均の長さ、および前記第 2 交流期間における前記第 2 極性期間の平均の長さを、前記放電灯に供給される駆動電力が小さいほど、小さく設定することを特徴とする放電灯駆動方法。

【請求項 21】

第 1 電極および第 2 電極を有する放電灯に駆動電流を供給して、前記放電灯を駆動させる放電灯駆動方法であって、

前記放電灯に交流電流が供給される第 1 交流期間と、前記放電灯に交流電流が供給される第 2 交流期間と、を有する駆動電流を前記放電灯に供給するステップを備え、

前記第 1 交流期間は、前記第 1 電極が陽極となる第 1 極性期間と前記第 2 電極が陽極となる第 2 極性期間とからなり前記第 1 極性期間の長さが前記第 2 極性期間の長さよりも大きい第 1 単位駆動期間が複数連続して構成され、

30

前記第 2 交流期間は、前記第 1 極性期間と前記第 2 極性期間とからなり前記第 2 極性期間の長さが前記第 1 極性期間の長さよりも大きい第 2 単位駆動期間が複数連続して構成され、

前記第 1 交流期間内において、複数の前記第 1 極性期間の長さを、時間的に後に設けられる前記第 1 極性期間ほど、小さくなるように設定し、

前記第 2 交流期間内において、複数の前記第 2 極性期間の長さを、時間的に後に設けられる前記第 2 極性期間ほど、小さくなるように設定することを特徴とする放電灯駆動方法

40

【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】

放電灯が劣化してランプ電圧が低下すると、電極が溶融しにくくなるため、電極先端の突起が細くなり、放電灯の劣化が加速的に進行する問題が知られている。

これに対して、例えば、特許文献 1 に示すように、放電灯に供給される交流電流の間に

50

直流電流を挿入し、放電灯の劣化状態の進行に伴って直流電流成分を増加させる方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2011-23288号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記のような方法では、直流電流によって陽極となる側の電極先端の突起の溶融量が向上される一方で、陰極となる側の電極の温度は低下するため、陰極となる側の電極先端の形状が変形し、フリッカーが生じる問題があった。したがって、放電灯の寿命を十分に向上できない場合があった。

10

【0005】

本発明の一つの態様は、上記問題点に鑑みて成されたものであって、放電灯の寿命を向上できる放電灯駆動装置、そのような放電灯駆動装置を備える光源装置、およびそのような光源装置を備えるプロジェクターを提供することを目的の一つとする。また、本発明の一つの態様は、放電灯の寿命を向上できる放電灯駆動方法を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

本発明の放電灯駆動装置の一つの態様は、第1電極および第2電極を有する放電灯に駆動電流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、前記駆動電流は、前記放電灯に交流電流が供給される第1交流期間および第2交流期間を有し、前記第1交流期間は、前記第1電極が陽極となる第1極性期間と前記第2電極が陽極となる第2極性期間とからなり前記第1極性期間の長さが前記第2極性期間の長さよりも大きい第1単位駆動期間が複数連続して構成され、前記第2交流期間は、前記第1極性期間と前記第2極性期間とからなり前記第2極性期間の長さが前記第1極性期間の長さよりも大きい第2単位駆動期間が複数連続して構成されることを特徴とする。

【0007】

30

本発明の放電灯駆動装置の一つの態様によれば、第1交流期間を構成する第1単位駆動期間において、第2極性期間の長さに対する第1極性期間の長さの比が1より大きい。そのため、第1交流期間において、第1極性期間の長さの合計が、第2極性期間の長さの合計よりも大きくなり、第1極性期間において陽極となる第1電極における先端の突起の溶融量を向上できる。一方で、第1交流期間を構成する複数の第1単位駆動期間ごとに、第1極性期間よりも短い時間、反対極性となる第2極性期間が設けられているため、第2極性期間において陽極となる第2電極の温度が低下することを抑制できる。これにより、第2電極における先端の突起が変形することを抑制でき、フリッカーが生じることを抑制できる。第2交流期間においても、第1電極と第2電極とが逆となることを除いて同様である。

40

【0008】

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、加熱される側の電極における先端の突起の溶融量を向上させつつ、加熱されるのと逆側の電極における先端の突起の変形を抑制してフリッカーを抑制できるため、放電灯の寿命を向上できる放電灯駆動装置が得られる。

なお、加熱される側の電極とは、第1交流期間においては第1電極であり、第2交流期間においては、第2電極である。

【0009】

前記第1単位駆動期間における、前記第2極性期間の長さに対する前記第1極性期間の長さの比は、3.0以上であり、前記第2単位駆動期間における、前記第1極性期間の長

50

さに対する前記第2極性期間の長さの比は、3.0以上である構成としてもよい。

この構成によれば、加熱されるのと逆側の電極の温度が低下することを抑制しつつ、加熱される側の電極における先端の突起の溶融量をより向上できる。

【0010】

前記第1単位駆動期間における前記第2極性期間の長さ、および前記第2単位駆動期間における前記第1極性期間の長さは、1.0msより小さい構成としてもよい。

この構成によれば、加熱される側の電極が陽極となる時間を、相対的に大きくできるため、加熱される側の電極における先端の突起の溶融量をより向上できる。

【0011】

前記第1単位駆動期間における前記第2極性期間の長さ、および前記第2単位駆動期間における前記第1極性期間の長さは、0.16ms以上である構成としてもよい。

この構成によれば、加熱されるのと逆側の電極の温度が低下することを抑制できる。

【0012】

前記第1単位駆動期間における前記第1極性期間の長さ、および前記第2単位駆動期間における前記第2極性期間の長さは、1.0ms以上である構成としてもよい。

この構成によれば、加熱される側の電極における先端の突起の溶融量をより向上できる。

【0013】

前記第1交流期間の長さ、および前記第2交流期間の長さは、5.0ms以上である構成としてもよい。

この構成によれば、加熱される側の電極における先端の突起の溶融量をより向上できる。

【0014】

前記第1交流期間の長さ、および前記第2交流期間の長さは、等しい構成としてもよい。

この構成によれば、第1電極と第2電極とをバランスよく加熱して溶融させることができる。

【0015】

前記第1交流期間の長さ、および前記第2交流期間の長さは、互いに異なる構成としてもよい。

この構成によれば、第1交流期間と第2交流期間とのうちの長い方の期間において、加熱される側の電極の温度をより高くすることができるため、突起の溶融量をより向上できる。

【0016】

前記駆動電流は、前記放電灯に交流電流が供給される第3交流期間を有し、前記第3交流期間は、前記第1極性期間の長さと前記第2極性期間の長さとが等しい第3単位駆動期間が複数連続して構成され、前記第1交流期間と前記第2交流期間とのうちの少なくとも一方の直後に設けられる構成としてもよい。

この構成によれば、突起の形状や、成長度合いを制御できる。

【0017】

前記第1交流期間の長さは、前記放電灯に供給される駆動電力が小さいほど、大きく設定される構成としてもよい。

この構成によれば、駆動電力が小さい場合に、第1電極における突起の溶融量を向上できる。

【0018】

前記第1交流期間における前記第1極性期間の平均の長さは、前記放電灯に供給される駆動電力が小さいほど、小さく設定される構成としてもよい。

この構成によれば、駆動電力が小さい場合において、第1交流期間の長さを大きくした際に、加熱されるのと逆側の第2電極の温度が低下することを抑制できる。

【0019】

前記第 1 電極と前記第 2 電極との間の電極間電圧を検出する電圧検出部をさらに備え、前記第 1 交流期間の長さは、前記電極間電圧が大きいほど、大きく設定される構成としてもよい。

この構成によれば、電極間電圧が大きい場合に、第 1 電極における突起の溶融量を向上できる。

【 0 0 2 0 】

前記第 1 交流期間における前記第 1 極性期間の平均の長さは、前記電極間電圧が大きいほど、小さく設定される構成としてもよい。

この構成によれば、電極間電圧が大きい場合において、第 1 交流期間の長さを大きくした際に、加熱されるのと逆側の第 2 電極の温度が低下することを抑制できる。

10

【 0 0 2 1 】

時間的に隣り合う前記第 1 単位駆動期間の長さは、互いに異なる構成としてもよい。

この構成によれば、例えば、プロジェクターに搭載した際に、電極の極性の切換えによる駆動電流のオーバーシュートがプロジェクターの液晶パネルと干渉してノイズを生じることを抑制できる。

【 0 0 2 2 】

前記第 1 交流期間内において、前記第 2 極性期間を挟んで時間的に隣り合う前記第 1 極性期間の長さは、互いに異なる構成としてもよい。

この構成によれば、第 1 交流期間において、第 1 極性期間ごとに第 1 電極に与える熱負荷が変動するため、突起の成長が安定する。

20

【 0 0 2 3 】

前記第 1 交流期間内において、複数の前記第 1 極性期間の長さは、時間的に後に設けられる前記第 1 極性期間ほど、小さくなるように設定される構成としてもよい。

この構成によれば、加熱されるのと逆側の第 2 電極の温度が低下することを抑制できる。

【 0 0 2 4 】

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

【 0 0 2 5 】

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

30

【 0 0 2 6 】

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 2 7 】

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

【 0 0 2 8 】

本発明の放電灯駆動方法の一つの態様は、第 1 電極および第 2 電極を有する放電灯に駆動電流を供給して、前記放電灯を駆動させる放電灯駆動方法であって、前記放電灯に交流電流が供給される第 1 交流期間と、前記放電灯に交流電流が供給される第 2 交流期間と、を有する駆動電流を前記放電灯に供給するステップを備え、前記第 1 交流期間は、前記第 1 電極が陽極となる第 1 極性期間と前記第 2 電極が陽極となる第 2 極性期間とからなり前記第 1 極性期間の長さが前記第 2 極性期間の長さよりも大きい第 1 単位駆動期間が複数連続して構成され、前記第 2 交流期間は、前記第 1 極性期間と前記第 2 極性期間とからなり前記第 2 極性期間の長さが前記第 1 極性期間の長さよりも大きい第 2 単位駆動期間が複数連続して構成されることを特徴とする。

40

【 0 0 2 9 】

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

50

命を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 0 】

【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 実施形態の駆動電流波形を示す図である。

【図 8】第 2 実施形態の駆動電流波形を示す図である。

【図 9】第 3 実施形態の駆動電流波形を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 1 】

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。

【 0 0 3 2 】

< 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 5 0 0 は、光源装置 2 0 0 と、平行化レンズ 3 0 5 と、照明光学系 3 1 0 と、色分離光学系 3 2 0 と、3 つの液晶ライトバルブ 3 3 0 R , 3 3 0 G , 3 3 0 B (光変調素子) と、クロスダイクロイックプリズム 3 4 0 と、投射光学系 3 5 0 と、を備えている。

【 0 0 3 3 】

光源装置 2 0 0 から射出された光は、平行化レンズ 3 0 5 を通過して照明光学系 3 1 0 に入射する。平行化レンズ 3 0 5 は、光源装置 2 0 0 からの光を平行化する。

【 0 0 3 4 】

照明光学系 3 1 0 は、光源装置 2 0 0 から射出される光の照度を、液晶ライトバルブ 3 3 0 R , 3 3 0 G , 3 3 0 B 上において均一化するように調整する。さらに、照明光学系 3 1 0 は、光源装置 2 0 0 から射出される光の偏光方向を一方向に揃える。その理由は、光源装置 2 0 0 から射出される光を液晶ライトバルブ 3 3 0 R , 3 3 0 G , 3 3 0 B で有効に利用するためである。

【 0 0 3 5 】

照度分布と偏光方向とが調整された光は、色分離光学系 3 2 0 に入射する。色分離光学系 3 2 0 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 3 3 0 R , 3 3 0 G , 3 3 0 B によりそれぞれ変調される。液晶ライトバルブ 3 3 0 R , 3 3 0 G , 3 3 0 B は、後述する液晶パネル 5 6 0 R , 5 6 0 G , 5 6 0 B と、偏光板 (図示せず) と、を備えている。偏光板は、液晶パネル 5 6 0 R , 5 6 0 G , 5 6 0 B のそれぞれの光入射側および光射出側に配置される。

【 0 0 3 6 】

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 3 4 0 により合成される。合成光は投射光学系 3 5 0 に入射する。投射光学系 3 5 0 は、入射光をスクリーン 7 0 0 (図 3 参照) に投射する。これにより、スクリーン 7 0 0 上に映像が表示される。なお、平行化レンズ 3 0 5 、照明光学系 3 1 0 、色分離光学系 3 2 0 、クロスダイクロイックプリズム 3 4 0 、投射光学系 3 5 0 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。

【 0 0 3 7 】

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

【0038】

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。

【0039】

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。

【0040】

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。

【0041】

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。

【0042】

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 W_d 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。

【0043】

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。

【0044】

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。

【0045】

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

【0046】

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

【0047】

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。

【0048】

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

【0049】

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。

【0050】

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

【0051】

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。

【0052】

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

【0053】

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（電圧検出部）60 と、イグナイター回路 70 と、を備えている。

【0054】

電力制御回路 20 は、放電灯 90 に供給する駆動電力 W_d 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

50

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 5 5 】

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。

【 0 0 5 6 】

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 5 7 】

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。

【 0 0 5 8 】

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 5 9 】

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。

【 0 0 6 0 】

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。

【 0 0 6 1 】

すなわち、極性反転回路 30 は、第 1 のスイッチ素子 31 および第 4 のスイッチ素子 34 が ON のときには第 2 のスイッチ素子 32 および第 3 のスイッチ素子 33 が OFF であり、第 1 のスイッチ素子 31 および第 4 のスイッチ素子 34 が OFF のときには第 2 のスイッチ素子 32 および第 3 のスイッチ素子 33 が ON であるように制御される。したがって、第 1 のスイッチ素子 31 および第 4 のスイッチ素子 34 が ON のときには、コンデンサ 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。

【0062】

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 (駆動電力) を放電灯 90 に供給する。

【0063】

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

【0064】

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。

【0065】

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) V_{la} 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。

【0066】

本実施形態においては、システムコントローラ 41 は、記憶部 44 を含んで構成されている。記憶部 44 は、システムコントローラ 41 とは独立に設けられてもよい。

【0067】

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 を制御してもよい。記憶部 44 には、例えば、駆動電流 I が同一極性で継続する保持時間、駆動電流 I の電流値、周波数、波形、変調パターン等の駆動パラメータに関する情報が格納されていてもよい。

【0068】

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。

【0069】

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。

【0070】

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

【0071】

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

10

20

30

40

50

されてもよい。

【0072】

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。

【0073】

動作検出部60は、本実施形態においては、放電灯90のランプ電圧を検出して制御部40にランプ電圧情報を出力する電圧検出部を含む。また、動作検出部60は、駆動電流Iを検出して制御部40に駆動電流情報を出力する電流検出部などを含んでいてもよい。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。

10

【0074】

本実施形態において、動作検出部60の電圧検出部は、放電灯90と並列に、互いに直列接続された第1の抵抗61および第2の抵抗62で分圧した電圧によりランプ電圧 V_{1a} 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。

【0075】

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。

20

【0076】

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。

30

【0077】

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。

【0078】

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。

40

【0079】

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

【0080】

次に、制御部40による放電灯駆動部230の制御について説明する。

図7は、本実施形態の放電灯90に供給される駆動電流Iの駆動電流波形DW1を示す図である。図7において、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。

50

本実施形態において制御部 40 は、図 7 に示す駆動電流波形 DW1 に従って放電灯駆動部 230 を制御する。

【0081】

[駆動電流波形]

駆動電流波形 DW1 は、図 7 に示すように、複数の制御サイクル C1 が連続して構成される。制御サイクル C1 は、第 1 交流期間 PH11 と、第 2 交流期間 PH21 と、を含む。すなわち、駆動電流波形 DW1 (駆動電流 I) は、第 1 交流期間 PH11 と、第 2 交流期間 PH21 と、を有する。第 1 交流期間 PH11 と第 2 交流期間 PH21 とは、駆動電流 I として、電流値 Im1 と電流値 - Im1 との間で極性が反転される交流電流が放電灯 90 に供給される期間である。

10

【0082】

(交流期間)

第 1 交流期間 PH11 は、第 1 電極 92 が加熱される期間である。第 1 交流期間 PH11 は、第 1 電極 92 が陽極となる第 1 極性期間 P11a と第 2 電極 93 が陽極となる第 2 極性期間 P11b とからなる第 1 単位駆動期間 U11 が複数連続して構成されている。本実施形態においては、第 1 交流期間 PH11 は、例えば、6 つの第 1 単位駆動期間 U11、すなわち、第 1 単位駆動期間 U11a と、第 1 単位駆動期間 U11b と、第 1 単位駆動期間 U11c と、第 1 単位駆動期間 U11d と、第 1 単位駆動期間 U11e と、第 1 単位駆動期間 U11f と、がこの順で連続して構成されている。

【0083】

20

第 2 交流期間 PH21 は、第 2 電極 93 が加熱される期間である。第 2 交流期間 PH21 は、第 1 電極 92 が陽極となる第 1 極性期間 P21a と第 2 電極 93 が陽極となる第 2 極性期間 P21b とからなる第 2 単位駆動期間 U21 が複数連続して構成されている。本実施形態においては、第 2 交流期間 PH21 は、例えば、6 つの第 2 単位駆動期間 U21、すなわち、第 2 単位駆動期間 U21a と、第 2 単位駆動期間 U21b と、第 2 単位駆動期間 U21c と、第 2 単位駆動期間 U21d と、第 2 単位駆動期間 U21e と、第 2 単位駆動期間 U21f と、がこの順で連続して構成されている。

【0084】

本実施形態の駆動電流波形 DW1 においては、第 1 交流期間 PH11 と第 2 交流期間 PH21 とは、極性が反転している点を除いて同様の波形を有する。すなわち、各第 1 単位駆動期間 U11a ~ U11f における第 1 極性期間 P11a の長さ t11a は、各第 2 単位駆動期間 U21a ~ U21f における第 2 極性期間 P21b の長さ t21b とそれぞれ同じである。各第 1 単位駆動期間 U11a ~ U11f における第 2 極性期間 P11b の長さ t11b は、各第 2 単位駆動期間 U21a ~ U21f における第 1 極性期間 P21a の長さ t21a と同じである。

30

【0085】

そのため、本実施形態においては、第 1 交流期間 PH11 の長さ t11 と第 2 交流期間 PH21 の長さ t21 とは、等しい。

本実施形態において、第 1 交流期間 PH11 の長さ t11 および第 2 交流期間 PH21 の長さ t21 は、例えば、5 . 0 ms (ミリ秒) 以上に設定される。このように設定することで、第 1 電極 92 および第 2 電極 93 における突起 552 p および突起 562 p の溶融量を向上できる。

40

【0086】

なお、本明細書において、2 つの期間の長さが等しいとは、2 つの期間の長さが厳密に同一である場合だけでなく、2 つの期間の長さの比が、0 . 9 以上、1 . 1 以下程度である範囲を含む。

【0087】

上述したように、本実施形態においては、第 1 交流期間 PH11 と第 2 交流期間 PH21 とは、極性が反転していることを除いて同様の波形を有するため、以下の説明においては、代表して第 1 交流期間 PH11 についてのみ説明する場合がある。

50

【 0 0 8 8 】

(単位駆動期間)

第 1 交流期間 P H 1 1 の第 1 単位駆動期間 U 1 1 において、第 2 極性期間 P 1 1 b の長さ t_{11b} に対する第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t_{11a} の比は、1 より大きい。言い換えると、第 1 単位駆動期間 U 1 1 において、第 2 極性に保持される保持時間に対する第 1 極性に保持される保持時間の保持時間比は、所定値 X ($X > 1$) 以上となるように設定される。そのため、第 1 単位駆動期間 U 1 1 においては、第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t_{11a} は、第 2 極性期間 P 1 1 b の長さ t_{11b} より大きい。

【 0 0 8 9 】

これにより、複数の第 1 単位駆動期間 U 1 1 が連続して構成されている第 1 交流期間 P H 1 1 においては、第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t_{11a} の合計が、第 2 極性期間 P 1 1 b の長さ t_{11b} の合計より大きい。したがって、第 1 交流期間 P H 1 1 においては、第 1 極性期間 P 1 1 a において陽極となる第 1 電極 9 2 が加熱される。

10

【 0 0 9 0 】

本実施形態においては、例えば、上記の所定値 X は、3 . 0 以上に設定される。言い換えると、第 1 交流期間 P H 1 1 における、第 2 極性期間 P 1 1 b の長さ t_{11b} に対する第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t_{11a} の比 (保持時間比) は、3 . 0 以上である。

このように設定することで、加熱されるのと逆の電極、すなわち、第 1 交流期間 P H 1 1 においては第 2 電極 9 3 の温度が低下することを抑制しつつ、第 1 交流期間 P H 1 1 において加熱される第 1 電極 9 2 の溶融量をより向上できる。

20

【 0 0 9 1 】

本実施形態においては、各第 1 単位駆動期間 U 1 1 a ~ U 1 1 f の長さは、互いに異なる。これにより、本実施形態においては、時間的に隣り合う第 1 単位駆動期間 U 1 1 の長さは、互いに異なる。

【 0 0 9 2 】

本実施形態においては、例えば、第 1 単位駆動期間 U 1 1 における第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t_{11a} は、1 . 0 m s (ミリ秒) 以上である。言い換えると、第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t_{11a} は、5 0 0 H z の交流電流の半周期の長さ以上である。

このように設定することで、第 1 電極 9 2 における先端の突起 5 5 2 p の溶融量を効果的に向上できる。

30

【 0 0 9 3 】

また、第 1 単位駆動期間 U 1 1 における第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t_{11a} は、5 . 0 m s (ミリ秒) 以下、すなわち、1 0 0 H z の交流電流の半周期の長さ以下が好ましい。第 1 極性期間 P 1 1 a において陰極である第 2 電極 9 3 の温度が低下することを効果的に抑制できるためである。

【 0 0 9 4 】

本実施形態においては、例えば、各第 1 単位駆動期間 U 1 1 a ~ U 1 1 f にそれぞれ含まれる第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t_{11a} は、互いに異なる。これにより、第 1 交流期間 P H 1 1 において、第 2 極性期間 P 1 1 b を挟んで隣り合う第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t_{11a} は、互いに異なる。

40

【 0 0 9 5 】

本実施形態において、第 1 単位駆動期間 U 1 1 における第 2 極性期間 P 1 1 b の長さ t_{11b} は、例えば、約 0 . 1 6 m s (ミリ秒) 以上であり、かつ、1 . 0 m s (ミリ秒) より小さい。言い換えると、第 2 極性期間 P 1 1 b の長さ t_{11b} は、3 k H z の交流電流の半周期の長さ以上であり、かつ、5 0 0 H z の交流電流の半周期の長さより小さい。

このように設定することで、第 1 交流期間 P H 1 1 において、第 2 電極 9 3 の温度が低下することを抑制しつつ、第 1 電極 9 2 の溶融量をより向上できる。

【 0 0 9 6 】

第 1 交流期間 P H 1 1 における第 1 単位駆動期間 U 1 1 の第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t_{11a} および第 2 極性期間 P 1 1 b の長さ t_{11b} の一例を表 1 に示す。表 1 において

50

は、合わせて第2極性期間P11bの長さt11bに対する第1極性期間P11aの長さt11aの比、すなわち、第2極性の保持時間に対する第1極性の保持時間の保持時間比を示している。

【0097】

【表1】

第1単位 駆動期間 U11	第1極性期間の 長さ t11a (ms)	第2極性期間の 長さ t11b (ms)	保持時間比 (第1極性期間の長さ t11a/ 第2極性期間の長さ t11b)
U11a	2.15	0.35	6.14
U11b	1.93	0.4	4.83
U11c	1.77	0.45	3.93
U11d	1.6	0.45	3.56
U11e	1.43	0.4	3.58
U11f	1.26	0.35	3.60

10

【0098】

20

表1では、一例として、第1単位駆動期間U11aから第1単位駆動期間U11fの順に、第1極性期間P11aの長さt11aが小さくなるように設定されている。言い換えると、第1交流期間PH11内において、複数の第1極性期間P11aの長さt11aは、時間的に後に設けられる第1極性期間P11aほど、小さくなるように設定されている。

【0099】

第2交流期間PH21の第2単位駆動期間U21において、第1極性期間P21aの長さt21aに対する第2極性期間P21bの長さt21bの比は、第1単位駆動期間U11と同様に、1より大きい。言い換えると、第2単位駆動期間U21において、第1極性に保持される保持時間に対する第2極性に保持される保持時間の保持時間比は、所定値X (X>1) 以上となるように設定される。そのため、第2単位駆動期間U21においては、第2極性期間P21bの長さt21bは、第1極性期間P21aの長さt21aより大きい。

30

【0100】

これにより、複数の第2単位駆動期間U21が連続して構成されている第2交流期間PH21においては、第2極性期間P21bの長さt21bの合計が、第1極性期間P21aの長さt21aの合計より大きい。したがって、第2交流期間PH21においては、第2極性期間P21bにおいて陽極となる第2電極93が加熱される。

【0101】

上述したように、本実施形態においては、所定値Xは、3.0以上に設定される。すなわち、第2交流期間PH21における、第1極性期間P21aの長さt21aに対する第2極性期間P21bの長さt21bの比(保持時間比)は、3.0以上である。

40

このように設定することで、第2交流期間PH21において、第1電極92の温度が低下することを抑制しつつ、第2電極93の溶融量をより向上できる。

【0102】

本実施形態においては、例えば、第2単位駆動期間U21における第2極性期間P21bの長さt21bは、第1単位駆動期間U11における第1極性期間P11aの長さt11aと同様に、1.0ms(ミリ秒)以上である。

このように設定することで、加熱する側の電極における先端の突起の溶融量を向上できる。

50

【0103】

また、第2単位駆動期間U21における第2極性期間P21bの長さt21bは、第1単位駆動期間U11における第1極性期間P11aの長さt11aと同様に、5.0ms(ミリ秒)以下、すなわち、100Hzの交流電流の半周期の長さ以下が好ましい。第2極性期間P21bにおいて陰極である第1電極92の温度が低下することを効果的に抑制できるためである。

【0104】

本実施形態において、第2単位駆動期間U21における第1極性期間P21aの長さt21aは、第1交流期間PH11における第2極性期間P11bの長さt11bと同様に、例えば、約0.16ms(ミリ秒)以上であり、かつ、1.0ms(ミリ秒)より小さい。

10

【0105】

以上に説明したように、本実施形態の制御部40は、駆動電流波形DW1に従って、上記説明した各期間に応じた駆動電流Iが放電灯90に供給されるようにして放電灯駆動部230を制御する。

【0106】

上記の制御部40による放電灯駆動部230の制御は、放電灯駆動方法として表現することもできる。すなわち、本実施形態の放電灯駆動方法は、第1電極92および第2電極93を有する放電灯90に駆動電流Iを供給して、放電灯90を駆動させる放電灯駆動方法であって、放電灯90に交流電流が供給される第1交流期間PH11と、放電灯90に交流電流が供給される第2交流期間PH21と、を有し、第1交流期間PH11は、第1電極92が陽極となる第1極性期間P11aと第2電極93が陽極となる第2極性期間P11bとからなる第1単位駆動期間U11が複数連続して構成され、第2交流期間PH21は、第1極性期間P21aと第2極性期間P21bとからなる第2単位駆動期間U21が複数連続して構成され、第1単位駆動期間U11における、第2極性期間P11bの長さt11bに対する第1極性期間P11aの長さt11aの比は、1より大きく、第2単位駆動期間U21における、第1極性期間P21aの長さt21aに対する第2極性期間P21bの長さt21bの比は、1より大きいことを特徴とする。

20

【0107】

本実施形態によれば、第1交流期間PH11を構成する第1単位駆動期間U11において、第2極性期間P11bの長さt11bに対する第1極性期間P11aの長さt11aの比が1より大きい。そのため、第1交流期間PH11において、第1極性期間P11aの長さt11aの合計が、第2極性期間P11bの長さt11bの合計よりも大きくなり、第1極性期間P11aにおいて陽極となる第1電極92の突起552pの溶融量を向上できる。

30

【0108】

一方で、第1交流期間PH11を構成する複数の第1単位駆動期間U11ごとに、第1極性期間P11aよりも短い時間、反対極性となる第2極性期間P11bが設けられているため、第2極性期間P11bにおいて陽極となる第2電極93の温度が低下することを抑制できる。これにより、第2電極93の突起562pが変形することを抑制でき、フリッカーが生じることを抑制できる。第2交流期間PH21においても、極性が反転する点を除いて同様である。

40

【0109】

したがって、本実施形態によれば、加熱される側の電極における先端の突起の溶融量を向上させつつ、加熱されるのと逆側の電極における先端の突起の変形を抑制してフリッカーを抑制できるため、放電灯90の寿命を向上できる放電灯駆動装置が得られる。

【0110】

また、本実施形態によれば、所定値Xが3.0以上に設定されるため、すなわち、第2極性期間P11bの長さt11bに対する第1極性期間P11aの長さt11aの比が3.0以上であるため、第2電極93の温度が低下することを抑制しつつ、第1交流期間P

50

H 1 1 において第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p の溶融量を向上できる。したがって、第 2 電極 9 3 の突起 5 6 2 p が変形してフリッカーが生じることを抑制できるとともに、第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p を溶融して成長させることができ、突起 5 5 2 p の形状を太く維持できる。

【 0 1 1 1 】

また、本実施形態によれば、第 1 単位駆動期間 U 1 1 における第 1 極性期間 P 1 1 a の長さは、1 . 0 m s (ミリ秒) 以上である。そのため、第 1 交流期間 P H 1 1 において第 1 電極 9 2 が加熱される時間を十分に長くすることができ、第 1 電極 9 2 を適切に溶融できる。

【 0 1 1 2 】

10

また、本実施形態によれば、第 1 単位駆動期間 U 1 1 における第 2 極性期間 P 1 1 b の長さ t 1 1 b は、0 . 1 6 m s (ミリ秒) 以上であり、かつ、1 . 0 m s (ミリ秒) より小さく設定される。これにより、第 1 交流期間 P H 1 1 において、第 2 電極 9 3 の温度が低下することを抑制しつつ、第 1 電極 9 2 の溶融量をより向上できる。

【 0 1 1 3 】

また、本実施形態によれば、第 1 交流期間 P H 1 1 の長さ t 1 1 が 5 . 0 m s (ミリ秒) 以上に設定される。これにより、第 1 電極 9 2 を適切に溶融することができる。

【 0 1 1 4 】

また、本実施形態によれば、第 1 交流期間 P H 1 1 の長さ t 1 1 と第 2 交流期間 P H 2 1 の長さ t 2 1 とは、等しく設定される。そのため、第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 とをバ

20

【 0 1 1 5 】

また、本実施形態によれば、隣り合う第 1 単位駆動期間 U 1 1 の長さは、互いに異なるため、第 1 極性と第 2 極性とが切り替わるタイミングが、不規則になる。そのため、第 1 極性と第 2 極性とが切り替わる際に生じる、駆動電流 I のオーバーシュートがプロジェクター 5 0 0 の液晶パネル 5 6 0 R , 5 6 0 G , 5 6 0 B と干渉してノイズが発生することを抑制できる。

【 0 1 1 6 】

また、本実施形態によれば、第 1 交流期間 P H 1 1 において第 2 極性期間 P 1 1 b を挟んで隣り合う第 1 極性期間 P 1 1 a の長さは、互いに異なるため、第 1 単位駆動期間 U 1 1 ごとに第 1 電極 9 2 に加えられる熱負荷が変動する。これにより、第 1 電極 9 2 の溶融度合いが変動し、突起 5 5 2 p の成長が安定する。

30

【 0 1 1 7 】

また、第 1 極性期間 P 1 1 a で陰極となる第 2 電極 9 3 は、第 2 極性期間 P 1 1 b が設けられることによって、温度低下がある程度抑制されるものの、第 2 電極 9 3 の温度は、第 1 交流期間 P H 1 1 内において、時間の経過とともに徐々に低下する場合がある。

【 0 1 1 8 】

これに対して、本実施形態の表 1 に示した一例によれば、第 1 交流期間 P H 1 1 内において、複数の第 1 極性期間 P 1 1 a の長さ t 1 1 a は、時間的に後に設けられる第 1 極性期間 P 1 1 a ほど、小さくなるように設定される。そのため、第 1 交流期間 P H 1 1 内において、時間が経過するほど、第 2 極性期間 P 1 1 b に切り替わる間隔が短くなり、第 2 電極 9 3 の温度が低下することをより抑制できる。

40

【 0 1 1 9 】

なお、本実施形態においては、以下の構成および方法を採用してもよい。

【 0 1 2 0 】

本実施形態においては、第 1 交流期間 P H 1 1 に含まれる第 1 単位駆動期間 U 1 1 の数および第 2 交流期間 P H 2 1 に含まれる第 2 単位駆動期間 U 2 1 の数は、5 つ以下であってもよいし、7 つ以上であってもよい。

また、本実施形態においては、第 1 交流期間 P H 1 1 に含まれる第 1 単位駆動期間 U 1 1 の数と、第 2 交流期間 P H 2 1 に含まれる第 2 単位駆動期間 U 2 1 の数とは、それぞれ

50

異なってもよい。

【0121】

また、本実施形態においては、第1交流期間PH11と第2交流期間PH21とのうち、いずれか一方のみにおいて、単位駆動期間の長さが互いに異なってもよい。

また、本実施形態においては、第1交流期間PH11と第2交流期間PH21とのうち、第1交流期間PH11のみにおいて、第2極性期間P11bを挟んで時間的に隣り合う第1極性期間P11aの長さt11aが互いに異なってもよいし、第2交流期間PH21のみにおいて、第1極性期間P21aを挟んで隣り合う第2極性期間P21bの長さt21bが互いに異なってもよい。

【0122】

また、本実施形態においては、第1交流期間PH11と第2交流期間PH21とのうち、第1交流期間PH11内のみにおいて、第1極性期間P11aの長さt11aが、時間的に後に設けられる第1極性期間P11aほど、小さくなるように設定されてもよいし、第2交流期間PH21内のみにおいて、第2極性期間P21bの長さt21bが、時間的に後に設けられる第2極性期間P21bほど、小さくなるように設定されてもよい。

【0123】

また、本実施形態においては、第1交流期間PH11に含まれる複数の第1単位駆動期間U11の長さは、同じであってもよいし、ランダムに変化してもよい。

また、本実施形態においては、第1単位駆動期間U11に含まれる第1極性期間P11aの長さは、同じであってもよいし、ランダムに変化してもよい。

【0124】

また、本実施形態においては、所定値Xは、1より大きく、3.0より小さくてもよい。

また、本実施形態においては、第1交流期間PH11の長さt11は、5.0ms（ミリ秒）より小さくてもよい。

【0125】

また、本実施形態においては、第1極性期間P11aの長さt11aは、1.0ms（ミリ秒）より小さくてもよい。

また、本実施形態においては、第2極性期間P11bの長さt11bは、0.16ms（ミリ秒）より小さくてもよいし、1.0ms（ミリ秒）以上であってもよい。

【0126】

また、本実施形態においては、駆動電力Wdや、ランプ電圧V1aの変化に応じて、駆動電流波形DW1における各期間の長さを変化させてもよい。以下、詳細に説明する。

【0127】

表2は、駆動電力Wdの変化に応じて、第1交流期間PH11の長さt11を変化させた場合の一例を示す表である。

【0128】

【表2】

駆動電力 Wd (W)	第1交流期間の 長さ t11 (ms)	第1極性期間の 平均の長さ (ms)	第2極性期間の 平均の長さ (ms)
200	6.5	3.33	0.63
160	9.5	2.22	0.5
140	12.5	1.67	0.4
120	15.5	1.25	0.34

10

20

30

40

50

【 0 1 2 9 】

表 2 に示すように、この構成においては、第 1 交流期間 P H 1 1 の長さ t_{11} は、放電灯 9 0 に供給される駆動電力 W_d が小さいほど、大きく設定される。

【 0 1 3 0 】

放電灯 9 0 に供給される駆動電力 W_d が小さくなると、放電灯 9 0 に供給される駆動電流 I が小さくなるため、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 に加えられる熱負荷が低下し、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の突起 5 5 2 p , 5 6 2 p は、溶融されにくくなる。そのため、突起 5 5 2 p , 5 6 2 p が変形し、フリッカーが生じる場合があった。

【 0 1 3 1 】

これに対して、この構成によれば、第 1 交流期間 P H 1 1 の長さ t_{11} が、放電灯 9 0 に供給される駆動電力 W_d が小さいほど、大きくなるように設定される。そのため、第 1 極性期間 P 1 1 a の合計時間、すなわち、第 1 電極 9 2 が加熱される時間を大きくでき、第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p の溶融量を向上できる。これにより、この構成によれば、駆動電力 W_d が小さくなった場合に、第 1 電極 9 2 の突起 5 5 2 p の形状を維持しやすく、フリッカーの発生を抑制できる。第 2 交流期間 P H 2 1 についても同様である。

【 0 1 3 2 】

また、表 2 に示すように、この構成においては、それぞれ第 1 極性期間 P 1 1 a および第 2 極性期間 P 1 1 b の平均の長さは、駆動電力 W_d が小さいほど、小さく設定される。

【 0 1 3 3 】

駆動電力 W_d が小さくなった際に、上述のようにして第 1 交流期間 P H 1 1 の長さ t_{11} を大きく設定すると、第 1 電極 9 2 の加熱時間が大きくなる一方で、第 2 電極 9 3 の温度が低下する時間が長くなる。そのため、第 2 電極 9 3 の突起 5 6 2 p が変形し、フリッカーが生じる場合がある。

【 0 1 3 4 】

これに対して、この構成によれば、それぞれ第 1 極性期間 P 1 1 a および第 2 極性期間 P 1 1 b の平均の長さが、放電灯 9 0 に供給される駆動電力 W_d が小さいほど、小さく設定される。そのため、第 1 極性から第 2 極性に切り替わる間隔を短くでき、第 2 電極 9 3 が加熱される頻度を向上できる。したがって、この構成によれば、駆動電力 W_d が小さくなることに伴って第 1 交流期間 P H 1 1 の長さ t_{11} を大きく設定した場合に、第 2 電極 9 3 の温度が低下し、変形することを抑制できる。

【 0 1 3 5 】

表 3 は、ランプ電圧 V_{1a} の変化に応じて、第 1 交流期間 P H 1 1 の長さ t_{11} を変化させた場合の一例を示す表である。

【 0 1 3 6 】

【表 3】

ランプ電圧 V_{1a} (V)	第1交流期間の 長さ t_{11} (ms)	第1極性期間の 平均の長さ (ms)	第2極性期間の 平均の長さ (ms)
60	9.5	2.22	0.5
80	12.5	1.67	0.4
100	13.5	1.43	0.38
120	14	1.25	0.36

【 0 1 3 7 】

表 3 に示すように、この構成においては、第 1 交流期間 P H 1 1 の長さ t_{11} は、放電灯 9 0 の第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 との間に印加されるランプ電圧 V_{1a} が大きいほど

、大きく設定される。

【 0 1 3 8 】

放電灯 9 0 が経年等によって劣化すると、第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 との間の距離が大きくなり、ランプ電圧 V_{1a} が大きくなる。定電力駆動においては、ランプ電圧 V_{1a} が大きくなると、駆動電流 I が小さくなるため、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 に加えられる熱負荷が低下し、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の突起 5 5 2 p , 5 6 2 p が溶融しにくくなる。そのため、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の突起 5 5 2 p , 5 6 2 p を十分に溶融できず、突起 5 5 2 p , 5 6 2 p の太さを維持できない場合があった。

【 0 1 3 9 】

これに対して、この構成によれば、第 1 交流期間 PH_{11} の長さ t_{11} は、放電灯 9 0 に印加されるランプ電圧 V_{1a} が大きいほど、大きく設定される。そのため、第 1 電極 9 2 が溶融しにくくなるほど、第 1 電極 9 2 が加熱される時間を大きくでき、第 1 電極 9 2 が溶融されないことを抑制できる。

10

【 0 1 4 0 】

また、この構成においては、第 1 交流期間 PH_{11} において、それぞれ第 1 極性期間 P_{11a} および第 2 極性期間 P_{11b} の平均の長さは、ランプ電圧 V_{1a} が大きいほど、小さく設定される。

【 0 1 4 1 】

上述したのと同様に、第 1 交流期間 PH_{11} の長さ t_{11} を大きくすると、第 2 電極 9 3 の温度が低下する時間が長くなるため、第 2 電極 9 3 の突起 5 6 2 p が変形し、フリッカーが生じる場合がある。

20

【 0 1 4 2 】

これに対して、この構成によれば、第 1 交流期間 PH_{11} における第 1 極性期間 P_{11a} および第 2 極性期間 P_{11b} のそれぞれの平均の長さが、放電灯 9 0 に印加されるランプ電圧 V_{1a} が大きいほど、小さく設定される。そのため、上述したのと同様に、ランプ電圧 V_{1a} が大きくなることに伴って第 1 交流期間 PH_{11} の長さ t_{11} を大きく設定した場合に、第 2 電極 9 3 の温度が低下して、変形することを抑制できる。

【 0 1 4 3 】

< 第 2 実施形態 >

第 2 実施形態は、第 1 実施形態に対して、第 1 交流期間の長さと、第 2 交流期間の長さとが異なる。

30

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同一の符号付す等により説明を省略する場合がある。

【 0 1 4 4 】

図 8 は、本実施形態の放電灯 9 0 に供給される駆動電流 I の駆動電流波形 DW_2 を示す図である。図 8 において、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。

本実施形態において制御部 4 0 は、図 8 に示す駆動電流波形 DW_2 に従って放電灯駆動部 2 3 0 を制御する。

【 0 1 4 5 】

駆動電流波形 DW_2 は、図 8 に示すように、複数の制御サイクル C_2 が連続して構成される。制御サイクル C_2 は、第 1 交流期間 PH_{11} と、第 2 交流期間 PH_{22} と、を含む。すなわち、駆動電流波形 DW_2 (駆動電流 I) は、第 1 交流期間 PH_{11} と、第 2 交流期間 PH_{22} と、を有する。第 2 交流期間 PH_{22} 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。

40

【 0 1 4 6 】

第 2 交流期間 PH_{22} は、第 2 電極 9 3 が加熱される期間である。第 2 交流期間 PH_{22} は、第 1 電極 9 2 が陽極となる第 1 極性期間 P_{22a} と第 2 電極 9 3 が陽極となる第 2 極性期間 P_{22b} とからなる第 2 単位駆動期間 U_{22} が複数連続して構成されている。本実施形態においては、第 2 交流期間 PH_{22} は、例えば、3 つの第 2 単位駆動期間 U_{22}

50

、すなわち、第2単位駆動期間U22aと、第2単位駆動期間U22bと、第2単位駆動期間U22cと、がこの順で連続して構成されている。

【0147】

本実施形態において、第2交流期間PH22の第2単位駆動期間U22a～U22cは、第1実施形態における第2交流期間PH21の第2単位駆動期間U21a～U21cと同様である。

【0148】

本実施形態においては、第1交流期間PH11の長さt11と、第2交流期間PH22の長さt22とは、異なる。より詳細には、第2交流期間PH22の長さt22は、第1交流期間PH11の長さt11よりも小さい。

10

【0149】

本実施形態によれば、第1交流期間PH11の長さt11が、第2交流期間PH22の長さt22より大きいため、制御サイクルC2内において、第2電極93と比べて第1電極92の方がより加熱される。そのため、制御サイクルC2が繰り返されることで、第1電極92全体が高温となり、突起552pをより溶融させやすくなる。制御サイクルC2が繰り返される合計時間は、例えば、0.25s(秒)以上とすることで、第1電極92を効果的に加熱できる。

【0150】

なお、ある程度、制御サイクルC2を繰り返した後は、制御サイクルC2に対して、極性を反転させた制御サイクルを複数回繰返すことで、第1電極92と第2電極93との両方の突起552p, 562pを溶融し、突起552p, 562pの成長を促進できる。

20

【0151】

なお、上記説明においては、第1交流期間PH11より短い第2交流期間PH22が、第1実施形態の第2交流期間PH21における第2単位駆動期間U21a～U21cと同様の第2単位駆動期間U22a～U22cで構成される期間としたが、これに限られない。

本実施形態においては、第1交流期間PH11より短い第2交流期間として、第1実施形態と同様にして、種々の第2単位駆動期間で構成された期間を選択できる。

【0152】

<第3実施形態>

30

第3実施形態は、第1実施形態に対して、第1交流期間と第2交流期間との直後に、第3交流期間が設けられてい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同一の符号付す等により説明を省略する場合がある。

【0153】

図9は、本実施形態の放電灯90に供給される駆動電流Iの駆動電流波形DW3を示す図である。図9において、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。

本実施形態において制御部40は、図9に示す駆動電流波形DW3に従って放電灯駆動部230を制御する。

【0154】

40

駆動電流波形DW3は、図9に示すように、複数の制御サイクルC3が連続して構成される。制御サイクルC3は、第1交流期間PH11と、第3交流期間PH31と、第2交流期間PH21と、第3交流期間PH32と、をこの順で含む。すなわち、駆動電流波形DW3(駆動電流I)は、第1交流期間PH11と、第3交流期間PH31と、第2交流期間PH21と、第3交流期間PH32と、を有する。第3交流期間PH31および第3交流期間PH32は、駆動電流Iとして、電流値Im1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90に供給される期間である。

【0155】

第3交流期間PH31は、第1交流期間PH11の直後に設けられる。第3交流期間PH31は、第1電極92が陽極となる第1極性期間P31aと第2電極93が陽極となる

50

第2極性期間P31bとからなる第3単位駆動期間U31が複数連続して構成されている。本実施形態においては、第3交流期間PH31は、例えば、2つの第3単位駆動期間U31、すなわち、第3単位駆動期間U31aと、第3単位駆動期間U31b、がこの順で連続して構成されている。

【0156】

第3交流期間PH32は、第2交流期間PH21の直後に設けられる。第3交流期間PH32は、第1電極92が陽極となる第1極性期間P32aと第2電極93が陽極となる第2極性期間P32bとからなる第3単位駆動期間U32が複数連続して構成されている。本実施形態においては、第3交流期間PH32は、例えば、2つの第3単位駆動期間U32、すなわち、第3単位駆動期間U32aと、第3単位駆動期間U32b、がこの順で連続して構成されている。

10

【0157】

なお、本明細書において、第3交流期間が第1交流期間または第2交流期間の直後に設けられるとは、第3交流期間が、第1交流期間または第2交流期間が終了した後、他の期間を挟まずに、第1交流期間または第2交流期間と連続して設けられることを含む。

【0158】

第3単位駆動期間U31において、第1極性期間P31aの長さ t_{31a} と、第2極性期間P31bの長さ t_{31b} と、は等しい。

第3単位駆動期間U32において、第1極性期間P32aの長さ t_{32a} と、第2極性期間P32bの長さ t_{32b} と、は等しい。

20

【0159】

本実施形態の駆動電流波形DW3においては、第3交流期間PH31と第3交流期間PH32とは、極性が反転している点を除いて同様の波形を有する。

したがって、第3交流期間PH31の長さ t_{31} と、第3交流期間PH32の長さ t_{32} とは、等しい。本実施形態においては、第3交流期間PH31の長さ t_{31} および第3交流期間PH32の長さ t_{32} は、第1交流期間PH11の長さ t_{11} および第2交流期間PH21の長さ t_{21} より小さい。

【0160】

第3交流期間PH31, 32における駆動電流Iの周波数は、目的に応じて設定される。例えば、第3交流期間PH31, 32で加熱された電極をさらに加熱して高温とする場合には、第3交流期間PH31, 32における駆動電流Iの周波数を、一例として10Hzより大きく、300Hz以下程度の、比較的低い周波数に設定する。このように設定することで、第3交流期間PH31, 32で加熱された電極をさらに加熱し、電極の温度を高温にできる。

30

【0161】

また、例えば、第3交流期間PH31, 32で加熱されて溶融した電極の突起の成長を促進させる場合には、第3交流期間PH31, 32における駆動電流Iの周波数を、一例として600Hz以上、1000Hz以下の比較的高い周波数に設定する。このように設定することで、第3交流期間PH31, 32で加熱されて溶融した電極の突起が凝固して、突起の成長が促進される。

40

【0162】

また、例えば、第3交流期間PH31, 32における駆動電流Iの周波数を、電極の突起の形状を整えることを目的として放電灯90を駆動するのに用いられる周波数に設定することもできる。

【0163】

このように、本実施形態によれば、第1交流期間PH11と第2交流期間PH21との直後に、それぞれ第3交流期間PH31と第3交流期間PH32とが設けられているため、上述したようにして第3交流期間PH31, 32における駆動電流Iの周波数を調整することで、第1電極92および第2電極93の突起552p, 562pの形状や、成長度合いを制御できる。

50

【 0 1 6 4 】

また、例えば、直流電流を放電灯 9 0 に供給して、直流電流と比較的高い周波数を有する交流電流との組み合わせで電極の溶融と凝固とを繰り返して突起の成長を促進させる方法を選択する場合、直流電流を供給している際に陰極となる電極の温度が低下する問題があった。また、直流電流を供給する期間の長さが放電灯点灯装置 1 0 の極性反転回路 3 0 によって制限されるため、極性の偏りを持って放電灯 9 0 を駆動する時間を一定以上長くすることが困難である問題があった。

【 0 1 6 5 】

これに対して、本実施形態によれば、直流電流の代わりに第 1 交流期間 P H 1 1 および第 2 交流期間 P H 2 1 を用いた構成となるため、第 1 実施形態および第 2 実施形態で述べたように、第 1 交流期間 P H 1 1 および第 2 交流期間 P H 2 1 においては、加熱される一方の電極に対して他方の電極の温度が低下することを抑制できる。

10

【 0 1 6 6 】

また、駆動電流波形 D W 3 は、交流期間同士の組み合わせで構成されるため、極性反転回路 3 0 の制限を受けにくく、極性の偏りを持って放電灯 9 0 を駆動する時間を長くすることが容易である。

【 0 1 6 7 】

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。

【 0 1 6 8 】

上記説明においては、第 1 交流期間 P H 1 1 の直後に第 3 交流期間 P H 3 1 を設け、第 2 交流期間 P H 2 1 の直後に第 3 交流期間 P H 3 2 を設ける構成としたが、これに限られない。本実施形態においては、第 1 交流期間 P H 1 1 と第 2 交流期間 P H 2 1 とのうちのいずれか一方の直後のみに第 3 交流期間が設けられる構成としてもよい。すなわち、第 3 交流期間は、第 1 交流期間 P H 1 1 および第 2 交流期間 P H 2 1 のうち少なくとも一方の直後に設けられていればよい。

20

【 0 1 6 9 】

また、本実施形態においては、第 3 交流期間 P H 3 1 , 3 2 の長さ t_{31} , t_{32} が、第 1 交流期間 P H 1 1 の長さ t_{11} および第 2 交流期間 P H 2 1 の長さ t_{21} より大きくてもよい。

【 0 1 7 0 】

なお、上記第 1 実施形態から第 3 実施形態において述べた各期間の構成は、相互に組み合わせ可能であり、その組み合わせの順番や、繰り返し回数等は、特に限定されない。

30

【 0 1 7 1 】

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

【 0 1 7 2 】

また、上述の実施形態において、3つの液晶パネル 5 6 0 R , 5 6 0 G , 5 6 0 B (液晶ライトバルブ 3 3 0 R , 3 3 0 G , 3 3 0 B) を用いたプロジェクター 5 0 0 の例を挙げたが、本発明は、1つの液晶パネルのみを用いたプロジェクター、4つ以上の液晶パネルを用いたプロジェクターにも適用可能である。

40

【 実施例 】

【 0 1 7 3 】

実施例として、第 1 実施形態の駆動電流波形 D W 1 に従って、定格 2 0 0 W の放電灯を駆動した。実施例における各期間のパラメータは、上記の表 1 に示す通りとした。表 1 においては、第 1 交流期間 P H 1 1 および第 2 交流期間 P H 2 1 の長さは、1 2 . 5 4 m s (ミリ秒) 、すなわち、約 4 0 H z の交流電流の半周期の長さに相当し、各交流期間に

50

おける加熱する側の電極が陽極となる極性期間の割合は、約 81% である。すなわち、第 1 交流期間 PH11 および第 2 交流期間 PH21 において、加熱する側の電極が陽極となる極性期間の合計は、10.14ms (ミリ秒) である。

【0174】

比較例として、第 1 交流期間 PH11 および第 2 交流期間 PH21 において、加熱する側の電極が陽極となる極性期間の合計である 10.14ms (ミリ秒) ごとに極性が切り替わる交流電流によって、定格 200W の放電灯を駆動した。10.14ms (ミリ秒) ごとに極性が切り替わる交流電流とは、すなわち、周波数が約 49Hz の矩形波交流電流である。

【0175】

実施例、比較例ともに、放電灯を駆動電力 140W で 1 時間駆動したときの放電状態、および電極の突起の形状について観察した。

その結果、比較例においては、突起が変形して扁平化し、フリッカーが発生していることが確認できた。

一方、実施例においては、突起は太く維持され、安定した放電が持続していることが確認できた。

【0176】

以上の実施例により、本発明の有用性を確認できた。

【符号の説明】

【0177】

40...制御部、90...放電灯、92...第 1 電極、93...第 2 電極、Wd...駆動電力、200...光源装置、230...放電灯駆動部、350...投射光学系、500...プロジェクター、10...放電灯点灯装置(放電灯駆動装置)、60...動作検出部(電圧検出部)、I...駆動電流、V1a...ランプ電圧(電極間電圧)、DW1, DW2, DW3...駆動電流波形、PH11...第 1 交流期間、P11a, P21a, P22a, P31a, P32a...第 1 極性期間、P11b, P21b, P22b, P31b, P32b...第 2 極性期間、PH21, PH22...第 2 交流期間、PH31, PH32...第 3 交流期間、U11, U11a, U11b, U11c, U11d, U11e, U11f...第 1 単位駆動期間、U21, U21a, U21b, U21c, U21d, U21e, U21f, U22, U22a, U22b, U22c...第 2 単位駆動期間、U31, U31a, U31b, U32, U32a, U32b...第 3 単位駆動期間

10

20

30

【図 1】

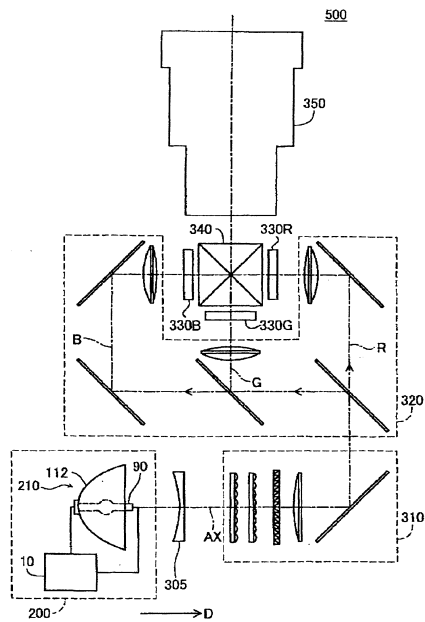


図 1

【図 2】

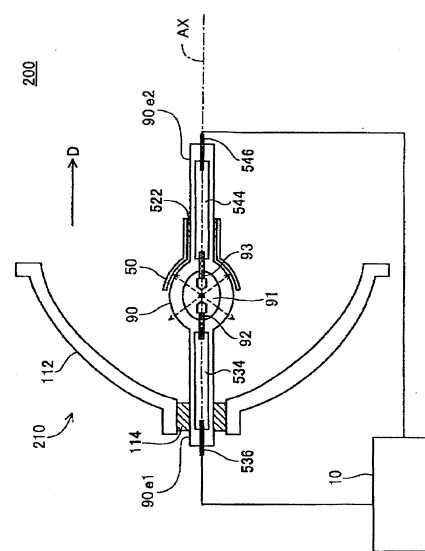


図 2

【図 3】

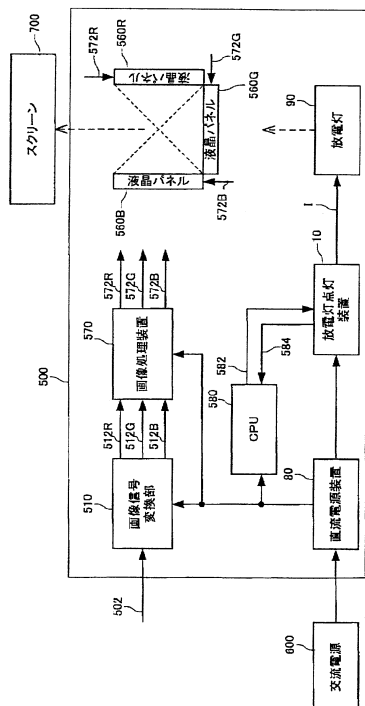


図 3

【図 4】

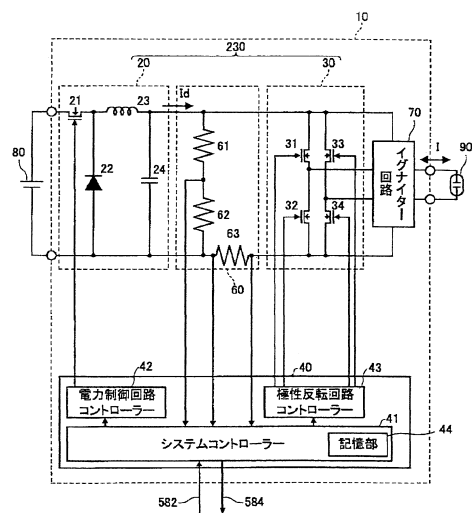


図 4

【図 5】

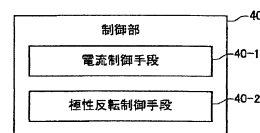


図 5

【図 6】

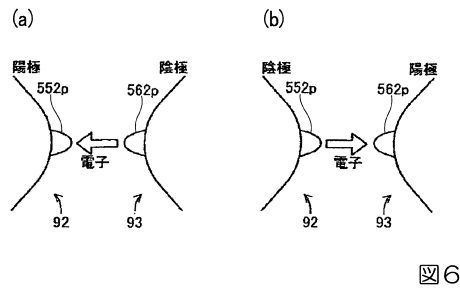


図 6

【図 7】

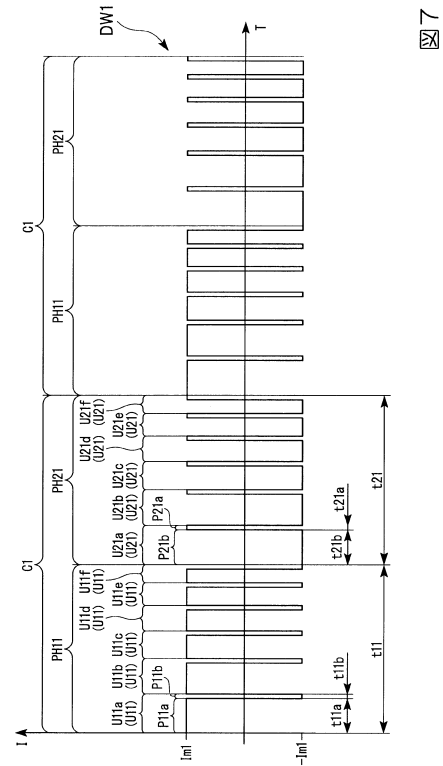


図 7

【図 8】

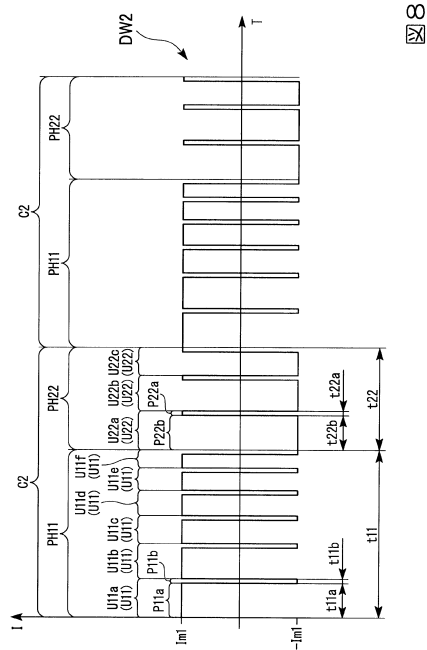


図 8

【図 9】

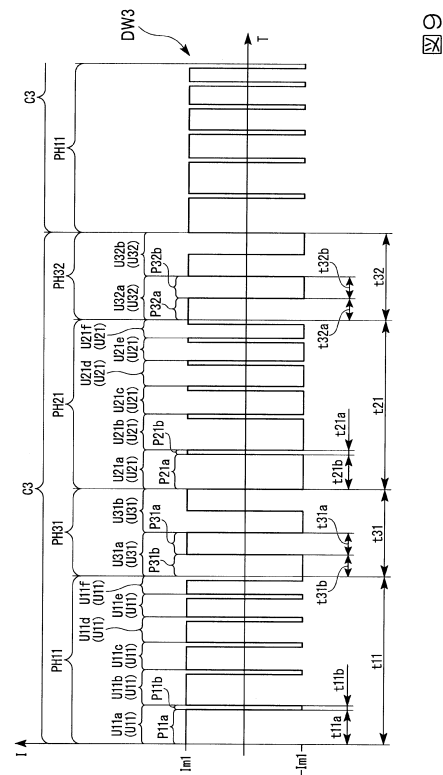


図 9

フロントページの続き

- (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 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 国際公開第2009/041367(WO, A1)
特開2010-123567(JP, A)
特開2013-175491(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 41/24