

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5218756号
(P5218756)

(45) 発行日 平成25年6月26日(2013.6.26)

(24) 登録日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(51) Int.Cl.

F 1

H05B 41/24 (2006.01)
H02M 7/48 (2007.01)H05B 41/24
H02M 7/48
H02M 7/48
H02M 7/48K
M
E
Y

請求項の数 13 (全 26 頁)

(21) 出願番号

特願2008-273003 (P2008-273003)

(22) 出願日

平成20年10月23日(2008.10.23)

(65) 公開番号

特開2010-102930 (P2010-102930A)

(43) 公開日

平成22年5月6日(2010.5.6)

審査請求日

平成23年8月18日(2011.8.18)

(73) 特許権者 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(74) 代理人 100090387

弁理士 布施 行夫

(74) 代理人 100090398

弁理士 大渕 美千栄

(74) 代理人 100113066

弁理士 永田 美佐

(72) 発明者 山内 健太郎

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72) 発明者 寺島 徹生

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放電灯点灯装置、放電灯点灯装置の制御方法及びプロジェクター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放電灯駆動用電力を生成する電力制御回路と、

前記電力制御回路が出力する直流電流を所与のタイミングで極性反転することで放電灯駆動用の交流電流を生成出力する交流変換回路と、

前記交流変換回路に対して前記放電灯駆動用の交流電流の極性反転タイミングを制御する交流変換制御を行う制御手段とを含み、

前記制御手段は、

第1の低周波挿入期間と第2の低周波挿入期間とを交互に繰り返す前記交流変換制御を行い、

所与の周波数で前記交流変換制御を行う定常駆動処理と、

前記所与の周波数よりも低い第1の低周波駆動用周波数で、かつ、第1極性から始まり第1極性で終了する前記交流変換制御を行う第1の低周波駆動処理と、

前記所与の周波数よりも低い第2の低周波駆動用周波数で、かつ、第2極性から始まり第2極性で終了する前記交流変換制御を行う第2の低周波駆動処理とを行い、

前記第1の低周波挿入期間では、前記定常駆動処理を行う期間に前記第1の低周波駆動処理を行う第1の低周波駆動処理期間を複数回挿入する処理を行い、前記第2の低周波挿入期間では、前記定常駆動処理を行う期間に前記第2の低周波駆動処理を行う第2の低周波駆動処理期間を複数回挿入する処理を行うことを特徴とする放電灯点灯装置。

10

20

【請求項 2】

請求項1に記載の放電灯点灯装置において、

前記制御手段は、前記第1の低周波挿入期間に挿入される前記第1の低周波駆動処理期間の挿入間隔及び前記第2の低周波挿入期間に挿入される前記第2の低周波駆動処理期間の挿入間隔の少なくとも一方を変化させる前記交流変換制御を行うことを特徴とする放電灯点灯装置。

【請求項 3】

請求項1乃至2のいずれかに記載の放電灯点灯装置において、

前記制御手段は、前記第1の低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び前記第2の低周波駆動処理期間に含まれる周期数の少なくとも一方を変化させる前記交流変換制御を行うことを特徴とする放電灯点灯装置。10

【請求項 4】

請求項1乃至3のいずれかに記載の放電灯点灯装置において、

前記制御手段は、前記第1の低周波駆動処理期間及び前記第2の低周波駆動処理期間において、当該期間内の最初及び最後の少なくとも一方の1/2周期の時間の長さを、当該期間内の他の1/2周期の時間の長さよりも長くする前記交流変換制御を行うことを特徴とする放電灯点灯装置。

【請求項 5】

請求項1乃至4のいずれかに記載の放電灯点灯装置において、

前記制御手段は、前記電力制御回路に対して前記電力制御回路が出力する直流電流の電流値を制御する電流制御を行い。20

前記電流制御では、前記第1の低周波駆動処理期間及び前記第2の低周波駆動処理期間において、当該期間内の最初及び最後の少なくとも一方の1/2周期における最大電流値を、当該期間内の他の電流値よりも大きくする制御を行うことを特徴とする放電灯点灯装置。

【請求項 6】

請求項1乃至5のいずれかに記載の放電灯点灯装置において、

前記第1極性時に陽極として動作する第1電極と、前記第2極性時に陽極として動作する第2電極とを含み、前記第1電極及び前記第2電極間の放電により発生した光束を反射して被照明領域に射出する主反射鏡が前記第1電極側に配置され、前記第1電極及び前記第2電極の電極間空間からの光束を前記電極間空間側に向けて反射する副反射鏡が前記主反射鏡に対向して前記第2電極側に配置されている放電灯を駆動することを特徴とする放電灯点灯装置。30

【請求項 7】

請求項1乃至6のいずれかに記載の放電灯点灯装置において、

前記制御手段は、前記第1の低周波挿入期間に挿入される前記第1の低周波駆動処理期間の挿入間隔よりも、前記第2の低周波挿入期間に挿入される前記第2の低周波駆動処理期間の挿入間隔を長くする前記交流変換制御を行うことを特徴とする放電灯点灯装置。

【請求項 8】

請求項6及び7のいずれかに記載の放電灯点灯装置において、

前記制御手段は、前記第1の低周波駆動処理期間に含まれる周期数よりも、前記第2の低周波駆動処理期間に含まれる周期数を多くする前記交流変換制御を行うことを特徴とする放電灯点灯装置。40

【請求項 9】

請求項6乃至8のいずれかに記載の放電灯点灯装置において、

前記制御手段は、前記第1の低周波駆動用周波数よりも、前記第2の低周波駆動用周波数を高くする前記交流変換制御を行うことを特徴とする放電灯点灯装置。

【請求項 10】

請求項1乃至9のいずれかに記載の放電灯点灯装置において、

前記制御手段は、前記第1の低周波駆動用周波数及び前記第2の低周波駆動用周波数の50

少なくとも一方を変化させる前記交流変換制御を行うことを特徴とする放電灯点灯装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 乃至 1 0 のいずれかに記載の放電灯点灯装置において、

前記放電灯の電極状態を検出する電極状態検出手段を含み、

前記制御手段は、前記電極状態に基づいて、前記交流変換制御を行うことを特徴とする放電灯点灯装置。

【請求項 1 2】

放電灯駆動用電力を生成する電力制御回路と、

前記電力制御回路が出力する直流電流を所与のタイミングで極性反転することで放電灯駆動用の交流電流を生成出力する交流変換回路とを含む放電灯点灯装置の制御方法であつて、

10

所与の周波数で前記放電灯駆動用の交流電流を生成出力する定常駆動手順と、

前記所与の周波数よりも低い第 1 の低周波駆動用周波数で、かつ、第 1 極性から始まり第 1 極性で終了する前記放電灯駆動用の交流電流を生成出力する第 1 の低周波駆動手順と、

前記所与の周波数よりも低い第 2 の低周波駆動用周波数で、かつ、第 2 極性から始まり第 2 極性で終了する前記放電灯駆動用の交流電流を生成出力する第 2 の低周波駆動手順とを含み、

前記定常駆動手順を行う期間に前記第 1 の低周波駆動手順を行う期間を複数回挿入する第 1 の低周波挿入期間と、

20

前記定常駆動手順を行う期間に前記第 2 の低周波駆動手順を行う期間を複数回挿入する第 2 の低周波挿入期間と、

を交互に繰り返すことを特徴とする放電灯点灯装置の制御方法。

【請求項 1 3】

請求項 1 乃至 1 1 のいずれかに記載の放電灯点灯装置を含むことを特徴とするプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、放電灯点灯装置、放電灯点灯装置の制御方法及びプロジェクターに関する。

30

【背景技術】

【0 0 0 2】

プロジェクターの光源として、高圧水銀ランプやメタルハライドランプなどの放電灯（放電ランプ）が使用されている。これらの放電灯においては、放電による電極の消耗により電極の形状が変化する。電極先端部に複数の突起が成長したり、電極本体部の不規則な消耗が進行したりすると、アーク起点の移動やアーク長の変化が生じる。これらの現象は、放電灯の輝度低下を招き、放電灯の寿命を縮めることになるため、望ましくない。

【0 0 0 3】

この問題を解決する方法として、周波数の異なる交流電流を用いて放電灯を駆動する放電灯点灯装置が知られている。

40

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 5 9 7 9 0 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

しかしながら、上記特許文献 1 のように周波数の異なる交流電流を用いて放電灯を駆動しても、放電灯内で発光に伴う定的な対流が形成されて、電極の偏った消耗や電極材料の偏った析出が生じる可能性がある。

【0 0 0 5】

本発明は、以上のような問題点に鑑みてなされたものであり、放電灯内における定的な対流の形成を抑えて、電極の偏った消耗や電極材料の偏った析出を防止する放電灯点灯

50

装置、放電灯点灯装置の制御方法及びプロジェクターを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る放電灯点灯装置は、放電灯駆動用電力を生成する電力制御回路と、前記電力制御回路が出力する直流電流を所与のタイミングで極性反転することで放電灯駆動用の交流電流を生成出力する交流変換回路と、前記交流変換回路に対して前記放電灯駆動用の交流電流の極性反転タイミングを制御する交流変換制御を行う制御手段とを含み、前記制御手段は、所与の周波数で前記交流変換制御を行う定常駆動処理と、前記所与の周波数よりも低い第1の低周波駆動用周波数で、かつ、第1極性から始まり第1極性で終了する前記交流変換制御を行う第1の低周波駆動処理と、前記所与の周波数よりも低い第2の低周波駆動用周波数で、かつ、第2極性から始まり第2極性で終了する前記交流変換制御を行う第2の低周波駆動処理とを行うことを特徴とする。10

【0007】

本発明によれば、第1の低周波駆動処理及び第2の低周波駆動処理を行うことにより、放電灯の両電極間に温度差（例えば数十～数百度）が生じるため、放電灯内における定常的な対流の形成を抑えて、電極の偏った消耗や電極材料の偏った析出を防止することができる。

【0008】

この放電灯点灯装置では、前記制御手段は、第1の低周波挿入期間と第2の低周波挿入期間とを交互に繰り返す前記交流変換制御を行い、前記第1の低周波挿入期間では、前記定常駆動処理を行う期間に前記第1の低周波駆動処理を行う第1の低周波駆動処理期間を複数回挿入する処理を行い、前記第2の低周波挿入期間では、前記定常駆動処理を行う期間に前記第2の低周波駆動処理を行う第2の低周波駆動処理期間を複数回挿入する処理を行ってもよい。20

【0009】

この放電灯点灯装置では、前記制御手段は、前記第1の低周波挿入期間に挿入される前記第1の低周波駆動処理期間の挿入間隔及び前記第2の低周波挿入期間に挿入される前記第2の低周波駆動処理期間の挿入間隔の少なくとも一方を変化させる前記交流変換制御を行ってもよい。

【0010】

この放電灯点灯装置では、前記制御手段は、前記第1の低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び前記第2の低周波駆動処理期間に含まれる周期数の少なくとも一方を変化させる前記交流変換制御を行ってもよい。30

【0011】

この放電灯点灯装置では、前記制御手段は、前記第1の低周波駆動用周波数及び前記第2の低周波駆動用周波数の少なくとも一方を変化させる前記交流変換制御を行ってもよい。

。

【0012】

この放電灯点灯装置では、前記第1極性時に陽極として動作する第1電極と、前記第2極性時に陽極として動作する第2電極とを含み、前記第1電極及び前記第2電極間の放電により発生した光束を反射して被照明領域に射出する主反射鏡が前記第1電極側に配置され、前記第1電極及び前記第2電極の電極間空間からの光束を前記電極間空間側に向けて反射する副反射鏡が前記主反射鏡に対向して前記第2電極側に配置されている放電灯を駆動してもよい。40

【0013】

この放電灯点灯装置では、前記制御手段は、前記第1の低周波挿入期間に挿入される前記第1の低周波駆動処理期間の挿入間隔よりも、前記第2の低周波挿入期間に挿入される前記第2の低周波駆動処理期間の挿入間隔を長くする前記交流変換制御を行ってもよい。

【0014】

この放電灯点灯装置では、前記制御手段は、前記第1の低周波駆動処理期間に含まれる

10

20

30

40

50

周期数よりも、前記第2の低周波駆動処理期間に含まれる周期数を多くする前記交流変換制御を行ってもよい。

【0015】

この放電灯点灯装置では、前記制御手段は、前記第1の低周波駆動用周波数よりも、前記第2の低周波駆動用周波数を高くする前記交流変換制御を行ってもよい。

【0016】

この放電灯点灯装置では、前記制御手段は、前記第1の低周波駆動処理期間及び前記第2の低周波駆動処理期間において、当該期間内の最初及び最後の少なくとも一方の1/2周期の時間の長さを、当該期間内の他の1/2周期の時間の長さよりも長くする前記交流変換制御を行ってもよい。

10

【0017】

この放電灯点灯装置では、前記制御手段は、前記電力制御回路に対して前記電力制御回路が出力する直流電流の電流値を制御する電流制御を行い、前記電流制御では、前記第1の低周波駆動処理期間及び前記第2の低周波駆動処理期間において、当該期間内の最初及び最後の少なくとも一方の1/2周期における最大電流値を、当該期間内の他の電流値よりも大きくする制御を行ってもよい。

【0018】

この放電灯点灯装置では、前記放電灯の電極状態を検出する電極状態検出手段を含み、前記制御手段は、前記電極状態に基づいて、前記交流変換制御を行ってもよい。

【0019】

電極状態は、例えば、放電灯駆動電圧、放電灯駆動電流若しくは放電灯の光量又はこれらの組合せ等である。

20

【0020】

本発明に係る放電灯点灯装置の制御方法は、放電灯駆動用電力を生成する電力制御回路と、前記電力制御回路が出力する直流電流を所与のタイミングで極性反転することで放電灯駆動用の交流電流を生成出力する交流変換回路とを含む放電灯点灯装置の制御方法であつて、所与の周波数で前記放電灯駆動用の交流電流を生成出力する手順と、前記所与の周波数よりも低い第1の低周波駆動用周波数で、かつ、第1極性から始まり第1極性で終了する前記放電灯駆動用の交流電流を生成出力する手順と、前記所与の周波数よりも低い第2の低周波駆動用周波数で、かつ、第2極性から始まり第2極性で終了する前記放電灯駆動用の交流電流を生成出力する手順とを含むことを特徴とする。

30

【0021】

本発明に係るプロジェクターは、これらのいずれかの放電灯点灯装置を含むことを特徴とする。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の好適な実施形態について図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施の形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。

40

【0023】

1. プロジェクターの光学系

図1は、本発明の一実施例としてのプロジェクター500を示す説明図である。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と、クロスダイクロイックプリズム340と、投写光学系350とを有している。

【0024】

光源装置200は、光源ユニット210と、放電灯点灯装置10と、を有している。光源ユニット210は、主反射鏡112と副反射鏡50と放電灯90とを有している。放電灯点灯装置10は、放電灯90に電力を供給して、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、

50

光軸AXと平行である。光源ユニット210からの光は、平行化レンズ305を通過して照明光学系310に入射する。この平行化レンズ305は、光源ユニット210からの光を、平行化する。

【0025】

照明光学系310は、光源装置200からの光の照度を液晶ライトバルブ330R、330G、330Bにおいて均一化する。また、照明光学系310は、光源装置200からの光の偏光方向を一方向に揃える。この理由は、光源装置200からの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。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(R)、緑(G)、青(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によって、それぞれ変調される。液晶ライトバルブ330R、330G、330Bは、液晶パネル560R、560G、560Bと、液晶パネル560R、560G、560Bのそれぞれの光入射側及び出射側に配置される偏光板を備える。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によって合成される。合成光は、投写光学系350に入射する。投写光学系350は、入射光を、図示しないスクリーンに投写する。これにより、スクリーン上には画像が表示される。

【0026】

なお、平行化レンズ305と、照明光学系310と、色分離光学系320と、クロスダイクロイックプリズム340と、投写光学系350とのそれぞれの構成としては、周知の種々の構成を採用可能である。

【0027】

図2は、光源装置200の構成を示す説明図である。光源装置200は、光源ユニット210と放電灯点灯装置10とを有している。図中には、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とを有している。

【0028】

放電灯90の形状は、第1端部90e1から第2端部90e2まで、照射方向Dに沿って延びる棒形状である。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、その内には、放電空間91が形成されている。放電空間91内には、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。

【0029】

また、放電空間91内には、2つの電極92、93が、放電灯90から突き出している。第1電極92は、放電空間91の第1端部90e1側に配置され、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。これらの電極92、93の形状は、光軸AXに沿って延びる棒形状である。放電空間91内では、各電極92、93の電極先端部(「放電端」とも呼ぶ)が、所定距離だけ離れて向かい合っている。なお、これらの電極92、93の材料は、例えば、タンゲステン等の金属である。

【0030】

放電灯90の第1端部90e1には、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の内部を通る導電性部材534によって電気的に接続されている。同様に、放電灯90の第2端部90e2には、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の内部を通る導電性部材544によって電気的に接続されている。各端子536、546の材料は、例えば、タンゲステン等の金属である。また、各導電性部材534、544としては、例えば、モリブデン箔が利用される。

【0031】

これらの端子536、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、これらの端子536、546に、交流電流を供給する。その結果、2つの電極

10

20

30

40

50

92、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。

【0032】

放電灯90の第1端部90e1には、固定部材114によって、主反射鏡112が固定されている。主反射鏡112の反射面(放電灯90側の面)の形状は、回転楕円形状である。主反射鏡112は、放電光を照射方向Dに向かって反射する。なお、主反射鏡112の反射面の形状としては、回転楕円形状に限らず、放電光を照射方向Dに向かって反射するような種々の形状を採用可能である。例えば、回転放物線形形状を採用してもよい。この場合は、主反射鏡112は、放電光を、光軸AXにほぼ平行な光に変換することができる。したがって、平行化レンズ305を省略することができる。

10

【0033】

放電灯90の第2端部90e2側には、固定部材522によって、副反射鏡50が固定されている。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側を囲む球面形状である。副反射鏡50は、放電光を、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。

【0034】

なお、固定部材114、522の材料としては、放電灯90の発熱に耐える任意の耐熱材料(例えば、無機接着剤)を採用可能である。また、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、任意の方法を採用可能である。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。

20

【0035】

2. 放電灯点灯装置

(1) 放電灯点灯装置の構成

図3は、本実施の形態に係る放電灯点灯装置の回路図の一例である。

【0036】

放電灯点灯装置10は、電力制御回路20を含む。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。本実施の形態においては、電力制御回路20は、直流電源80を入力とし、当該入力電圧を降圧して直流電流Idを出力するダウンチョッパー回路で構成されている。

30

【0037】

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を含んで構成することができる。スイッチ素子21は、例えばトランジスターで構成することができる。本実施の形態においては、スイッチ素子21の一端は直流電源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。また、コイル23の他端にはコンデンサー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の制御端子には制御手段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。

40

【0038】

ここで、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を通る経路で放出される。その結果、スイッチ素子21がONする時間の割合に応じた直流電流Idが発生する。

【0039】

放電灯点灯装置10は、交流変換回路30を含む。交流変換回路30は、電力制御回路20から出力される直流電流Idを入力し、所与のタイミングで極性反転することにより

50

、任意の周波数をもつ放電灯駆動用の駆動電流を生成出力する。本実施の形態においては、交流変換回路30はインバーターブリッジ回路（フルブリッジ回路）で構成されている。

【0040】

交流変換回路30は、例えば、トランジスターなどの第1乃至第4のスイッチ素子31乃至34を含んで構成され、直列接続された第1及び第2のスイッチ素子31及び32と、直列接続された第3及び第4のスイッチ素子33及び34を、互いに並列接続して構成される。第1乃至第4のスイッチ素子31乃至34の制御端子には、それぞれ制御手段40から周波数制御信号が入力され、第1乃至第4のスイッチ素子31乃至34のON/OFFが制御される。

10

【0041】

交流変換回路30は、第1及び第4のスイッチ素子31及び34と、第2及び第3のスイッチ素子32及び33を交互にON/OFFを繰り返すことにより、電力制御回路20から出力される直流電流Idの極性を交互に反転し、第1及び第2のスイッチ素子31及び32の共通接続点及び第3及び第4のスイッチ素子33及び34の共通接続点から、制御された周波数をもった放電灯駆動用の交流電流Iを生成出力する。

【0042】

すなわち、第1及び第4のスイッチ素子31及び34がONの時には第2及び第3のスイッチ素子32及び33をOFFにし、第1及び第4のスイッチ素子31及び34がOFFの時には第2及び第3のスイッチ素子32及び33をONにするように制御する。したがって、第1及び第4のスイッチ素子31及び34がONの時には、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の順に流れる放電灯駆動用の交流電流Iが発生する。また、第2及び第3のスイッチ素子32及び33がONの時には、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の順に流れる放電灯駆動用の交流電流Iが発生する。

20

【0043】

放電灯点灯装置10は、制御手段40を含む。制御手段40は、電力制御回路20及び交流変換回路30を制御することにより、放電灯駆動用の交流電流Iの電流値及び周波数を制御する。制御手段40は、交流変換回路30に対して放電灯駆動用の交流電流Iの極性反転タイミングにより周波数を制御する交流変換制御を行う。また、制御手段40は、電力制御回路20に対して、出力される直流電流Idの電流値を制御する電流制御を行う。

30

【0044】

制御手段40の構成は、特に限定されるものではないが、本実施の形態においては、制御手段40は、システムコントローラー41、電力制御回路コントローラー42及び交流変換回路コントローラー43含んで構成されている。なお、制御手段40は、その一部又は全てを半導体集積回路で構成してもよい。

【0045】

システムコントローラー41は、電力制御回路コントローラー42及び交流変換回路コントローラー43を制御することにより、電力制御回路20及び交流変換回路30を制御する。システムコントローラー41は、後述する放電灯点灯装置10内部に設けた動作検出部60により検出した放電灯駆動電圧及び放電灯駆動用の交流電流Iに基づき、電力制御回路コントローラー42及び交流変換回路コントローラー43を制御してもよい。

40

【0046】

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

【0047】

システムコントローラー41は、記憶部44に格納された情報に基づき、電力制御回路20及び交流変換回路30を制御してもよい。記憶部44には、例えば放電灯駆動用の交流電流Iの電流値及び周波数に関する情報が格納されていてもよい。

50

【 0 0 4 8 】

電力制御回路コントローラー 4 2 は、システムコントローラー 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 4 9 】

交流変換回路コントローラー 4 3 は、システムコントローラー 4 1 からの制御信号に基づき、交流変換回路 3 0 へ交流変換制御信号を出力することにより、交流変換回路 3 0 を制御する。

【 0 0 5 0 】

放電灯点灯装置 1 0 は、動作検出部 6 0 を含んでもよい。動作検出手段 6 0 は、例えば放電灯 9 0 の放電灯駆動電圧 V_d を検出し、駆動電圧情報を出力する電圧検出手段や、放電灯駆動用の交流電流 I を検出し、駆動電流情報を出力する電流検出手段を含んでもよい。本実施の形態においては、動作検出部 6 0 は、第 1 乃至第 3 の抵抗 6 1 乃至 6 3 を含んで構成されている。

【 0 0 5 1 】

本実施の形態において、電圧検出手段は、放電灯 9 0 と並列に、互いに直列接続された第 1 及び第 2 の抵抗 6 1 及び 6 2 で分圧した電圧により放電灯駆動電圧を検出する。また、本実施の形態において、電流検出手段は、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放電灯駆動用の交流電流 I を検出している。

【 0 0 5 2 】

放電灯点灯装置 1 0 は、イグナイター回路 7 0 を含んでもよい。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し、放電灯 9 0 の点灯開始時に放電灯 9 0 の電極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（通常制御動作時よりも高い電圧）を放電灯 9 0 の電極間に供給する。本実施の形態においては、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 5 3 】

図 4 (A) 乃至図 4 (D) は、放電灯 9 0 に供給する駆動電力の極性と電極の温度との関係を示す説明図である。図 4 (A) 、図 4 (B) は、2 つの電極 9 2 、9 3 の動作状態を示している。図中には、2 つの電極 9 2 、9 3 の先端部分が示されている。電極 9 2 、9 3 の先端には突起 5 5 2 p 、5 6 2 p がそれぞれ設けられている。放電は、これらの突起 5 5 2 p 、5 6 2 p の間で生じる。本実施例では、突起が無い場合と比べて、各電極 9 2 、9 3 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。ただし、このような突起を省略してもよい。

【 0 0 5 4 】

図 4 (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 P 1 を示している。第 1 極性状態 P 1 では、放電によって、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、そして、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。

【 0 0 5 5 】

図 4 (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 P 2 を示している。第 2 極性状態 P 2 では、第 1 極性状態 P 1 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。

【 0 0 5 6 】

このように、陽極の温度は、陰極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し得る。例えば、高温電極の先端が過剰に溶けた場合には、意図しない電極変形が生じ得る。その結果、アーク長が適正值からずれる場合がある。また、低温電極の先端の溶融が不十分な場合には

10

20

30

40

50

、先端に生じた微少な凹凸が溶けずに残り得る。その結果、いわゆるアークジャンプが生じる場合がある（アーク位置が安定せずに移動する）。

【0057】

このような不具合を抑制する技術として、各電極の極性を繰り返し交替させる交流駆動を利用可能である。図4(C)は、放電灯90(図2)に供給される交流電流(駆動信号)を示すタイミングチャートである。横軸は時間Tを示し、縦軸は交流電流Iの電流値を示している。交流電流Iは、放電灯90を流れる電流を示す。正值は、第1極性状態P1を示し、負値は、第2極性状態P2を示す。図4(C)の例では、矩形波交流電流が利用されている。そして、第1極性状態P1と第2極性状態P2とが交互に繰り返される。ここで、第1極性区間Tpは、第1極性状態P1が続く時間を示し、第2極性区間Tnは、第2極性状態P2が続く時間を示す。また、第1極性区間Tpの平均電流値はIm1であり、第2極性区間Tnの平均電流値は-Im2である。なお、駆動周波数は、放電灯90の特性に合わせて、実験的に決定可能である（例えば、30Hz～1kHzの範囲の値が採用される）。他の値Im1、-Im2、Tp、Tnも、同様に実験的に決定可能である。10

【0058】

図4(D)は、第1電極92の温度変化を示すタイミングチャートである。横軸は時間Tを示し、縦軸は温度Hを示している。第1極性状態P1では、第1電極92の温度Hが上昇し、第2極性状態P2では、第1電極92の温度Hが降下する。また、第1極性状態P1と第2極性状態P2状態が繰り返されるので、温度Hは、最小値Hminと最大値Hmaxとの間で周期的に変化する。なお、図示は省略するが、第2電極93の温度は、第1電極92の温度Hとは逆位相で変化する。すなわち、第1極性状態P1では、第2電極93の温度が降下し、第2極性状態P2では、第2電極93の温度が上昇する。20

【0059】

第1極性状態P1では、第1電極92(突起552p)の先端が溶融するので、第1電極92(突起552p)の先端が滑らかになる。これにより、第1電極92での放電位置の移動を抑制できる。また、第2電極93(突起562p)の先端の温度が降下するので、第2電極93(突起562p)の過剰な溶融が抑制される。これにより、意図しない電極変形を抑制できる。第2極性状態P2では、第1電極92と第2電極93の立場が逆である。したがって、2つの状態P1、P2を繰り返すことによって、2つの電極92、93のそれぞれにおける不具合を抑制できる。30

【0060】

ここで、電流Iの波形が対称である場合、すなわち、電流Iの波形が「|Im1|=|-Im2|」、Tp=Tn」という条件を満たす場合には、2つの電極92、93の間で、供給される電力の条件が同じである。したがって、2つの電極92、93の間の温度差が小さくなると推定される。ところが、このような対称の電流波形での駆動を維持し続けると、放電空間91内に定常的な対流が発生し電極の軸部の局所に電極材料が堆積あるいは偏析して針状に成長し、放電空間91を包囲する透光性材料の壁面に向けて意図しない放電が生じる可能性がある。このような意図しない放電は、当該内壁を劣化させ、放電灯90の寿命を低下させる原因となる。また、このような対称の電流波形での駆動を維持し続けると、電極が一定の温度分布で長時間持続されるため、経時的な状態変化に伴って生じた電極の非対称性が、時間と共に助長される方向に向かう。40

【0061】

(2) 放電灯点灯装置の制御例

次に、本実施の形態に係る放電灯点灯装置10の制御の具体例について説明する。

【0062】

本実施の形態に係る放電灯点灯装置10の制御手段40は、所与の周波数で交流変換制御を行う定常駆動処理と、所与の周波数よりも低い第1の低周波駆動用周波数で、かつ、第1極性から始まり第1極性で終了する交流変換制御を行う第1の低周波駆動処理と、所与の周波数よりも低い第2の低周波駆動用周波数で、かつ、第2極性から始まり第2極性50

で終了する交流変換制御を行う第2の低周波駆動処理とを行う。

【0063】

第1の低周波駆動処理では、放電灯駆動用の交流電流Iが、第1極性から始まり第1極性で終了するように制御している。したがって、第1電極92の温度は上昇し、第2電極93の温度は下降する。

【0064】

第2の低周波駆動処理では、放電灯駆動用の交流電流Iが、第2極性から始まり第2極性で終了するように制御している。したがって、第2電極93の温度が上昇し、第1電極92の温度は下降する。

【0065】

図5(A)乃至図5(F)は、本実施の形態に係る放電灯点灯装置10の制御の一例を説明するための放電灯駆動用の交流電流I及び温度の関係を示すグラフである。図5(A)は定常駆動処理時における放電灯駆動用の交流電流Iの変化、図5(B)は定常駆動処理時における第1電極92の温度の変化、図5(C)は定常駆動処理中に第1の低周波駆動処理を挿入した場合における放電灯駆動用の交流電流Iの変化、図5(D)は定常駆動処理中に第1の低周波駆動処理を挿入した場合における第1電極92の温度の変化、図5(E)は定常駆動処理中に第2の低周波駆動処理を挿入した場合における放電灯駆動用の交流電流Iの変化、図5(F)は定常駆動処理中に第2の低周波駆動処理を挿入した場合における第1電極92の温度の変化をそれぞれ示したグラフである。また、図5(A)、図5(C)、図5(E)においては、第1電極92が陽極となる場合に流れる電流の向きを正としている。

10

【0066】

第1電極92が陽極となっている場合には、第1電極92の温度が上昇する。また、第1電極92が陰極となっている場合には、第1電極92の温度は下降する。図5(A)に示す定常駆動処理においては、第1電極92の温度は、図5(B)に示すように平均温度H0を中心として温度の上昇と下降を繰り返す。

20

【0067】

図5(C)に示す第1の低周波駆動処理では、放電灯駆動用の交流電流Iが、第1極性から始まり第1極性で終了するように、3/2周期にわたって制御している。この場合には、第1電極92が陽極となっている時間が陰極となっている時間よりも長いので、図5(D)に示すように、その平均温度はH0よりも高いHpとなる。

30

【0068】

図5(E)に示す第2の低周波駆動処理では、放電灯駆動用の交流電流Iが、第2極性から始まり第2極性で終了するように、3/2周期にわたって制御している。この場合には、第1電極92が陰極となっている時間が陽極となっている時間よりも長いので、図5(F)に示すように、その平均温度はH0よりも低いHnとなる。

【0069】

なお、第1の低周波駆動処理及び第2の低周波駆動処理が行われる期間は3/2周期に限られず、例えば、5/2周期や7/2周期のような1/2周期の奇数倍としてもよい。

40

【0070】

このように、第1の低周波駆動処理及び第2の低周波駆動処理を行うことにより、放電灯の両電極間に温度差(例えば数十~数百度)が生じるため、放電灯内における定的な対流の形成を抑えて、電極の偏った消耗や電極材料の偏った析出を防止することができる。

【0071】

さらに本実施の形態において、制御手段40は、第1の低周波挿入期間(期間1)と第2の低周波挿入期間(期間2)とを交互に繰り返す交流変換制御を行い、第1の低周波挿入期間では、定常駆動処理を行う期間に第1の低周波駆動処理を行う第1の低周波駆動処理期間を複数回挿入する処理を行い、第2の低周波挿入期間では、定常駆動処理を行う期間に第2の低周波駆動処理を行う第2の低周波駆動処理期間を複数回挿入する処理を行つ

50

てもよい。

【0072】

図6(A)及び図6(B)は、第1の低周波挿入期間(期間1)と第2の低周波挿入期間(期間2)とを説明するための図である。図6(A)に示す第1の低周波挿入期間では、定常駆動処理を行う期間(定常駆動処理期間)に第1の低周波駆動処理を行う第1の低周波駆動処理期間を複数回(図6(A)の例では3回)挿入している。図6(B)に示す第2の低周波挿入期間では、定常駆動処理を行う期間(定常駆動処理期間)に第2の低周波駆動処理を行う第2の低周波駆動処理期間を複数回(図6(B)の例では3回)挿入している。

【0073】

なお、第1の低周波挿入期間に挿入される第1の低周波駆動処理期間の数及び第2の低周波挿入期間に挿入される第2の低周波駆動処理期間の数は3回には限られず、2回以上の任意の回数を挿入することができる。

【0074】

図7は、制御手段40が第1の低周波挿入期間(期間1)と第2の低周波挿入期間(期間2)とを交互に繰り返す交流変換制御を行った場合の第1電極92の温度変化を表すグラフである。なお、図7のグラフにおいては、第1電極92の温度変化の全体像を示すために、第1の低周波駆動処理又は第2の低周波駆動処理を1回行うごとに第1電極92の温度を平均化した平均温度の変化を滑らかな曲線に近似して示している。実際には、第1の低周波駆動処理期間の前後及び第2の低周波駆動処理期間の前後には、定常駆動処理期間があるため、H1からH2の大きな温度変化が起きながらH1からH2の変化幅に比べて小さな温度変化も起きている。

【0075】

第1の低周波挿入期間(期間1)においては、第1の低周波駆動処理期間を3回挿入しているため、第1電極92の平均温度は上昇する。図7においては、第1電極92の最高平均温度はH2である。

【0076】

第2の低周波挿入期間(期間2)においては、第2の低周波駆動処理期間を3回挿入しているため、第1電極92の平均温度は下降する。図7においては、第1電極92の最低平均温度はH1である。

【0077】

このように、第1の低周波挿入期間(期間1)と第2の低周波挿入期間(期間2)とを交互に繰り返すことにより、電極の平均温度をH1からH2までの範囲で変化させることができる。したがって、放電灯内における定的な対流の形成を抑えて、電極の偏った消耗や電極材料の偏った析出を防止することができる。

【0078】

[変形例1]

上述の実施の形態においては、最高平均温度H2及び最低平均温度H1を一定に制御している例について説明したが、最高平均温度H2又は最低平均温度H1を変化させながら制御することも可能である。

【0079】

制御手段40は、1回の第1の低周波挿入期間(期間1)に挿入される第1の低周波駆動処理期間の挿入間隔を変化させることにより、最高平均温度H2を変化させることができる。同様に、制御手段40は、1回の第2の低周波挿入期間に挿入される第2の低周波駆動処理期間の挿入間隔を変化させることにより、最低平均温度H1を変化させることができる。これらの制御により、電極温度を所望の範囲で変化させることができる。

【0080】

また、制御手段40は、1回の第1の低周波駆動処理期間に含まれる周期数を変化させることにより、最高平均温度H2を変化させることができる。同様に、制御手段40は、1回の第2の低周波駆動処理期間に含まれる周期数を変化させることにより、最低平均温

10

20

30

40

50

度 H 1 を変化させることができる。これらの制御により、電極温度を所望の範囲で変化させることができる。

【 0 0 8 1 】

さらに、制御手段 4 0 は、第 1 の低周波駆動用周波数を変化させることにより、最高平均温度 H 2 を変化させることができる。同様に、制御手段 4 0 は、第 2 の低周波駆動用周波数を変化させることにより、最低平均温度 H 1 を変化させることができる。これらの制御により、電極温度を所望の範囲で変化させることができる。

【 0 0 8 2 】

なお、低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数の制御は、制御手段 4 0 が交流変換回路 3 0 へ交流変換制御信号を出力し、極性反転タイミングを制御することにより行うことができる。10

【 0 0 8 3 】

図 8 (A) 乃至図 8 (C) は、低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数と電極平均温度との関係を示すグラフである。図 8 (A) の横軸は低周波駆動処理期間の挿入間隔、図 8 (B) の横軸は低周波駆動処理期間に含まれる周期数、図 8 (C) の横軸は低周波駆動用周波数であり、図 8 (A) 乃至図 8 (C) の縦軸は第 1 電極 9 2 の平均温度である。

【 0 0 8 4 】

図 8 (A) に示すように、1 回の第 1 の低周波挿入期間に挿入される第 1 の低周波駆動処理期間の挿入間隔を短くするほど、第 1 電極 9 2 の最高平均温度 H 2 は高くなる。また、1 回の第 2 の低周波挿入期間に挿入される第 2 の低周波駆動処理期間の挿入間隔を短くするほど、第 1 電極 9 2 の最低平均温度 H 1 は低くなる。20

【 0 0 8 5 】

図 8 (B) に示すように、1 回の第 1 の低周波駆動処理期間に含まれる周期数を少なくするほど、第 1 電極 9 2 の最高平均温度 H 2 は高くなる。また、1 回の第 2 の低周波駆動処理期間に含まれる周期数を少なくするほど、第 1 電極 9 2 の最低平均温度 H 1 は低くなる。低周波駆動処理期間に含まれる周期数が少ないほど、低周波駆動処理期間の長さに対する第 1 電極 9 2 が陽極となっている時間と陰極となっている時間との差の割合が大きくなり、最高平均温度 H 2 及び最低平均温度 H 1 の平均温度 H 0 との差が大きくなる。

【 0 0 8 6 】

図 8 (C) に示すように、第 1 の低周波駆動用周波数を低くするほど、第 1 電極 9 2 の最高平均温度 H 2 は高くなる。また、第 2 の低周波駆動用周波数を低くするほど、第 1 電極 9 2 の最低平均温度 H 1 は低くなる。30

【 0 0 8 7 】

このように、低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数又は低周波駆動用周波数を変化させることにより、最高平均温度 H 2 や最低平均温度 H 1 を任意に変化させることができる。

【 0 0 8 8 】

図 9 は、最高平均温度 H 2 と最低平均温度 H 1 を変化させた場合の電極平均温度の変化一例を示すグラフである。横軸は時間、縦軸は第 1 電極 9 2 の電極平均温度であり、その変化を実線で示している。また、最高平均温度 H 2 と最低平均温度 H 1 の変化を、それぞれ破線で示している。なお、図 9 のグラフにおいては、電極平均温度の変化を滑らかな曲線に近似して示している。実際には、低周波駆動処理期間の前後には、定常駆動処理期間があるため、H 1 から H 2 の大きな温度変化が起きながら H 1 から H 2 の変化幅に比べて小さな温度変化も起きている。40

【 0 0 8 9 】

なお、図 9 に示す例では、最高平均温度 H 2 と最低平均温度 H 1 をともに変化させているが、最高平均温度 H 2 と最低平均温度 H 1 のいずれか一方のみを変化させてもよい。

【 0 0 9 0 】

このように、電極の最高平均温度 H 2 と最低平均温度 H 1 を変化させながら、電極の平50

均温度を変化させることにより、放電灯内における定的な対流の形成を抑えて、電極の偏った消耗や電極材料の偏った析出を防止することができる。

【0091】

〔変形例2〕

図2を用いて説明した放電灯90は、第1極性時に陽極として動作する第1電極92と、第2極性時に陽極として動作する第2電極93とを含み、第1電極92及び第2電極93間の放電により発生した光束を反射して被照明領域に射出する主反射鏡112が第1電極92側に配置され、第1電極92及び第2電極93の電極間空間からの光束を電極間空間側に向けて反射する副反射鏡50が主反射鏡112に対向して第2電極93側に配置されている。10

【0092】

このような構成の放電灯90では、副反射鏡50が第2電極93の放熱の妨げとなるため、副反射鏡50に近い第2電極93の温度が第1電極92に比べて高くなる傾向がある。。

【0093】

長期間にわたって電極温度に差が出ると、電極の消耗具合に差が出るなどの不具合が生じる可能性がある。したがって、このような場合には、第1の低周波挿入期間（期間1）と第2の低周波挿入期間（期間2）とで非対称に制御することにより、副反射鏡50に起因する温度の影響を補償することができる。

【0094】

例えば、制御手段40が、第1の低周波挿入期間（期間1）に挿入される第1の低周波駆動処理期間の挿入間隔よりも、第2の低周波挿入期間（期間2）に挿入される第2の低周波駆動処理期間の挿入間隔を長くする交流変換制御を行うことにより、第2の低周波挿入期間における第2電極93の温度上昇を抑制することができる。20

【0095】

また例えば、制御手段40が、第1の低周波駆動処理期間に含まれる周期数よりも、前記第2の低周波駆動処理期間に含まれる周期数を多くする交流変換制御を行うことにより、第2の低周波挿入期間における第2電極93の温度上昇を抑制することができる。

【0096】

さらに例えば、制御手段40が、第1の低周波駆動用周波数よりも、第2の低周波駆動用周波数を高くする交流変換制御を行うことにより、第2の低周波挿入期間における第2電極93の温度上昇を抑制することができる。30

【0097】

〔変形例3〕

上述の実施の形態では、例えば図5（C）や図5（E）に示すように、第1の低周波駆動処理期間中及び第2の低周波駆動処理期間中においては、第1の低周波駆動用周波数及び第2の低周波駆動用周波数を一定にした交流変換制御を行う例で説明したが、制御手段40は、第1の低周波駆動処理期間及び第2の低周波駆動処理期間において、当該期間内の最初及び最後の少なくとも一方の1/2周期の時間の長さを、当該期間内の他の1/2周期の時間の長さよりも長くする交流変換制御を行ってもよい。40

【0098】

図10（A）乃至図10（F）は、第1の低周波駆動処理期間及び第2の低周波駆動処理期間における放電灯駆動用の交流電流Iの波形例を示すグラフである。図10（A）乃至図10（C）は、第1の低周波駆動処理期間における放電灯駆動用の交流電流Iの波形例、図10（D）乃至図10（F）は、第2の低周波駆動処理期間における放電灯駆動用の交流電流Iの波形例をそれぞれ示している。また、第1の低周波駆動処理期間及び第2の低周波駆動処理期間に含まれる周期数は、いずれも7/2周期である場合について例示している。

【0099】

図10（A）に示すように、制御手段40は、第1の低周波駆動処理期間内の最初及び50

最後の 1 / 2 周期の時間の長さを、第 1 の低周波駆動処理期間内の他の 1 / 2 周期の時間の長さよりも長くする交流変換制御を行ってもよい。図 10 (B) に示すように、制御手段 40 は、第 1 の低周波駆動処理期間内の最後の 1 / 2 周期の時間の長さを、第 1 の低周波駆動処理期間内の他の 1 / 2 周期の時間の長さよりも長くする交流変換制御を行ってもよい。図 10 (C) に示すように、制御手段 40 は、第 1 の低周波駆動処理期間内の最初の 1 / 2 周期の時間の長さを、第 1 の低周波駆動処理期間内の他の 1 / 2 周期の時間の長さよりも長くする交流変換制御を行ってもよい。

【0100】

図 10 (D) に示すように、制御手段 40 は、第 2 の低周波駆動処理期間内の最初及び最後の 1 / 2 周期の時間の長さを、第 2 の低周波駆動処理期間内の他の 1 / 2 周期の時間の長さよりも長くする交流変換制御を行ってもよい。図 10 (E) に示すように、制御手段 40 は、第 2 の低周波駆動処理期間内の最後の 1 / 2 周期の時間の長さを、第 2 の低周波駆動処理期間内の他の 1 / 2 周期の時間の長さよりも長くする交流変換制御を行ってもよい。図 10 (F) に示すように、制御手段 40 は、第 2 の低周波駆動処理期間内の最初の 1 / 2 周期の時間の長さを、第 2 の低周波駆動処理期間内の他の 1 / 2 周期の時間の長さよりも長くする交流変換制御を行ってもよい。

10

【0101】

第 1 の低周波駆動処理期間及び第 2 の低周波駆動処理期間において、当該期間内の最初及び最後の 1 / 2 周期は、当該期間内の他の期間よりも電極の平均温度に対する影響が大きい。したがって、当該期間内の最初及び最後の 1 / 2 周期の少なくとも一方の時間の長さを長くすることにより、一方の電極が正となる期間が長くなるため、電極の平均温度をより大きく変動させることができる。

20

【0102】

〔変形例 4〕

上述の実施の形態では、例えば図 5 (C) や図 5 (E) に示すように、制御手段 40 が電力制御回路 20 に対して、電力制御回路 20 が output する直流電流 I_d の電流値を一定に制御する電流制御を行う例で説明したが、制御手段 40 は、第 1 の低周波駆動処理期間及び第 2 の低周波駆動処理期間において、当該期間内の最初及び最後の少なくとも一方の 1 / 2 周期における直流電流 I_d の最大電流値を、当該期間内の他の電流値よりも大きくする電流制御を行ってもよい。

30

【0103】

図 11 (A) 乃至図 11 (C) は、直流電流 I_d と放電灯駆動用の交流電流 I との関係を示すグラフである。図 11 (A) は、直流電流 I_d の変化、図 11 (B) は、第 1 の低周波駆動処理期間における放電灯駆動用の交流電流 I の変化、図 11 (C) は、第 2 の低周波駆動処理期間における放電灯駆動用の交流電流 I の変化をそれぞれ示す。

【0104】

図 11 (A) に示す例では、直流電流 I_d は、時刻 t_0 から時刻 t_1 までの電流値を I_1 、時刻 t_1 から時刻 t_2 までの電流値を I_2 となるように電流制御されている。なお、直流電流 I_d の電流値の制御は、制御手段 40 から電力制御回路 20 へ電流制御信号を出力することにより行うことができる。

40

【0105】

第 1 の低周波駆動処理期間においては、図 11 (B) に示すように、放電灯駆動用の交流電流 I は、時刻 t_0 から時刻 t_1 までは電流値 - I_1 から I_1 までの範囲の交流電流となり、時刻 t_1 から時刻 t_2 までは電流値 - I_1 から I_2 までの範囲の交流電流となる。

【0106】

同様に、第 2 の低周波駆動処理期間においては、図 11 (C) に示すように、放電灯駆動用の交流電流 I は、時刻 t_0 から時刻 t_1 までは電流値 - I_1 から I_1 までの範囲の交流電流となり、時刻 t_1 から時刻 t_2 までは電流値 - I_2 から I_1 までの範囲の交流電流となる。

【0107】

50

このように、電力制御回路 20 が出力する直流電流 I_d を制御することにより、放電灯駆動用の交流電流 I の波高（絶対値）を制御することができる。

【0108】

図 12 (A) 乃至図 12 (F) は、第 1 の低周波駆動処理期間及び第 2 の低周波駆動処理期間における放電灯駆動用の交流電流 I の波形例を示すグラフである。図 12 (A) 乃至図 12 (C) は、第 1 の低周波駆動処理期間における放電灯駆動用の交流電流 I の波形例、図 12 (D) 乃至図 12 (F) は、第 2 の低周波駆動処理期間における放電灯駆動用の交流電流 I の波形例をそれぞれ示している。また、第 1 の低周波駆動処理期間及び第 2 の低周波駆動処理期間に含まれる周期数は、いずれも 7 / 2 周期である場合について例示している。

10

【0109】

図 12 (A) に示すように、制御手段 40 は、第 1 の低周波駆動処理期間内の最初及び最後の 1 / 2 周期における直流電流 I_d の最大電流値を、第 1 の低周波駆動処理期間内の他の電流値よりも大きくする電流制御を行ってもよい。図 12 (B) に示すように、制御手段 40 は、第 1 の低周波駆動処理期間内の最後の 1 / 2 周期における直流電流 I_d の最大電流値を、第 1 の低周波駆動処理期間内の他の電流値よりも大きくする電流制御を行ってもよい。図 12 (C) に示すように、制御手段 40 は、第 1 の低周波駆動処理期間内の最初の 1 / 2 周期における直流電流 I_d の最大電流値を、第 1 の低周波駆動処理期間内の他の電流値よりも大きくする電流制御を行ってもよい。

【0110】

20

図 12 (D) に示すように、制御手段 40 は、第 2 の低周波駆動処理期間内の最初及び最後の 1 / 2 周期における直流電流 I_d の最大電流値を、第 2 の低周波駆動処理期間内の他の電流値よりも大きくする電流制御を行ってもよい。図 12 (E) に示すように、制御手段 40 は、第 2 の低周波駆動処理期間内の最後の 1 / 2 周期における直流電流 I_d の最大電流値を、第 2 の低周波駆動処理期間内の他の電流値よりも大きくする電流制御を行ってもよい。図 12 (F) に示すように、制御手段 40 は、第 2 の低周波駆動処理期間内の最初の 1 / 2 周期における直流電流 I_d の最大電流値を、第 2 の低周波駆動処理期間内の他の電流値よりも大きくする電流制御を行ってもよい。

【0111】

30

第 1 の低周波駆動処理期間及び第 2 の低周波駆動処理期間において、当該期間内の最初及び最後の 1 / 2 周期は、当該期間内の他の期間よりも電極の平均温度に対する影響が大きい。したがって、当該期間内の最初及び最後の少なくとも一方の 1 / 2 周期における最大電流値を大きくすることにより、電極の平均温度をより大きく変動させることができる。

【0112】

〔変形例 5〕

上述の実施の形態においては、低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数は 1 つの値に固定された例で説明したが、制御手段 40 は、電極状態検出手段（動作検出部 60）で検出した電極状態に基づいて、低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数の少なくとも 1 つを変化させる交流変換制御を行ってもよい。

40

【0113】

以下においては、動作検出部 60（本発明における電極状態検出手段に対応）で検出した放電灯駆動電圧 V_d （本発明における電極状態に対応）に基づいて制御を行う例について説明する。

【0114】

図 13 は、放電灯駆動電圧 V_d と低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数との対応関係の一例を示す表である。図 13 に示す例では、放電灯駆動電圧 V_d が大きくなるほど、電極の平均温度を大きく変動させるように制御する例を示している。

50

【0115】

低周波駆動処理期間の挿入間隔を制御する場合には、放電灯駆動電圧 V_d が 100V 以上である場合には 1 秒間隔、80V 以上 100V 未満である場合には 2 秒間隔、60V 以上 80V 未満である場合には 5 秒間隔で低周波駆動処理期間を挿入し、放電灯駆動電圧 V_d が 60V 未満である場合には低周波駆動処理期間を挿入しない。

【0116】

低周波駆動処理期間に含まれる周期数を制御する場合には、放電灯駆動電圧 V_d が 100V 以上である場合には 3 / 2 周期分、80V 以上 100V 未満である場合には 7 / 2 周期分、60V 以上 80V 未満である場合には 13 / 2 周期分の低周波駆動処理期間を挿入し、放電灯駆動電圧 V_d が 60V 未満である場合には低周波駆動処理期間を挿入しない。 10

【0117】

低周波駆動用周波数を制御する場合には、放電灯駆動電圧 V_d が 100V 以上である場合には 10Hz、80V 以上 100V 未満である場合には 20Hz、60V 以上 80V 未満である場合には 30Hz の低周波駆動処理期間を挿入し、放電灯駆動電圧 V_d が 60V 未満である場合には低周波駆動処理期間を挿入しない。

【0118】

図 14 は、放電灯駆動電圧 V_d に基づいて、低周波駆動処理期間の挿入間隔を変化させる場合のフローチャートである。

【0119】

まず、動作検出部 60 により放電灯駆動電圧 V_d を検出する（ステップ S10）。制御手段 40 は、検出された放電灯駆動電圧 V_d を駆動電圧情報として受け付ける。 20

【0120】

次に、制御手段 40 は、放電灯駆動電圧 V_d が 100V 以上であるか否かを判定する（ステップ S12）。放電灯駆動電圧 V_d が 100V 以上であるものと判定した場合には、制御手段 40 は、低周波駆動処理期間の挿入間隔を 1 秒に設定する（ステップ S20）。低周波駆動処理期間の挿入間隔の設定は、例えば記憶部 44 に記憶される。

【0121】

ステップ S12 で放電灯駆動電圧 V_d が 100V 以上ではないものと判定した場合には、制御手段 40 は、放電灯駆動電圧 V_d が 80V 以上であるか否かを判定する（ステップ S14）。放電灯駆動電圧 V_d が 80V 以上であるものと判定した場合には、制御手段 40 は、低周波駆動処理期間の挿入間隔を 2 秒に設定する（ステップ S22）。 30

【0122】

ステップ S14 で放電灯駆動電圧 V_d が 80V 以上ではないものと判定した場合には、制御手段 40 は、放電灯駆動電圧 V_d が 60V 以上であるか否かを判定する（ステップ S16）。放電灯駆動電圧 V_d が 60V 以上であるものと判定した場合には、制御手段 40 は、低周波駆動処理期間の挿入間隔を 5 秒に設定する（ステップ S24）。

【0123】

ステップ S16 で放電灯駆動電圧 V_d が 60V 以上ではないものと判定した場合には、制御手段 40 は、低周波駆動処理期間を挿入しないように設定する（ステップ S18）。

【0124】

図 15 は、放電灯駆動電圧 V_d に基づいて、低周波駆動処理期間に含まれる周期数を変化させる場合のフローチャートである。 40

【0125】

まず、動作検出部 60 により放電灯駆動電圧 V_d を検出する（ステップ S10）。制御手段 40 は、検出された放電灯駆動電圧 V_d を駆動電圧情報として受け付ける。

【0126】

次に、制御手段 40 は、放電灯駆動電圧 V_d が 100V 以上であるか否かを判定する（ステップ S12）。放電灯駆動電圧 V_d が 100V 以上であるものと判定した場合には、制御手段 40 は、低周波駆動処理期間に含まれる周期数を 3 / 2 周期に設定する（ステップ S30）。低周波駆動処理期間に含まれる周期数の設定は、例えば記憶部 44 に記憶さ 50

れる。

【0127】

ステップS12で放電灯駆動電圧Vdが100V以上ではないものと判定した場合には、制御手段40は、放電灯駆動電圧Vdが80V以上であるか否かを判定する(ステップS14)。放電灯駆動電圧Vdが80V以上であるものと判定した場合には、制御手段40は、低周波駆動処理期間に含まれる周期数を7/2周期に設定する(ステップS32)。

【0128】

ステップS14で放電灯駆動電圧Vdが80V以上ではないものと判定した場合には、制御手段40は、放電灯駆動電圧Vdが60V以上であるか否かを判定する(ステップS16)。放電灯駆動電圧Vdが60V以上であるものと判定した場合には、制御手段40は、低周波駆動処理期間に含まれる周期数を13/2周期に設定する(ステップS34)。

【0129】

ステップS16で放電灯駆動電圧Vdが60V以上ではないものと判定した場合には、制御手段40は、低周波駆動処理期間を挿入しないように設定する(ステップS18)。

【0130】

図16は、放電灯駆動電圧Vdに基づいて、低周波駆動用周波数を変化させる場合のフローチャートである。

【0131】

まず、動作検出部60により放電灯駆動電圧Vdを検出する(ステップS10)。制御手段40は、検出された放電灯駆動電圧Vdを駆動電圧情報として受け付ける。

【0132】

次に、制御手段40は、放電灯駆動電圧Vdが100V以上であるか否かを判定する(ステップS12)。放電灯駆動電圧Vdが100V以上であるものと判定した場合には、制御手段40は、低周波駆動用周波数を10Hzに設定する(ステップS40)。低周波駆動用周波数の設定は、例えば記憶部44に記憶される。

【0133】

ステップS12で放電灯駆動電圧Vdが100V以上ではないものと判定した場合には、制御手段40は、放電灯駆動電圧Vdが80V以上であるか否かを判定する(ステップS14)。放電灯駆動電圧Vdが80V以上であるものと判定した場合には、制御手段40は、低周波駆動用周波数を20Hzに設定する(ステップS42)。

【0134】

ステップS14で放電灯駆動電圧Vdが80V以上ではないものと判定した場合には、制御手段40は、放電灯駆動電圧Vdが60V以上であるか否かを判定する(ステップS16)。放電灯駆動電圧Vdが60V以上であるものと判定した場合には、制御手段40は、低周波駆動用周波数を30Hzに設定する(ステップS44)。

【0135】

ステップS16で放電灯駆動電圧Vdが60V以上ではないものと判定した場合には、制御手段40は、低周波駆動処理期間を挿入しないように設定する(ステップS18)。

【0136】

なお、制御部40は、図14乃至16に示すフローのように、図13に示すような放電灯駆動電圧Vdと低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数との対応関係のテーブルを記憶部44に記憶しておいて、対応する設定を選択してもよいし、動作検出部60で検出した放電灯駆動電圧Vdに基づいて、低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数の少なくとも1つを連続的に変化させてもよい。

【0137】

また、低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数のうち2つ以上を組み合わせて変化させてもよい。

10

20

30

40

50

【0138】

このように、放電灯駆動電圧 V_d に基づいて、低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数の少なくとも1つを制御することにより、放電灯の電極の状態に応じた適切な設定で放電灯を駆動することができる。

【0139】

なお、電極の状態を検出する電極状態検出手段の一例として放電灯駆動電圧 V_d に基づいて、低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周波数及び低周波駆動用周波数の少なくとも1つを制御する方法を説明したが、電極状態検出手段としては、放電灯駆動電流、放電灯の光量等を検出する他の検出方法を用いることとともに、これらを組み合わせて用いることもできる。

10

【0140】**3. プロジェクターの回路構成**

図17は、本実施の形態に係るプロジェクターの回路構成の一例を示す図である。プロジェクター500は、先に説明した光学系のほかに、画像信号変換部510、直流電源装置520、放電灯点灯装置10、放電灯90、液晶パネル560R、560G、560B、画像処理装置570を含む。

【0141】

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。

20

【0142】

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い、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を出力する。

【0143】

直流電源装置520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し、トランス（図示しないが、直流電源装置520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。

30

【0144】

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て絶縁破壊させて放電路を形成し、以後放電灯90が放電を維持するための駆動電流を供給する。

【0145】

液晶パネル560R、560G、560Bは、それぞれ駆動信号572R、572G、572Bにより、各液晶パネルに入射する色光の輝度を変調する。

【0146】

CPU(Central Processing Unit)580は、プロジェクターの点灯開始から消灯に至るまでの動作を制御する。プロジェクターの電源が投入され直流電源装置520の出力電圧が所定の値になると、点灯信号582を発生して放電灯点灯装置10に供給する。また、CPU580は、放電灯点灯装置10から放電灯90の点灯情報532を受け取ってもよい。

40

【0147】

このように構成したプロジェクター500は、放電灯内における定常的な対流の形成を抑えて、電極の偏った消耗や電極材料の偏った析出を防止することができるので、投射輝度を長期にわたって保持することができるプロジェクターを実現することができる。

【0148】

上記各実施形態においては、3つの液晶パネルを用いたプロジェクターを例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、1つ、2つ又は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。

【0149】

50

上記各実施形態においては、透過型のプロジェクターを例示して説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、反射型のプロジェクターにも適用することが可能である。ここで、「透過型」とは、透過型の液晶パネル等のように光変調手段としての電気光学変調装置が光を透過するタイプであることを意味しており、「反射型」とは、反射型の液晶パネルやマイクロミラー型光変調装置などのように光変調手段としての電気光学変調装置が光を反射するタイプであることを意味している。マイクロミラー型光変調装置としては、例えば、DMD（デジタルマイクロミラーデバイス）（Texas Instruments社の商標）を用いることができる。反射型のプロジェクターにこの発明を適用した場合にも、透過型のプロジェクターと同様の効果を得ることができる。

【0150】

10

本発明は、投写画像を観察する側から投写するフロント投写型プロジェクターに適用する場合にも、投写画像を観察する側とは反対の側から投写するリア投写型プロジェクターに適用する場合にも可能である。

【0151】

なお、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。

【0152】

本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成（例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成）を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

20

【図面の簡単な説明】

【0153】

【図1】本発明の一実施例としてのプロジェクターを示す説明図。

【図2】光源装置の構成を示す説明図。

【図3】本実施の形態に係る放電灯点灯装置の回路図。

【図4】図4（A）乃至図4（D）は、放電灯90に供給する駆動電力の極性と電極の温度との関係を示す説明図。

30

【図5】図5（A）乃至図5（F）は、放電灯駆動用の交流電流I及び温度の関係を示すグラフ。

【図6】図6（A）及び図6（B）は、第1の低周波挿入期間（期間1）と第2の低周波挿入期間（期間2）とを説明するための図。

【図7】制御手段40が第1の低周波挿入期間（期間1）と第2の低周波挿入期間（期間2）とを交互に繰り返す交流変換制御を行った場合の第1電極92の温度変化を表すグラフ。

【図8】図8（A）乃至図8（C）は、低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数と電極平均温度との関係を示すグラフ。

【図9】最高平均温度H2と最低平均温度H1を変化させた場合の電極平均温度の変化一例を示すグラフ。

40

【図10】図10（A）乃至図10（F）は、第1の低周波駆動処理期間及び第2の低周波駆動処理期間における放電灯駆動用の交流電流Iの波形例を示すグラフ。

【図11】図11（A）乃至図11（C）は、直流電流Idと放電灯駆動用の交流電流Iとの関係を示すグラフ。

【図12】図12（A）乃至図12（F）は、第1の低周波駆動処理期間及び第2の低周波駆動処理期間における放電灯駆動用の交流電流Iの波形例を示すグラフ。

【図13】放電灯駆動電圧Vdと低周波駆動処理期間の挿入間隔、低周波駆動処理期間に含まれる周期数及び低周波駆動用周波数との対応関係の一例を示す表。

【図14】放電灯駆動電圧Vdに基づいて、低周波駆動処理期間の挿入間隔を変化させる

50

場合のフローチャート。

【図15】放電灯駆動電圧Vdに基づいて、低周波駆動処理期間に含まれる周期数を変化させる場合のフローチャート。

【図16】放電灯駆動電圧Vdに基づいて、低周波駆動用周波数を変化させる場合のフローチャート。

【図17】本実施の形態に係るプロジェクターの回路構成の一例を示す図。

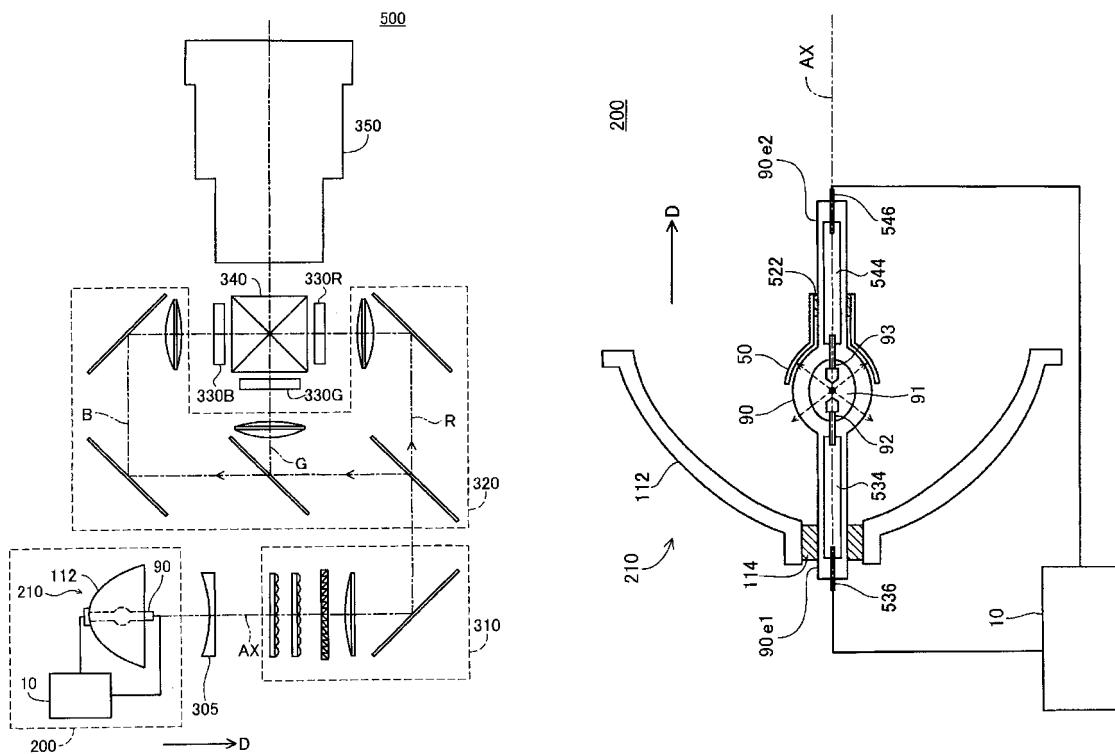
【符号の説明】

【0154】

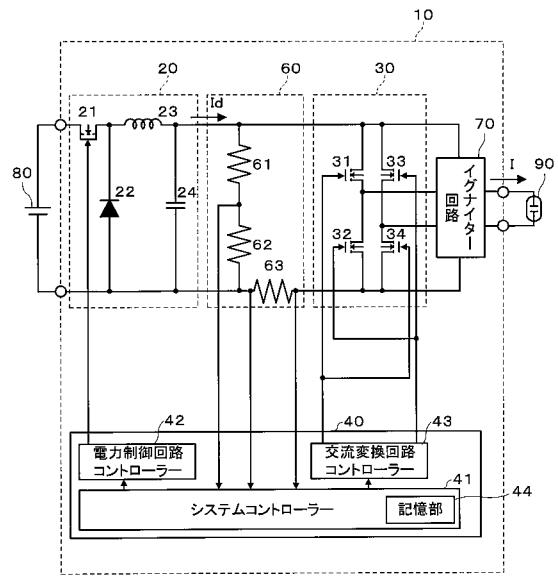
10 10 放電灯点灯装置、20 電力制御回路、21 スイッチ素子、22 ダイオード
 、23 コイル、24 コンデンサー、30 交流変換回路、31~34 スイッチ素子
 、40 制御手段、41 システムコントローラー、42 電力制御回路コントローラー
 、43 交流変換回路コントローラー、44 記憶部、50 副反射鏡、60 動作検出部
 、61~63 抵抗、70 イグナイターハウジング、80 直流電源、90 放電灯、91
 放電空間、92 第1電極、93 第2電極、112 主反射鏡、114 固定部材、
 200 光源装置、210 光源ユニット、305 平行化レンズ、310 照明光学系
 、320 色分離光学系、330R, 330G, 330B 液晶ライトバルブ、340
 クロスダイクロイックプリズム、350 投写光学系、500 プロジェクター、502
 画像信号、510 画像信号変換部、512R 画像信号(R)、512G 画像信号
 (G)、512B 画像信号(B)、520 直流電源装置、522 固定部材、532
 点灯情報、534 導電性部材、536 第1端子、540 放電灯、544 導電性
 部材、546 第2端子、550 ミラー群、560R 液晶パネル(R)、560G
 液晶パネル(G)、560B 液晶パネル(B)、570 画像処理装置、572R 液晶パネル
 (R)駆動信号、572G 液晶パネル(G)駆動信号、572B 液晶パネル
 (B)駆動信号、580 CPU、582 点灯信号、600 交流電源、700 スクリーン、I 放電灯駆動用の交流電流、Id 直流電流、Vd 放電灯駆動電圧

【図1】

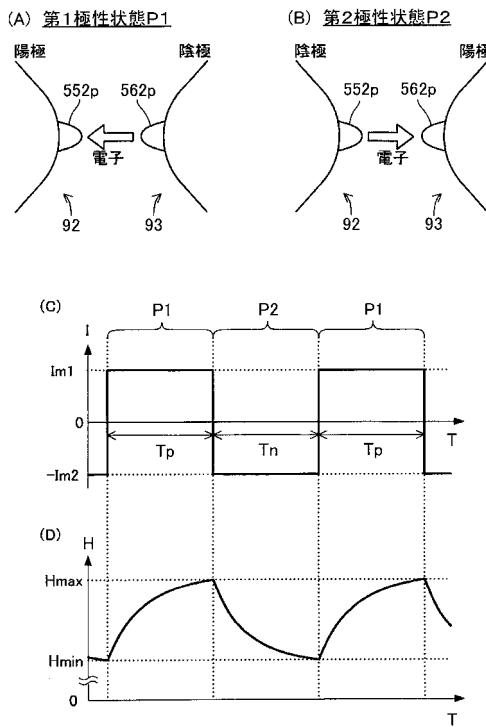
【図2】



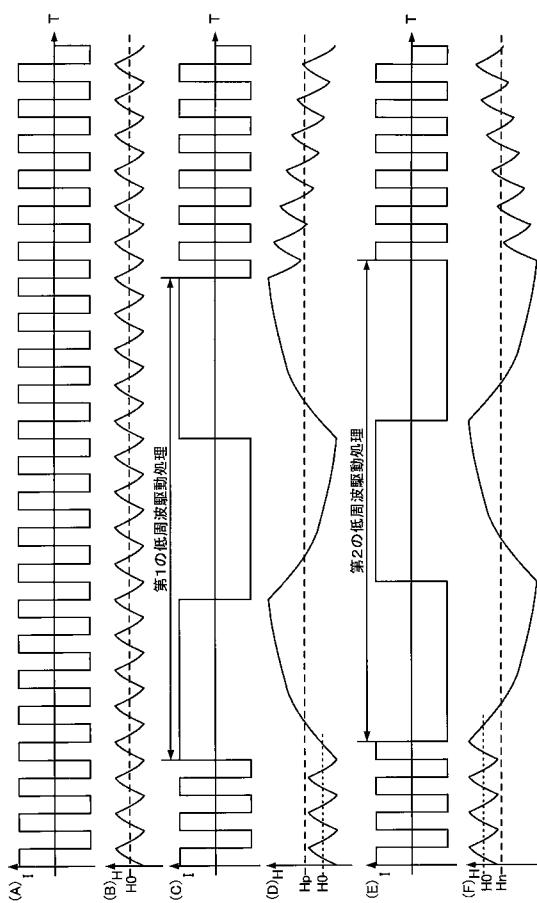
【図3】



【図4】



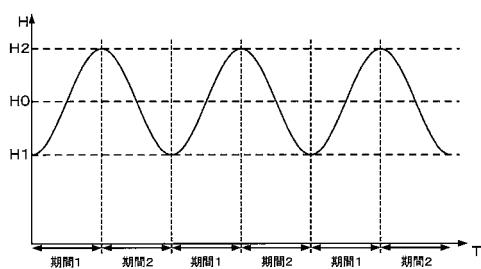
【図5】



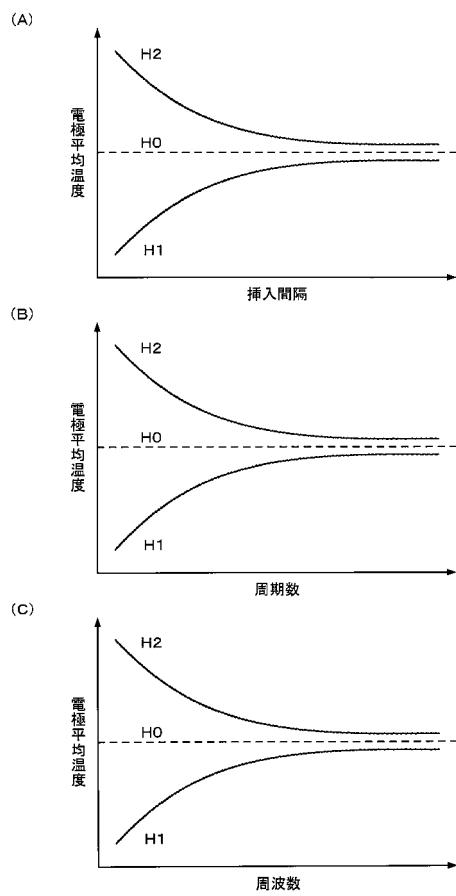
【図6】



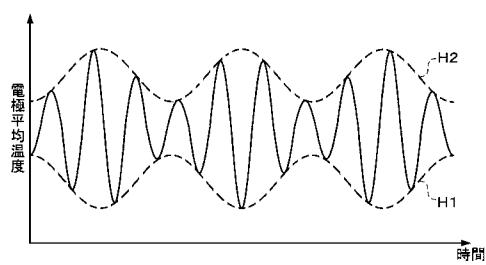
【図7】



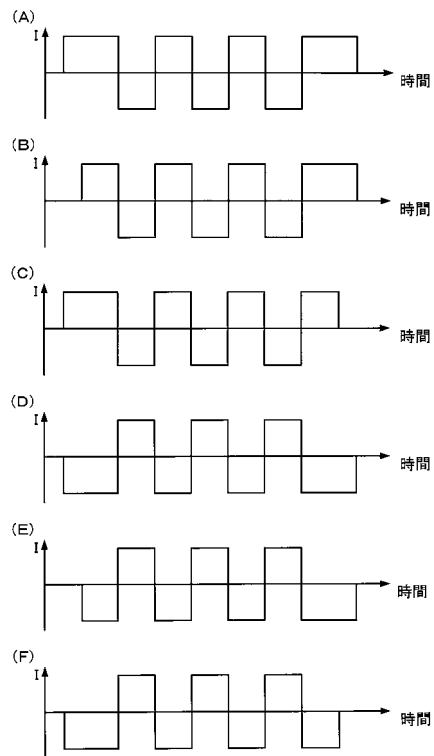
【図8】



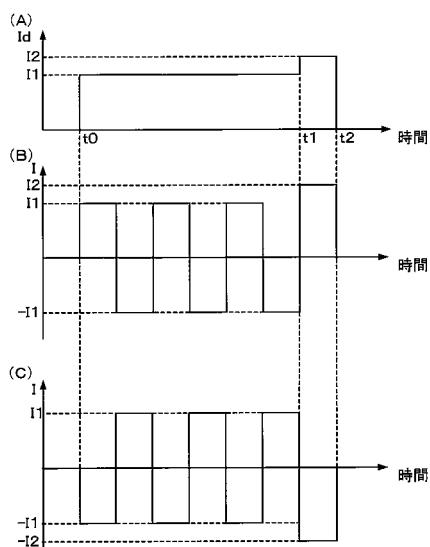
【図9】



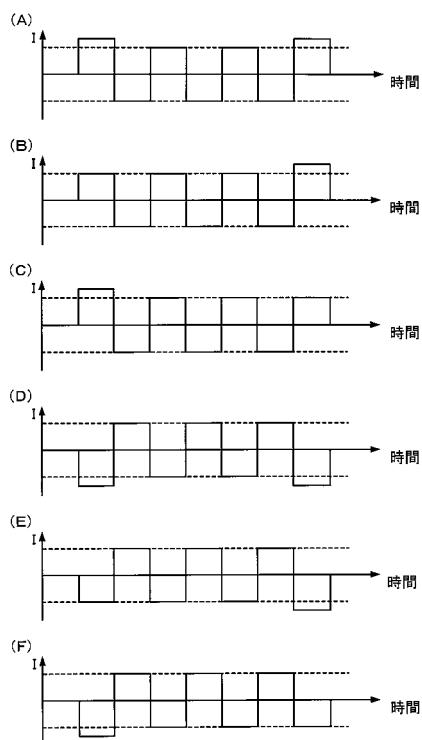
【図10】



【図11】



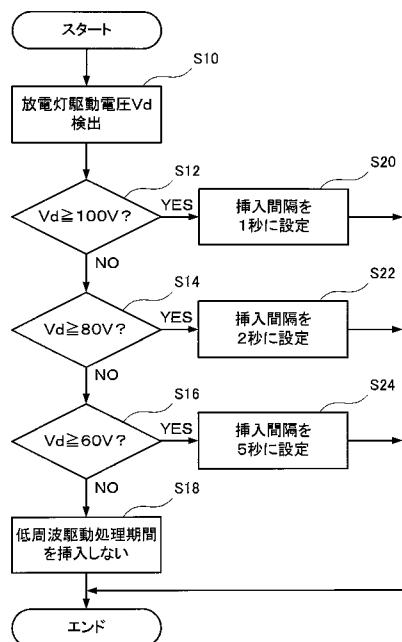
【図12】



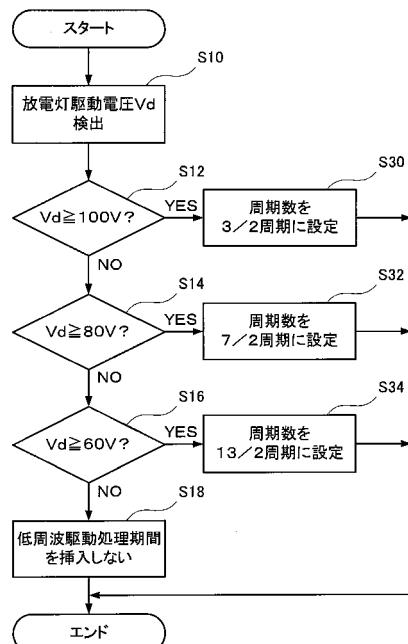
【図13】

電圧(V)	挿入間隔(sec)	周期数(period)	周波数(Hz)
100以上	1	3/2	10
80以上100未満	2	7/2	20
60以上80未満	5	13/2	30
60未満	挿入しない	挿入しない	挿入しない

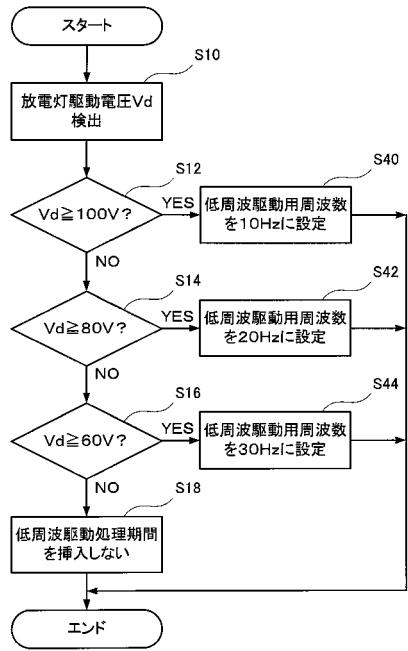
【図14】



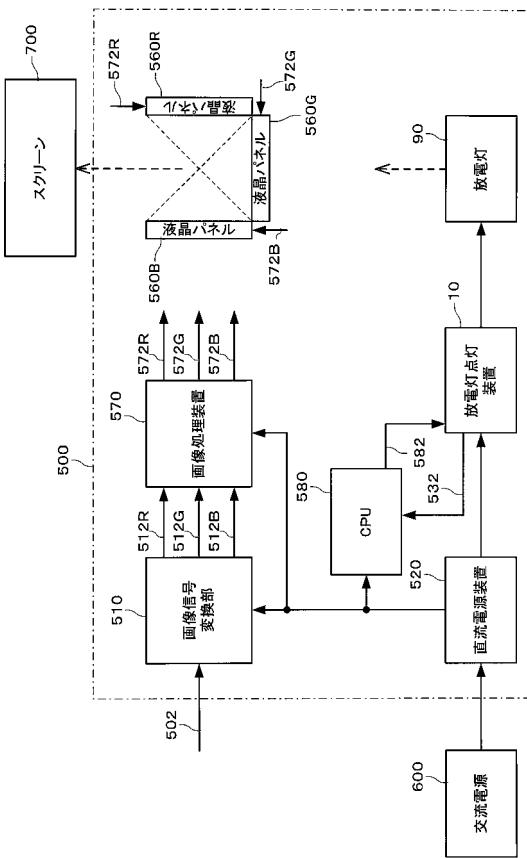
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

審査官 米山 賀

(56)参考文献 特開2006-332015(JP,A)

特開2008-103238(JP,A)

特開2008-146837(JP,A)

特開2006-286460(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 41/24 - 41/298