

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6291728号
(P6291728)

(45) 発行日 平成30年3月14日(2018.3.14)

(24) 登録日 平成30年2月23日(2018.2.23)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 41/24 (2006.01)

H05B 41/24

G03B 21/14 (2006.01)

G03B 21/14

A

G03B 21/00 (2006.01)

G03B 21/00

E

H04N 5/74 (2006.01)

G03B 21/14

Z

H04N 13/30 (2018.01)

H04N 5/74

Z

請求項の数 7 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-122067 (P2013-122067)
 (22) 出願日 平成25年6月10日(2013.6.10)
 (65) 公開番号 特開2014-239013 (P2014-239013A)
 (43) 公開日 平成26年12月18日(2014.12.18)
 審査請求日 平成28年6月1日(2016.6.1)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100146835
 弁理士 佐伯 義文
 (74) 代理人 100140774
 弁理士 大浪 一徳
 (74) 代理人 100122312
 弁理士 堀内 正優
 (72) 発明者 佐藤 峻
 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】 光源装置、プロジェクター、およびプロジェクションシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光を射出する放電灯と、
 前記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、
 前記駆動電流は、第1期間と、第2期間と、を交互に有し、
 前記第1期間の前記駆動電流の絶対値は、前記第2期間の前記駆動電流の絶対値よりも小さく、
 前記第1期間において、前記駆動電流として交流電流が前記放電灯に供給され、
 前記第2期間において、前記駆動電流として交流電流が前記放電灯に供給され、
 前記制御部は、前記第2期間における前記交流電流の周波数を、前記第2期間が設けられるごとに変化させ、前記第1期間における前記交流電流の周波数を、750Hz以上であり、かつ一定の周波数とすることを特徴とする光源装置。

【請求項 2】

前記第1期間の前記駆動電流の絶対値は、前記第2期間の前記駆動電流の絶対値の80%以下である、請求項1に記載の光源装置。

【請求項 3】

時間的に1つの前記第2期間を挟む2つの前記第1期間において、前記駆動電流として互いに逆位相となる交流電流が前記放電灯に供給される、請求項1または2に記載の光源

10

20

装置。

【請求項 4】

時間的に 1 つの前記第 1 期間を挟む 2 つの前記第 2 期間において、前記駆動電流として互いに逆位相となる交流電流が前記放電灯に供給される、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の光源装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の光源装置と、
前記放電灯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。

10

【請求項 6】

請求項 5 に記載のプロジェクターと、
右目用シャッターと左目用シャッターとを有するシャッターメガネと、
を備え、
前記プロジェクターは、所定の切替タイミングで、右目用映像と左目用映像とを交互に切り替えて出力し、

時間的に隣り合う前記切替タイミングに挟まれる期間は、前記第 1 期間で始まり、前記第 2 期間で終わることを特徴とするプロジェクションシステム。

【請求項 7】

前記右目用シャッターおよび前記左目用シャッターは、前記制御部からの信号に基づいて開状態と閉状態との間で切り替えられ、

20

前記第 1 期間において、前記右目用シャッターおよび前記左目用シャッターは前記閉状態となり、

前記第 2 期間において、前記右目用シャッターおよび前記左目用シャッターのうち一方は前記開状態となり、他方のシャッターは前記閉状態となる、請求項 6 に記載のプロジェクションシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光源装置、プロジェクター、およびプロジェクションシステムに関する。

30

【背景技術】

【0002】

高圧水銀ランプなどの放電灯は、プラズマ化した気体内でアーク放電をすることにより発光している。このような放電灯を用いたものとして、立体映像表示を実現した 3D 対応のプロジェクターが実用化されている。3D 対応プロジェクターの一つの方式では、入力信号を左目用信号と右目用信号とに分けて順次交互に送り、左目用映像と右目用映像とを交互に投射する。観察者は、2 つのシャッターが交互に開閉するアクティブシャッターメガネを装着して左目用映像を左目で、右目用映像を右目で選択的に見る。これにより、観察者は、自身が見ている映像を立体映像として認識する。ところが、上記のアクティブシャッターメガネを装着すると、観察者の眼に入る映像は、略半分の期間シャッターに遮られることになる。そのため、映像が暗くなるという問題が発生する。

40

【0003】

この問題に対して、アクティブシャッターメガネと同期して放電灯を調光する方式を採用したプロジェクターが提案されている（たとえば、下記の特許文献 1）。これらのプロジェクターは、メガネのシャッターを開いたときに放電灯の輝度を上げ、シャッターを閉じたときに放電灯の輝度を下げるといった調光動作を行う。言いかえると、シャッターを開いたときに放電灯に供給する電力を上げ、シャッターを閉じたときに放電灯に供給する電力を下げる。このような調光を行うと、放電灯の平均的な輝度を変えずに、シャッターが閉じているときに輝度を低下させた分だけ、シャッターが開いているときの輝度を増加させることができる。これにより、観察者は明るい映像を視認することができる。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-32504号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、アーク放電は、放電灯内部で様々な反応を生じさせ、放電灯の照度低下を引き起こしてしまうことが知られている。この放電灯の照度低下を抑制し、放電灯の寿命を伸ばすことが課題となっている。

10

【0006】

一般的に、放電灯の照度低下の原因としては、アーク放電により蒸発した電極物質が放電灯の発光管内壁に付着する黒化、発光管内壁が高熱となることで結晶化し、白濁して透過率が低下してしまう失透、アーク放電による電極の消耗、の3つが主な原因として知られている。

【0007】

上述した放電灯に供給する電力を変化させるような、電力差がある駆動では、放電灯の電極にかかる負荷が大きくなり、電極が消耗しやすい。その結果、電極の消耗によって放電灯の照度が低下し、結果として放電灯の寿命が短くなりやすいという問題があった。

【0008】

20

本発明の一つの態様は、上記従来技術の問題点に鑑みて成されたものであって、電力差がある放電灯の駆動を行う場合において、放電灯の電極の消耗を抑制し、放電灯の寿命を向上できる光源装置、および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、そのようなプロジェクターを用いたプロジェクションシステム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】

【0009】

本発明の一つの態様の光源装置は、光を射出する放電灯と、前記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、前記駆動電流は、第1期間と、第2期間と、を交互に有し、前記第1期間の前記駆動電流の絶対値は、前記第2期間の前記駆動電流の絶対値よりも小さく、前記第1期間において、前記駆動電流として交流電流が前記放電灯に供給され、前記第1期間における前記交流電流の周波数は、750Hz以上であることを特徴とする。

30

【0010】

電力差がある放電灯の駆動における電極の消耗の原因の1つとして、アーク輝点の移動が考えられる。アーク輝点の移動は、放電灯に供給される電力が大きい状態から、小さい状態へと遷移した場合に生じやすい。アーク輝点の移動が生じると、電極における溶融する位置や、電極の溶融する量が変化する。その結果、電極の形状が不安定になり、電極が消耗しやすくなる。

【0011】

40

これに対して、この構成によれば、駆動電流の絶対値が小さい、言いかえると、電力が小さい第1期間において、750Hz以上の高周波電流を用いている。そのため、放電灯に供給される電力が小さくなった場合に、アーク輝点の移動が抑制され、結果として電極の消耗が抑制される。したがって、放電灯の寿命を向上できる。

【0012】

前記第1期間の前記駆動電流の絶対値が、前記第2期間の前記駆動電流の絶対値の80%以下であってもよい。

この構成によれば、3D対応プロジェクターに用いるのに好適な光源装置が得られる。

【0013】

前記第2期間では、前記駆動電流として交流電流が前記放電灯に供給されてもよい。

50

この構成によれば、電極の消耗をより抑制できる。

【 0 0 1 4 】

時間的に 1 つの前記第 2 期間を挟む 2 つの前記第 1 期間では、前記駆動電流として互いに逆位相となる交流電流が前記放電灯に供給されてもよい。

この構成によれば、両電極の消耗が均一になるため、一方の電極が偏って消耗し、電極間距離が広がることを抑制できる。

【 0 0 1 5 】

時間的に 1 つの前記第 1 期間を挟む 2 つの前記第 2 期間では、前記駆動電流として互いに逆位相となる交流電流が前記放電灯に供給されてもよい。

この構成によれば、両電極の消耗が均一になるため、一方の電極が偏って消耗し、電極間距離が広がることを抑制できる。

【 0 0 1 6 】

本発明の一つの態様のプロジェクターは、本発明の一つの態様の光源装置と、前記放電灯から射出される光を映像信号に応じて変調する光変調素子と、前記光変調素子により変調された光を被投射面上に投射する投射光学系と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

この構成によれば、放電灯の寿命を向上できるため、信頼性に優れたプロジェクターが得られる。

【 0 0 1 8 】

本発明の一つの態様のプロジェクションシステムは、本発明の一つの態様のプロジェクターと、右目用シャッターと左目用シャッターとを有するアクティブシャッターメガネと、を備え、前記プロジェクターは、所定の切替タイミングで、右目用映像と左目用映像とを交互に切り替えて出力し、時間的に隣り合う前記切替タイミングに挟まれる期間は、前記第 1 期間で始まり、前記第 2 期間で終わることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

この構成によれば、放電灯の寿命を向上できるため、信頼性に優れたプロジェクションシステムが得られる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 0 】

【図 1】本実施形態のプロジェクターを示す概略構成図である。

【図 2】本実施形態における放電灯の断面図である。

【図 3】本実施形態のプロジェクションシステム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】プロジェクションシステムの各種動作を示すタイミングチャートである。

【図 8】駆動電流波形の一例を示す図である。

【図 9】電極先端におけるアーク輝点の移動について説明する図である。

【図 10】アーク輝点の移動について示す写真である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 1 】

以下、図 1 から図 10 を参照しながら、本発明の実施形態に係るプロジェクションシステムについて説明する。

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 2 2 】

図 3 は、本実施形態のプロジェクションシステムを示すブロック図である。

本実施形態のプロジェクションシステム 400 は、図 3 に示すように、プロジェクター 500 と、アクティブシャッターメガネ 410 と、を備えている。プロジェクター 500

10

20

30

40

50

は、スクリーン 700 上に右目用映像と左目用映像とを時分割で交互に投射する。

【0023】

アクティブシャッターメガネ 410 は、右目用シャッター 412 と、左目用シャッター 414 と、を備えている。観察者がアクティブシャッターメガネ 410 を装着した場合に、右目用シャッター 412 が閉じられることにより右目側の視野が遮られる。観察者がアクティブシャッターメガネ 410 を装着した場合に、左目用シャッター 414 が閉じられることにより左目側の視野が遮られる。右目用シャッター 412 および左目用シャッター 414 は、たとえば、液晶シャッターで構成される。

【0024】

以下、プロジェクター 500 の光学系について説明する。

10

図 1 は、本実施形態のプロジェクター 500 を示す概略構成図である。

本実施形態のプロジェクター 500 は、図 1 に示すように、光源装置 200 と、平行化レンズ 305 と、照明光学系 310 と、色分離光学系 320 と、3つの液晶ライトバルブ 330R, 330G, 330B (光変調素子) と、クロスダイクロイックプリズム 340 と、投射光学系 350 と、を備えている。

【0025】

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。

【0026】

20

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。

【0027】

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。

30

偏光板は、液晶パネル 560R, 560G, 560B のそれぞれの光入射側および光射出側に配置される。

【0028】

変調された3つの色光は、クロスダイクロイックプリズム 340 により合成される。合成光は投射光学系 350 に入射する。投射光学系 350 は、入射光をスクリーン 700 (図 3 参照) に投射する。これにより、スクリーン 700 上に映像が表示される。なお、平行化レンズ 305、照明光学系 310、色分離光学系 320、クロスダイクロイックプリズム 340、投射光学系 350 の各々の構成としては、周知の種々の構成を採用することができる。

40

【0029】

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。

【0030】

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。

50

【 0 0 3 1 】

放電灯 9 0 の形状は、照射方向 D に沿って延びる棒状である。放電灯 9 0 の一方の端部を第 1 端部 9 0 e 1 とし、放電灯 9 0 の他方の端部を第 2 端部 9 0 e 2 とする。放電灯 9 0 の材料は、たとえば、石英ガラス等の透光性材料である。放電灯 9 0 の中央部は球状に膨らんでおり、その内部は放電空間 9 1 である。放電空間 9 1 には、希ガス、金属ハロゲン化合物等を含む放電媒体であるガスが封入されている。

【 0 0 3 2 】

放電空間 9 1 には、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の先端が突出している。第 1 電極 9 2 は、放電空間 9 1 の第 1 端部 9 0 e 1 側に配置されている。第 2 電極 9 3 は、放電空間 9 1 の第 2 端部 9 0 e 2 側に配置されている。第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の形状は、光軸 A X に沿って延びる棒状である。放電空間 9 1 には、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の電極先端部が、所定距離だけ離れて対向するように配置されている。第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の材料は、たとえば、タングステン等の金属である。

10

【 0 0 3 3 】

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

20

【 0 0 3 4 】

第 1 端子 5 3 6 および第 2 端子 5 4 6 は、放電灯点灯装置 1 0 に接続されている。放電灯点灯装置 1 0 は、第 1 端子 5 3 6 および第 2 端子 5 4 6 に、放電灯 9 0 を駆動するための駆動電流を供給する。その結果、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の間でアーク放電が起きる。アーク放電により発生した光（放電光）は、破線の矢印で示すように、放電位置から全方向に向かって放射される。

【 0 0 3 5 】

主反射鏡 1 1 2 は、固定部材 1 1 4 により、放電灯 9 0 の第 1 端部 9 0 e 1 に固定されている。主反射鏡 1 1 2 は、放電光のうち、照射方向 D と反対側に向かって進む光を照射方向 D に向かって反射する。主反射鏡 1 1 2 の反射面（放電灯 9 0 側の面）の形状は、放電光を照射方向 D に向かって反射できる範囲内において、特に限定されず、たとえば、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。たとえば、主反射鏡 1 1 2 の反射面の形状を回転放物線形状とした場合、主反射鏡 1 1 2 は、放電光を光軸 A X に略平行な光に変換することができる。これにより、平行化レンズ 3 0 5 を省略することができる。

30

【 0 0 3 6 】

副反射鏡 5 0 は、固定部材 5 2 2 により、放電灯 9 0 の第 2 端部 9 0 e 2 側に固定されている。副反射鏡 5 0 の反射面（放電灯 9 0 側の面）の形状は、放電空間 9 1 の第 2 端部 9 0 e 2 側の部分を囲む球面形状である。副反射鏡 5 0 は、放電光のうち、主反射鏡 1 1 2 が配置された側と反対側に向かって進む光を主反射鏡 1 1 2 に向かって反射する。これにより、放電空間 9 1 から放射される光の利用効率を高めることができる。

40

【 0 0 3 7 】

固定部材 1 1 4 , 5 2 2 の材料は、放電灯 9 0 からの発熱に耐え得る耐熱材料である範囲内において、特に限定されず、たとえば、無機接着剤である。主反射鏡 1 1 2 および副反射鏡 5 0 と放電灯 9 0 との配置を固定する方法としては、主反射鏡 1 1 2 および副反射鏡 5 0 を放電灯 9 0 に固定する方法に限らず、任意の方法を採用できる。たとえば、放電灯 9 0 と主反射鏡 1 1 2 とを、独立にプロジェクターの筐体（図示せず）に固定してもよい。副反射鏡 5 0 についても同様である。

【 0 0 3 8 】

50

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。

【００３９】

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。画像信号変換部５１０は、画像信号５０２として、所定の切替タイミングで右目用映像と左目用映像とが交互に切り替わる立体映像信号が入力された場合には、右目用映像と左目用映像との切替タイミングに基づいて、同期信号５１４をＣＰＵ５８０に供給する。

10

【００４０】

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。

【００４１】

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。

20

【００４２】

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。

【００４３】

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

30

【００４４】

ＣＰＵ５８０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。たとえば、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。ＣＰＵ５８０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。ＣＰＵ５８０は、同期信号５１４に基づいて、画像信号５０２に同期してアクティブシャッターメガネ４１０を制御するための制御信号５８６を、有線または無線の通信手段を介してアクティブシャッターメガネ４１０に出力する。アクティブシャッターメガネ４１０の右目用シャッター４１２および左目用シャッター４１４は、制御信号５８６に基づいてそれぞれ開閉動作が制御される。

40

【００４５】

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。

【００４６】

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、該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 7 】

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、たとえば、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 4 8 】

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、たとえば、PWM (Pulse Width Modulation) 制御信号が用いられてもよい。

10

【 0 0 4 9 】

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 0 】

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 1 】

極性反転回路 30 は、たとえば、トランジスタなどで構成される第 1 のスイッチ素子 31、第 2 のスイッチ素子 32、第 3 のスイッチ素子 33、および第 4 のスイッチ素子 34 を含んでいる。極性反転回路 30 は、直列接続された第 1 のスイッチ素子 31 および第 2 のスイッチ素子 32 と、直列接続された第 3 のスイッチ素子 33 および第 4 のスイッチ素子 34 と、が互いに並列接続された構成を有する。第 1 のスイッチ素子 31、第 2 のスイッチ素子 32、第 3 のスイッチ素子 33、および第 4 のスイッチ素子 34 の制御端子には、それぞれ制御部 40 から極性反転制御信号が入力される。この極性反転制御信号に基づいて、第 1 のスイッチ素子 31、第 2 のスイッチ素子 32、第 3 のスイッチ素子 33 および第 4 のスイッチ素子 34 の ON / OFF 動作が制御される。

30

【 0 0 5 2 】

極性反転回路 30 においては、第 1 のスイッチ素子 31 および第 4 のスイッチ素子 34 と、第 2 のスイッチ素子 32 および第 3 のスイッチ素子 33 と、を交互に ON / OFF させる動作が繰り返される。これにより、電力制御回路 20 から出力される直流電流 I_d の極性が交互に反転する。第 1 のスイッチ素子 31 と第 2 のスイッチ素子 32 との共通接続点、および第 3 のスイッチ素子 33 と第 4 のスイッチ素子 34 との共通接続点から、制御された時間だけ同一極性状態を継続する直流である駆動電流 I 、もしくは制御された周波数をもつ交流である駆動電流 I を生成し、出力する。

40

【 0 0 5 3 】

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

50

、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。

【0054】

本実施形態において、電力制御回路20と極性反転回路30とを合わせた部分が放電灯駆動部230に対応する。すなわち、放電灯駆動部230は、放電灯90を駆動する駆動電流Iを放電灯90に供給する。

【0055】

制御部40は、放電灯駆動部230を制御する。図4の例では、制御部40は、電力制御回路20および極性反転回路30を制御することにより、駆動電流Iが同一極性を継続する保持時間、駆動電流Iの電流値、周波数等を制御する。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。また、制御部40は、電力制御回路20に対して、出力される直流電流I_dの電流値を制御する電流制御を行う。

10

【0056】

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。

【0057】

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が検出した駆動電圧V_{1a}および駆動電流Iに基づき、電力制御回路コントローラ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。

20

【0058】

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。

【0059】

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、たとえば、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

【0060】

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。

【0061】

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。

40

【0062】

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、たとえば、CPU580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ーとして機能し、これらの処理の各種制御を行うようにすることもできる。

【0063】

図5は、制御部40の他の構成例について説明するための図である。図5に示すように、制御部40は、制御プログラムにより、電力制御回路20を制御する電流制御手段40-1、極性反転回路30を制御する極性反転制御手段40-2として機能するように構成されてもよい。

50

【 0 0 6 4 】

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 5 】

動作検出部 6 0 は、たとえば、放電灯 9 0 の駆動電圧 V_{1a} 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 および第 3 の抵抗 6 3 を含んで構成されている。

【 0 0 6 6 】

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 および第 2 の抵抗 6 2 で分圧した電圧により駆動電圧 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 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 7 】

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 6 8 】

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) ~ 図 6 (D) は、放電灯 9 0 に供給する駆動電流 I の極性と電極の温度との関係を示す説明図である。図 6 (A) および図 6 (B) は、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の動作状態を示している。これらの図には、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の先端部分が示されている。第 1 電極 9 2 および第 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 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。本実施形態のように突起 5 5 2 p、5 6 2 p がある場合には、突起が無い場合と比べて、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 における放電位置（アーク輝点の位置）の移動を抑えることができる。

【 0 0 6 9 】

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 P_{s1} を示している。第 1 極性状態 P_{s1} 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。

【 0 0 7 0 】

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 P_{s2} を示している。第 2 極性状態 P_{s2} では、第 1 極性状態 P_{s1} 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。

このように、電子が衝突する陽極の温度は、電子を放出する陰極の温度と比べて高くなりやすい。

【 0 0 7 1 】

図 6 (C) は、放電灯 9 0 に供給される駆動電流 I の一例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 P_{s1} を示し、負値は第 2 極性状態 P_{s2} を示す。

10

20

30

40

50

s 2 を示す。

【 0 0 7 2 】

図 6 (C) に示す例では、駆動電流 I として矩形波交流電流が利用されている。図 6 (C) に示す例では、第 1 極性状態 $P s 1$ と第 2 極性状態 $P s 2$ とが交互に繰り返されている。ここで、第 1 極性区間 $T p$ は、第 1 極性状態 $P s 1$ が続く時間を示し、第 2 極性区間 $T n$ は、第 2 極性状態 $P s 2$ が続く時間を示す。図 6 (C) に示す例では、第 1 極性区間 $T p$ の平均電流値は $I m 1$ であり、第 2 極性区間 $T n$ の平均電流値は $- I m 2$ である。放電灯 9 0 の駆動に適した駆動電流 I の周波数は、放電灯 9 0 の特性に合わせて、実験的に決定することができる（たとえば $30 \text{ Hz} \sim 1 \text{ kHz}$ の範囲の値が採用される）。他の値 $I m 1$ 、 $- I m 2$ 、 $T p$ 、 $T n$ も、同様に実験的に決定することができる。

10

【 0 0 7 3 】

図 6 (D) は、第 1 電極 9 2 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 $P s 1$ では、第 1 電極 9 2 の温度 H が上昇し、第 2 極性状態 $P s 2$ では、第 1 電極 9 2 の温度 H が低下する。第 1 極性状態 $P s 1$ と第 2 極性状態 $P s 2$ が繰り返されるので、温度 H は最小値 $H m i n$ と最大値 $H m a x$ との間で周期的に変化する。図示は省略するが、第 2 電極 9 3 の温度は、第 1 電極 9 2 の温度 H とは逆位相で変化する。すなわち、第 1 極性状態 $P s 1$ では、第 2 電極 9 3 の温度が低下し、第 2 極性状態 $P s 2$ では、第 2 電極 9 3 の温度が上昇する。

【 0 0 7 4 】

以下、プロジェクションシステム 4 0 0 における駆動電流 I の制御の具体例について説明する。

20

図 7 は、プロジェクションシステムの各種動作を示すタイミングチャートである。

図 7 に示すように、上から順に駆動信号 $5 7 2 R$ 、 $5 7 2 G$ 、 $5 7 2 B$ の内容、右目用シャッター 4 1 2 の開閉状態、左目用シャッター 4 1 4 の開閉状態、期間、切替タイミングの時間的關係が示されている。図 7 の横軸は時間である。

【 0 0 7 5 】

図 7 に示される例では、駆動信号 $5 7 2 R$ 、 $5 7 2 G$ 、 $5 7 2 B$ は、時刻 $t 1$ から時刻 $t 3$ までの間は右目用映像、時刻 $t 3$ から時刻 $t 5$ までの間は左目用映像、時刻 $t 5$ から時刻 $t 7$ までの間は右目用映像に対応する駆動信号となっている。したがって、図 7 に示される例では、プロジェクター 5 0 0 は、時刻 $t 1$ 、時刻 $t 3$ 、時刻 $t 5$ 、時刻 $t 7$ を切替タイミングとして、右目用映像と左目用映像とを切り替えて交互に出力する。

30

【 0 0 7 6 】

時間的に隣り合う切替タイミングに挟まれる期間は、第 1 期間 $P 1$ で始まり、第 2 期間 $P 2$ で終わる。図 7 に示される例では、たとえば、切替タイミングとなる時刻 $t 1$ と時刻 $t 3$ とに挟まれる期間は、時刻 $t 1$ から時刻 $t 2$ までの間の第 1 期間 $P 1$ で始まり、時刻 $t 2$ から時刻 $t 3$ までの間の第 2 期間 $P 2$ で終わる。切替タイミングとなる時刻 $t 3$ と時刻 $t 5$ とに挟まれる期間、切替タイミングとなる時刻 $t 5$ と時刻 $t 7$ とに挟まれる期間についても同様である。

【 0 0 7 7 】

図 7 に示される例では、第 1 期間 $P 1$ の長さ第 2 期間 $P 2$ の長さを同一に表しているが、第 1 期間 $P 1$ の長さ第 2 期間 $P 2$ の長さとは、必要に応じてそれぞれ適宜設定できる。また、第 1 期間 $P 1$ と第 2 期間 $P 2$ との間に、第 3 期間が存在していてもよい。第 3 期間においては、後述される第 1 期間 $P 1$ および第 2 期間 $P 2$ における駆動電流 I の制御とは異なる制御を行ってもよい。

40

【 0 0 7 8 】

また、図 7 に示すような場合においては、第 1 期間 $P 1$ と第 2 期間 $P 2$ とで、それぞれ 1 回ずつ、液晶ライトバルブ $3 3 0 R$ 、 $3 3 0 G$ 、 $3 3 0 B$ に映像信号が書き込まれている。すなわち、液晶ライトバルブ $3 3 0 R$ 、 $3 3 0 G$ 、 $3 3 0 B$ には、1 回の片目用映像の期間において、計 2 回の映像信号の書き込みが行われている。このとき、片目用映像の期間（1 フィールド）の長さが $1 / 120 \text{ s}$ であるような場合には、液晶ライトバルブ 3

50

30R, 330G, 330Bに、1/240s間に1回の割合で映像信号の書き込みが行われる。言い換えると、液晶ライトバルブ330R, 330G, 330Bの駆動周波数は240Hzである。

【0079】

右目用シャッター412は、右目用映像に対応する駆動信号572R, 572G, 572Bが液晶パネル560R, 560G, 560Bに入力されている期間の少なくとも一部の期間で開いた状態となる。図7に示される例では、右目用シャッター412は、時刻t1から時刻t2までの間、すなわち第1期間P1では閉じた状態であり、時刻t2から時刻t3までの間、すなわち第2期間P2では開いた状態である。また、左目用映像に対応する駆動信号572R, 572G, 572Bが液晶パネル560R, 560G, 560Bに入力されている期間において、右目用シャッター412は、切替タイミング(時刻t3)から閉じ始め、第1期間P1(時刻t3と時刻t4との間)で閉じ終わり、第2期間P2(時刻t4から時刻t5まで)の間は閉じた状態である。時刻t5から時刻t7までの間における右目用シャッター412の開閉状態の変化は、時刻t1から時刻t3までの間の開閉状態の変化と同様である。

【0080】

左目用シャッター414は、切替タイミング1つ分だけずれて、右目用シャッター412と同様の開閉動作を行う。すなわち、左目用シャッター414は、右目用映像が出力されている期間(たとえば、時刻t1から時刻t3までの期間)では、左目用映像が流れている期間(たとえば、時刻t3から時刻t5までの期間)における右目用シャッター412と同様の開閉動作を行う。また、左目用シャッター414は、左目用映像が出力されている期間(たとえば、時刻t3から時刻t5までの期間)では、右目用映像が流れている期間(たとえば、時刻t5から時刻t7までの期間)における右目用シャッター412と同様の開閉動作を行う。

図7に示される例では、第1期間P1においては、右目用シャッター412および左目用シャッター414のいずれのシャッターも閉じている期間が存在している。

【0081】

図8は、駆動電流波形の一例を示すタイミングチャートである。

縦軸は、放電灯90に供給される駆動電流の電力比を示している。電力比は、定格ノーマルモード(2D表示時)の駆動電力を1としたときの駆動電力の相対値である。電極間距離が一定であれば、駆動電圧は一定と考えられる。このとき、駆動電流と駆動電力とは比例関係にあるため、図8は、定格ノーマルモード(2D表示時)の駆動電流を1としたときの駆動電流の相対値を示す波形とみなすことができる。図8においては、第1極性状態Ps1となる場合の電力比を正值、第2極性状態Ps2となる場合の電力比を負値として表す。

横軸は、時間を示しており、右目用シャッター412または左目用シャッター414が開いたタイミング、すなわち、第1期間P1から第2期間P2に移る境界(たとえば、図7における時刻t2, 時刻t4, 時刻t6)を0sとして表示している。

【0082】

図8に示すように、本実施形態において、放電灯90に供給される駆動電流は、矩形波交流電流である。言いかえると、第1期間P1および第2期間P2において、放電灯90に供給される駆動電流は、矩形波交流電流である。

第1期間P1における交流電流は、高周波の交流電流である。第1期間P1における交流電流の周波数は、たとえば、750Hz以上、10kHz以下であり、具体的な一例として、図8においては、960Hzである。

【0083】

第2期間P2における交流電流の周波数は、特に限定されず、放電灯の仕様や用途に応じて適宜設定できる。第2期間P2における交流電流の周波数は、図8に示すように、第2期間P2毎に異なってもよい。たとえば、図8では、第2期間P2における交流電流の周波数は、期間P2aでは320Hzに、期間P2bでは160Hzに、期間P2c

では 960 Hz に、それぞれ設定されている。

【0084】

第1期間 P1 における電力比（駆動電流比）は、第2期間 P2 における電力比（駆動電流比）よりも小さく設定されている。言いかえると、第1期間 P1 における駆動電流の絶対値は、第2期間 P2 における駆動電流の絶対値に対して相対的に小さく設定されている。第1期間 P1 における電力比（駆動電流比）は、たとえば、第2期間 P2 における電力比（駆動電流比）の 80% 以下である。

【0085】

第1期間 P1 と第2期間 P2 との電力比（駆動電流比）は、第1期間 P1 と第2期間 P2 との長さに応じて設定できる。すなわち、第1期間 P1 と第2期間 P2 とを合わせた期間の平均電力比が、定格ノーマルモードにおける平均電力比と同様になるように設定できる。以下、詳細に説明する。

【0086】

まず、1つ目の例として、図8に示すような駆動電流波形の場合について説明する。

図8に示す駆動電流波形の一例においては、第1期間 P1 と第2期間 P2 とを合わせた長さ、すなわち、片目用映像の期間の長さは、1/120 s に設定されている。これは、映像の1フレームの長さが 1/60 s に設定されており、1フレームを構成する右目用映像のフィールドと左目用映像のフィールドとが、それぞれ1フレームの半分の長さとなるためである。たとえば、図7では、1フレームは、時刻 t1 から時刻 t5 までの期間である。右目用映像のフィールドは、時刻 t1 から時刻 t3 までの期間であり、左目用映像のフィールドは、時刻 t3 から時刻 t5 までの期間である。

【0087】

図8において、第1期間 P1 と第2期間 P2 との長さの比は、1:3 に設定されている。すなわち、第1期間 P1 の長さは、1/480 s であり、第2期間 P2 の長さは、1/160 s である。このような場合、1回の片目用映像の期間において、液晶ライトバルブ 330R, 330G, 330B には、片目用映像信号が計4回書き込まれている。1回目の書き込みは、第1期間 P1 において行われ、2回目～4回目の書き込みは、第2期間 P2 において行われる。この場合、液晶ライトバルブ 330R, 330G, 330B への映像信号の書き込みは、1/480 s 間に1回行われる。言い換えると、液晶ライトバルブ 330R, 330G, 330B の駆動周波数は 480 Hz である。

【0088】

上記のような場合において、たとえば、第2期間 P2 の電力比を定格ノーマルモードの電力比よりも 15% 高くすると、第1期間 P1 の電力比を第2期間 P2 の電力比の約 48% と設定することで、第1期間 P1 と第2期間 P2 とを合わせた期間の平均電力比を、定格ノーマルモードの平均電力比と同様とできる。具体的には、たとえば図8に示すように、電力比が正値を取る場合には、第1期間 P1 の電力比は 0.55、第2期間 P2 の電力比は 1.15 に設定されている。また、電力比が負値を取る場合には、第1期間 P1 の電力比は -0.55、第2期間 P2 の電力比は -1.15 に設定されている。これにより、第1期間 P1 と第2期間 P2 とを合わせた期間の平均電力比を 1（定格ノーマルモードの平均電力比）とできる。

【0089】

次に、2つ目の例として、図7に示すように第1期間 P1 と第2期間 P2 との長さが同一に設定されている場合について説明する。

図8と同様にして片目用映像の期間の長さが 1/120 s に設定されている場合、第1期間 P1 と第2期間 P2 との長さが同一であるため、第1期間 P1 と第2期間 P2 との長さはそれぞれ 1/240 s となる。この場合において、たとえば、第2期間 P2 の電力比を定格ノーマルモードの電力比よりも 15% 高くすると、第1期間 P1 の電力比を第2期間 P2 の電力比の約 74% に設定することで、第1期間 P1 と第2期間 P2 とを合わせた期間の平均電力比を定格ノーマルモードの平均電力比と同様とできる。

【0090】

具体的には、たとえば、電力比が正值を取る場合には、第 1 期間 P 1 の電力比は 0 . 8 5、第 2 期間 P 2 の電力比は 1 . 1 5 となるように設定される。また、電力比が負値を取る場合には、第 1 期間 P 1 の電力比は - 0 . 8 5、第 2 期間 P 2 の電力比は - 1 . 1 5 となるように設定される。これにより、第 1 期間 P 1 と第 2 期間 P 2 とを合わせた期間の平均電力比を 1 (定格ノーマルモードの平均電力比) とできる。なお、この場合においては、液晶ライトバルブ 3 3 0 R , 3 3 0 G , 3 3 0 B の駆動周波数は 2 4 0 H z である。

【 0 0 9 1 】

以上、例示して示したように右目用シャッター 4 1 2 と左目用シャッター 4 1 4 とのうちどちらか一方が開いている第 2 期間 P 2 の電力比を 1 (定格ノーマルモードの平均電力比) より大きくし、右目用シャッター 4 1 2 と左目用シャッター 4 1 4 とが共に閉じている第 1 期間 P 1 の電力比を 1 (定格ノーマルモードの平均電力比) より小さくして、放電灯 9 0 の平均的な輝度、すなわち、放電灯 9 0 に供給する平均電力を定格ノーマルモードと同様となるようにして、観察者の目に入る映像の輝度低下を低減することができる。

【 0 0 9 2 】

本実施形態によれば、放電灯 9 0 に供給される電力が小さい第 1 期間 P 1 における交流電流の周波数が高周波であるため、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 の消耗を抑制でき、放電灯 9 0 の寿命を向上できる。以下、詳細に説明する。

【 0 0 9 3 】

図 9 (A) , (B) , (C) は、第 1 電極 9 2 および第 2 電極 9 3 におけるアーク放電の様子を示した図である。図 9 (A) においては、第 1 極性状態 P s 1 を示している。すなわち、第 1 電極 9 2 が陽極であり、第 2 電極 9 3 が陰極である。図 9 (B) , (C) においては、第 2 極性状態 P s 2 を示している。すなわち、第 1 電極 9 2 が陰極であり、第 2 電極 9 3 が陽極である。

【 0 0 9 4 】

図 9 (A) は、第 2 期間 P 2 における放電の様子である。第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 との間には、アーク A R 1 が生じている。第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 との表面に形成された各突起 9 0 0 a , 9 0 0 b 上には、アーク輝点 9 1 0 が形成されている。第 2 期間 P 2 においては、放電灯 9 0 に供給されている電力が大きいため、アーク輝点 9 1 0 は大きく形成される。これにより、陽極である第 1 電極 9 2 の表面に形成された突起 9 0 0 a は、溶融し、表面が平坦化されている。

【 0 0 9 5 】

次に、図 9 (B) は、第 2 期間 P 2 から第 1 期間 P 1 へと切り替わった瞬間であって、極性が反転して、第 2 極性状態 P s 2 となった状態を示す図である。図 9 (B) に示すように、第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 との間には、アーク A R 2 a が生じている。第 1 期間 P 1 においては、放電灯 9 0 に供給される電力は小さくなるため、各突起 9 0 0 a , 9 0 0 b 上に形成されるアーク輝点 9 2 0 は小さくなる。

【 0 0 9 6 】

次に、図 9 (C) は、第 1 期間 P 1 へと切り替わって所定時間後を示した図である。図 9 (C) に示すように、陰極側 (第 1 電極 9 2 側) のアーク輝点 9 2 0 の位置が下方側に移動した状態となっている。第 1 期間 P 1 におけるアーク輝点 9 2 0 は、第 2 期間 P 2 におけるアーク輝点 9 1 0 に比べて小さく、第 2 期間 P 2 において平坦化された、突起 9 0 0 a の表面上を移動しやすい状態となっているためである。アーク輝点の移動は、電子が放出される陰極側でのみ発生する。

【 0 0 9 7 】

アーク輝点 9 2 0 の位置が移動すると、アーク輝点間の距離が大きくなる。アーク輝点間の距離は、すなわち、電極間距離である。図 9 (B) では、第 1 電極 9 2 側のアーク輝点 9 2 0 の位置も、第 2 電極 9 3 側のアーク輝点の位置も、各突起 9 0 0 a , 9 0 0 b 上の上下方向中央となっているため、アーク A R 2 a は略水平に生じており、アーク輝点間距離 W 1 も、各突起 9 0 0 a , 9 0 0 b 間の略水平距離と等しくなっている。

【 0 0 9 8 】

これに対して、図 9 (C) では、陰極側 (第 1 電極 9 2 側) のアーク輝点 9 2 0 が下方に移動しているため、アーク A R 2 b は、水平よりも傾いた状態で生じ、アーク輝点間距離 W 2 は、アーク輝点間距離 W 1 に比べて大きくなる。

【 0 0 9 9 】

したがって、アーク輝点が電極上において移動することで、電極間距離が大きくなり、放電灯の照度低下が生じる。

また、アーク輝点の位置が移動することによって、電極における溶融する位置や、電極の溶融する量が変化する。その結果、電極の形状が不安定になり、電極が消耗しやすくなる。

【 0 1 0 0 】

10

図 1 0 (A) , (B) は、実際のアーク輝点の移動を示した写真である。図 1 0 (A) , (B) は、共に第 2 極性状態 P s 2 である場合を示している。

図 1 0 (A) は、第 1 期間 P 1 となった瞬間 (0 s) を示している。図 1 0 (A) に示すように、第 1 期間 P 1 となった直後においては、第 1 電極 9 2 A 上に形成された突起 9 0 0 a A の上下方向中央にアーク輝点 9 2 0 A が形成されていることが確認できる。

【 0 1 0 1 】

一方、図 1 0 (B) は、第 1 期間 P 1 となって 1 / 2 4 0 s 後の状態を示した図である。図 1 0 (B) に示すように、アーク輝点 9 2 0 A は、突起 9 0 0 a A 上を、下方側に移動していることが確認できる。

【 0 1 0 2 】

20

これに対して、本実施形態によれば、第 1 期間 P 1 において高周波交流電流が供給されているため、各電極の極性は高速で切り替わり、各電極が陰極となっている時間が極めて短くなる。アーク輝点の移動速度は、加速を無視すると、約 5 0 mm / s 程度である。そのため、各電極が陰極となっている時間が極めて短い場合においては、電極が陰極となっている間にアーク輝点が移動できる距離は極めて短く、結果としてアーク輝点の移動は抑制される。したがって、アーク輝点の移動が抑制されることで、電極の消耗が抑制され、放電灯の寿命を向上できる。

【 0 1 0 3 】

なお、本実施形態においては、下記の構成を採用することもできる。

【 0 1 0 4 】

30

第 2 期間 P 2 において、放電灯 9 0 に供給される電流は直流電流であってもよい。

【 0 1 0 5 】

図 8 においては、すべての第 1 期間 P 1 および第 2 期間 P 2 は、第 2 極性状態 P s 2 から始まっている。言いかえると、すべての第 1 期間 P 1 および第 2 期間 P 2 における交流電流は同位相である。

これに対して、時間的に 1 つの第 2 期間 P 2 を挟む 2 つの第 1 期間 P 1 は互いに逆位相であってもよい。すなわち、1 つの第 1 期間 P 1 が第 2 極性状態 P s 2 から始まった場合には、次の第 1 期間 P 1 は第 1 極性状態 P s 1 から始まってよい。

【 0 1 0 6 】

また、時間的に 1 つの第 1 期間 P 1 を挟む 2 つの第 2 期間 P 2 は互いに逆位相であってもよい。すなわち、1 つの第 2 期間 P 2 が第 2 極性状態 P s 2 から始まった場合には、次の第 2 期間 P 2 は第 1 極性状態 P s 1 から始まってよい。

40

これらによれば、第 1 電極 9 2 と第 2 電極 9 3 との消耗を略均一にできるため、電極の消耗が偏ることによる電極間距離の広がりを抑制できる。

【 0 1 0 7 】

以下、実施例について説明する。

まず、実施例 1 について説明する。

第 1 期間における駆動電流の周波数と、第 2 期間における駆動電流の周波数と、を変化させた場合におけるアーク輝点の移動について実験を行った。

【 0 1 0 8 】

50

放電灯としては、定格電力が230Wの高圧水銀ランプを用いた。

駆動電流は、第1期間、第2期間ともに、矩形波交流電流を用いた。第1期間の周波数を、240Hz、480Hz、960Hzとしたそれぞれの場合について、第2期間における周波数を、160Hz、320Hz、640Hzと変化させた。

【0109】

第2期間の周波数は、一回の実験毎に一定とした。言いかえると、図8に例示した駆動電流波形とは異なり、期間P2a、期間P2bおよび期間P2cにおける周波数が同一となるような駆動電流波形を用いた。第1期間についても同様とした。

第1期間における電力比の絶対値は、0.55とし、第2期間における電力比の絶対値は、1.15とした。すなわち、第1期間の電力比（駆動電流比）は、第2期間の電力比（駆動電流比）の約48%とした。

図8で例示した駆動電流波形と同様に、第1期間の長さは、1/480sとし、第2期間の長さは、1/160sとした。

【0110】

アーク輝点の移動については、図10(A)，(B)に示すのと同様に、電極を撮影した写真を用いて観察した。電極の撮影は、放電灯を点灯させてから所定時間経過した後において、言いかえると、放電灯の動作が安定した後において、第2期間から第1期間に切り替わった瞬間と、第1期間に切り替わってから1/960s後と、にそれぞれ行った。撮影した2つの写真におけるアーク輝点の位置から、アーク輝点が移動したかどうかについて評価した。結果を表1に示す。

【0111】

【表1】

		第2期間の周波数(Hz)		
		160	320	640
第1期間の周波数(Hz)	240	×	×	×
	480	×	×	×
	960	○	○	○

【0112】

表1においては、アーク輝点の移動が生じた場合を×印で示し、アーク輝点の移動が生じなかった場合を○印で示している。

表1から、第1期間の周波数が240Hz、480Hzの場合には、第2期間の周波数が160Hz、320Hz、640Hzのいずれの場合においてもアーク輝点の移動が生じていることが分かる。これに対して、第1期間の周波数が960Hzである場合には、第2期間の周波数がいずれの場合であっても、アーク輝点の移動が生じていないことが分かる。

これにより、第1期間の周波数を高周波にすることにより、第2期間の周波数に関わらず、アーク輝点の移動を抑制できることが確かめられた。

【0113】

次に、実施例2について説明する。

第2期間の駆動電流波形パターンを変化させずに、第1期間の周波数を変化させた場合のアーク輝点の移動距離の計測を行った。第2期間における駆動電流波形パターンは、図8に例示するのと同様に、各期間（たとえば、期間P2a，P2b，P2c）で周波数が

変化するように設定した。具体的には、第２期間の周波数が、期間毎に、１６０Ｈｚ、３２０Ｈｚ、９６０Ｈｚの順で周期的に変化するように設定した。第１期間における駆動電流波形パターンは、実施例１と同様に、いずれの期間においても同一の周波数となるように設定した。

また、用いた放電灯、第１期間と第２期間の電力比、および第１期間と第２期間の長さは、実施例１と同様とした。

【０１１４】

第１期間の周波数を、２００Ｈｚ、２４０Ｈｚ、４００Ｈｚ、４８０Ｈｚ、８００Ｈｚ、９６０Ｈｚと変化させた場合について、それぞれアーク輝点の移動距離の計測を行った。アーク輝点の移動距離の計測は、電極を撮影した写真を用いた画像計測により行った。電極の撮影は、実施例１と同様とした。結果を表２に示す。

10

【０１１５】

【表２】

第１期間の周波数（Hz）	アーク輝点の移動距離（mm）
200	0.2
240	0.2
400	0.05
480	0.05
800	0
960	0

20

【０１１６】

表２に示すように、第１期間の周波数が大きくなるに従って、アーク輝点の移動距離が小さくなっていることが分かる。そして、第１期間の周波数が８００Ｈｚ以上では、アーク輝点の移動距離が０mmとなり、アーク輝点の移動が抑制されていることが確認できる。また、２００Ｈｚから４８０Ｈｚまでのアーク輝点の移動距離の減少傾向から、第１期間の周波数が約７５０Ｈｚ以上であれば、アーク輝点の移動を十分に抑制できると考えられる。

30

以上により、第１期間の周波数を７５０Ｈｚ以上に設定することで、アーク輝点の移動を抑制し、放電灯の電極の消耗を抑制できることが確かめられた。

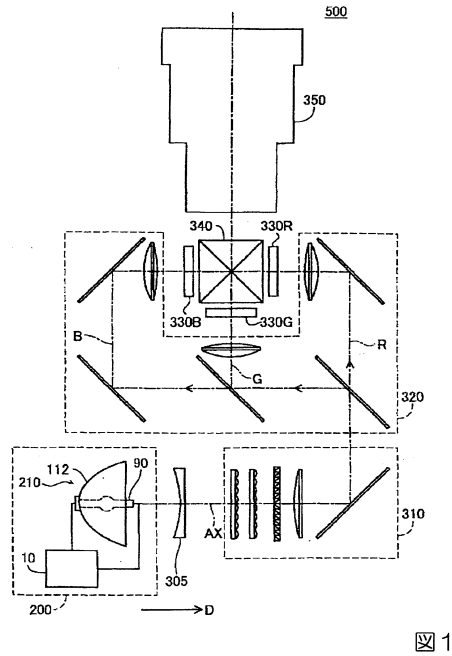
【符号の説明】

【０１１７】

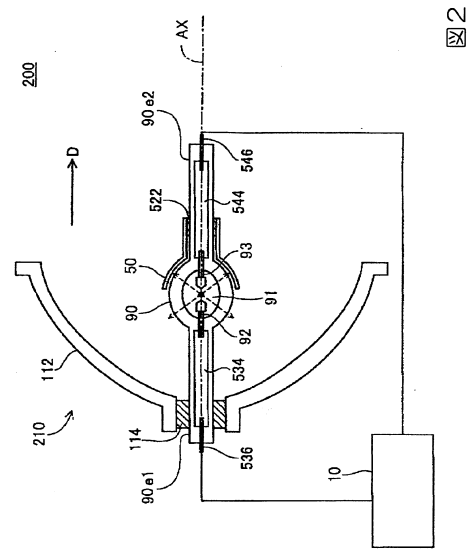
１０…放電灯点灯装置（放電灯駆動装置）、４０…制御部、９０…放電灯、２００…光源装置、２３０…放電灯駆動部、３３０Ｒ、３３０Ｇ、３３０Ｂ…液晶ライトバルブ（光変調素子）、３５０…投射光学系、４１０…アクティブシャッターメガネ、５００…プロジェクター、Ｐ１…第１期間、Ｐ２…第２期間

40

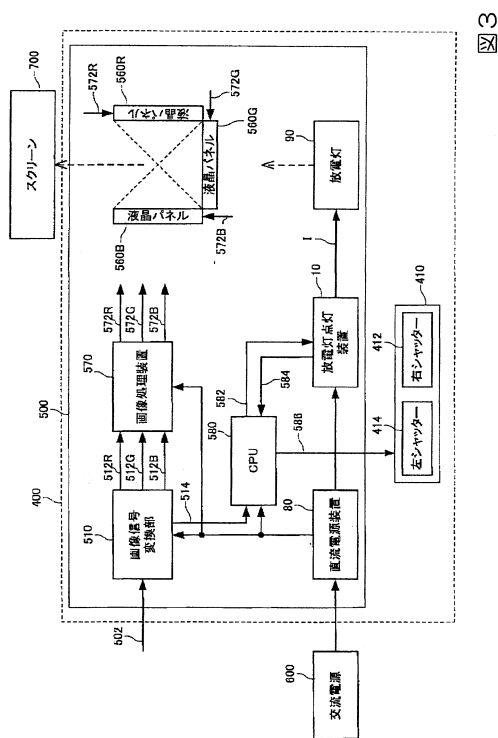
【図1】



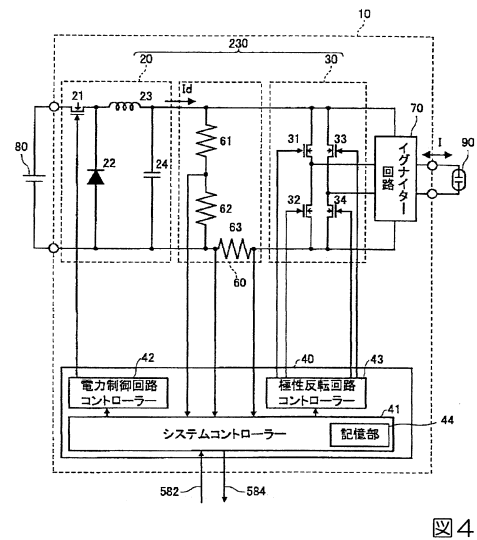
【図2】



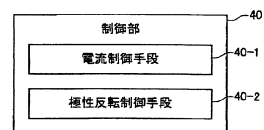
【図3】



【図4】



【図5】



【図 6】

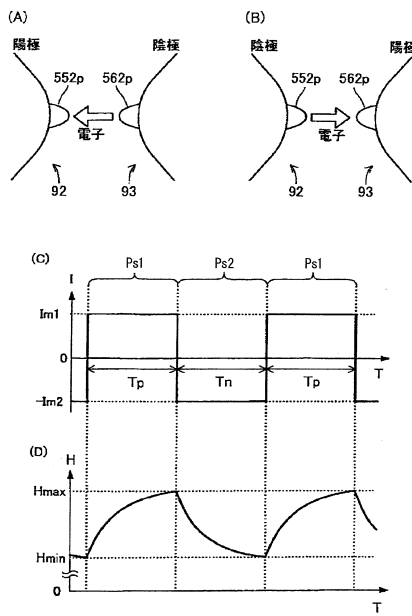


図 6

【図 7】

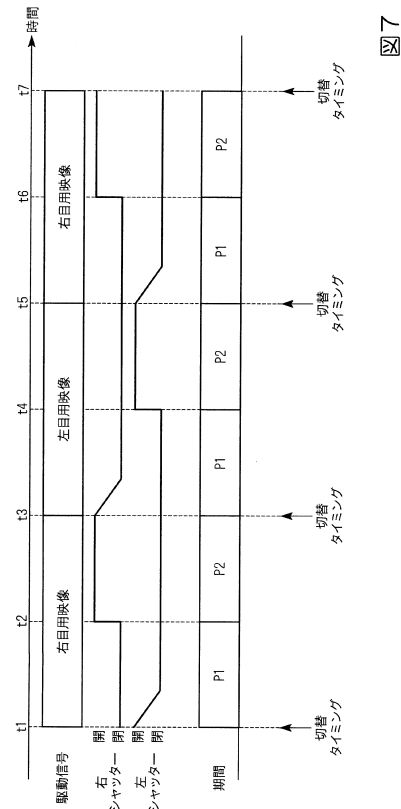


図 7

【図 8】

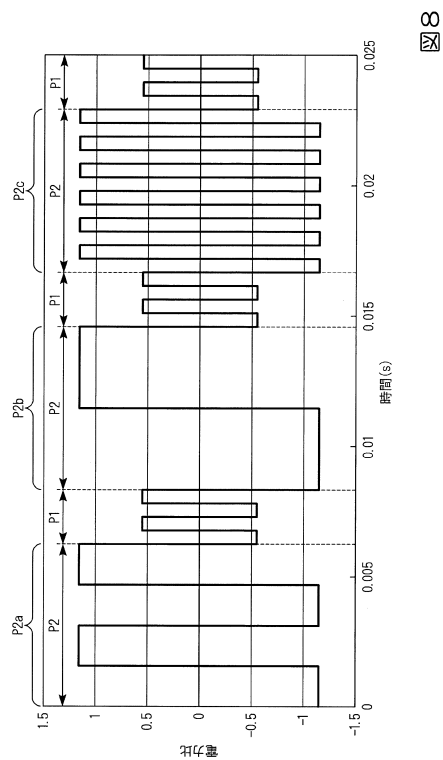


図 8

【図 9】

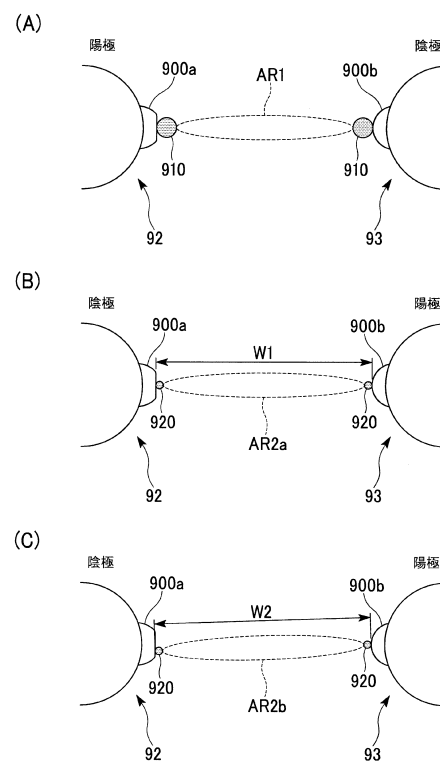
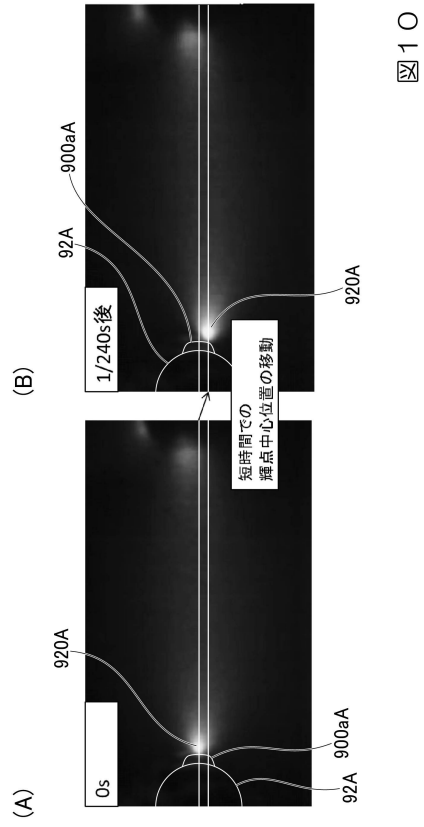


図 9

【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 4 N 13/04

審査官 松本 泰典

(56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 0 8 3 7 1 4 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 3 3 2 7 2 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 7 7 5 0 1 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 0 / 0 3 5 3 6 8 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 1 / 1 2 2 2 7 4 (W O , A 1)
特開 2 0 1 2 - 3 9 4 9 7 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 3 2 5 0 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 5 B 4 1 / 2 4
G 0 3 B 2 1 / 0 0
G 0 3 B 2 1 / 1 4
H 0 4 N 5 / 7 4
H 0 4 N 1 3 / 3 0