

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5333764号
(P5333764)

(45) 発行日 平成25年11月6日(2013.11.6)

(24) 登録日 平成25年8月9日(2013.8.9)

(51) Int.CI.

H05B 41/24 (2006.01)

F 1

H05B 41/24

K

請求項の数 10 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2009-172055 (P2009-172055)
 (22) 出願日 平成21年7月23日 (2009.7.23)
 (65) 公開番号 特開2011-28943 (P2011-28943A)
 (43) 公開日 平成23年2月10日 (2011.2.10)
 審査請求日 平成24年4月17日 (2012.4.17)

(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 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
 審査官 ▲桑▼原 恭雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】放電灯点灯装置、プロジェクター及び放電灯の駆動方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放電灯に駆動電流を供給し、前記放電灯を駆動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含み、
 前記制御部は、
 第1区間では第1直流駆動処理と第1交流駆動処理とを交互に行い、
 前記第1区間とは異なる第2区間では第2直流駆動処理と第2交流駆動処理とを交互に行い、
 前記第1直流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性から始まって第1極性成分で構成される第1直流電流を供給する制御を行い、

前記第1交流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第1交流電流を供給する制御を行い、

前記第2直流駆動処理では、前記駆動電流として第2極性から始まって第2極性成分で構成される第2直流電流を供給する制御を行い、

前記第2交流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第2交流電流を供給する制御を行い、

前記第1直流駆動処理を行う期間及び前記第2直流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる放電灯点灯装置。

【請求項2】

請求項1に記載の放電灯点灯装置において、

10

20

前記制御部は、前記第1直流駆動処理を行う期間及び前記第2直流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、増加と減少を繰り返すように時間的に変化させる放電灯点灯装置。

【請求項3】

請求項2に記載の放電灯点灯装置において、

前記制御部は、前記第1直流駆動処理を行う期間及び前記第2直流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させる放電灯点灯装置。

【請求項4】

請求項1及び2のいずれかに記載の放電灯点灯装置において、

前記制御部は、前記第1交流駆動処理を行う期間及び前記第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる放電灯点灯装置。

【請求項5】

放電灯に駆動電流を供給し、前記放電灯を駆動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含み、

前記制御部は、

第1区間では第1直流駆動処理と第1交流駆動処理とを交互に行い、

前記第1区間とは異なる第2区間では第2直流駆動処理と第2交流駆動処理とを交互に行い、

前記第1直流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性から始まって第1極性成分で構成される第1直流電流を供給する制御を行い、

前記第1交流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第1交流電流を供給する制御を行い、

前記第2直流駆動処理では、前記駆動電流として第2極性から始まって第2極性成分で構成される第2直流電流を供給する制御を行い、

前記第2交流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第2交流電流を供給する制御を行い、

前記第1交流駆動処理を行う期間及び前記第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる放電灯点灯装置。

【請求項6】

請求項5に記載の放電灯点灯装置において、

前記制御部は、前記第1交流駆動処理を行う期間及び前記第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、増加と減少を繰り返すように時間的に変化させる放電灯点灯装置。

【請求項7】

請求項6に記載の放電灯点灯装置において、

前記制御部は、前記第1交流駆動処理を行う期間及び前記第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させる放電灯点灯装置。

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれかに記載の放電灯点灯装置を含むプロジェクター。

【請求項9】

放電灯に駆動電流を供給することにより点灯する放電灯の駆動方法であって、

第1区間では、第1直流駆動工程と第1交流駆動工程とを交互に行い、

前記第1区間とは異なる第2区間では、第2直流駆動工程と第2交流駆動工程とを交互に行い、

前記第1直流駆動工程では、前記駆動電流として第1極性から始まって第1極性成分で構成される第1直流電流を供給し、

前記第1交流駆動工程では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第1交流電流を供給し、

10

20

30

40

50

前記第2直流駆動工程では、前記駆動電流として第2極性から始まって第2極性成分で構成される第2直流電流を供給し、

前記第2交流駆動工程では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第2交流電流を供給し、

前記第1直流駆動工程を行う期間及び前記第2直流駆動工程を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる放電灯の駆動方法。

【請求項10】

放電灯に駆動電流を供給することにより点灯する放電灯の駆動方法であって、

第1区間では、第1直流駆動工程と第1交流駆動工程とを交互に行い、

前記第1区間とは異なる第2区間では、第2直流駆動工程と第2交流駆動工程とを交互に行い、10

前記第1直流駆動工程では、前記駆動電流として第1極性から始まって第1極性成分で構成される第1直流電流を供給し、

前記第1交流駆動工程では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第1交流電流を供給し、

前記第2直流駆動工程では、前記駆動電流として第2極性から始まって第2極性成分で構成される第2直流電流を供給し、

前記第2交流駆動工程では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第2交流電流を供給し、

前記第1交流駆動工程を行う期間及び前記第2交流駆動工程を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる放電灯の駆動方法。20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放電灯点灯装置、プロジェクター及び放電灯の駆動方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

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や、累積点灯時間の経過に伴う電極の結晶化の進行などにより、溶融性が低下することにより電極の形状が変化する。また、これらに伴い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。30

【0003】

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（特許文献1）が知られている。また、高周波の交流に直流を間欠的に挿入した駆動電流を放電灯に供給する放電灯点灯装置（特許文献2）が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-59790号公報

【特許文献2】特開平1-112698号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記特許文献1のように、単に周波数の異なる交流電流を用いて放電灯を駆動したり、上記特許文献2のように、単に高周波の交流に直流を間欠的に挿入した駆動電流を放電灯に供給したりしても、放電灯内で発光に伴う定常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たり、過剰に電極材料が蒸発して封体内50

壁に電極材料が付着する黒化の発生を引き起こす可能性がある。

【0006】

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る。本発明の幾つかの態様によれば、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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持する放電灯点灯装置、放電灯点灯装置の制御方法及びプロジェクターを提供することができる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の態様の1つである放電灯点灯装置は、放電灯に駆動電流を供給し、前記放電灯を駆動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含み、前記制御部は、第1区間では第1直流駆動処理と第1交流駆動処理とを交互に行い、前記第1区間とは異なる第2区間では第2直流駆動処理と第2交流駆動処理とを交互に行い、前記第1直流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性から始まって第1極性成分で構成される第1直流電流を供給する制御を行い、前記第1交流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第1交流電流を供給する制御を行い、前記第2直流駆動処理では、前記駆動電流として第2極性から始まって第2極性成分で構成される第2直流電流を供給する制御を行い、前記第2交流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第2交流電流を供給する制御を行い、前記第1直流駆動処理を行う期間及び前記第2直流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる。

10

【0008】

第1直流電流は、複数回の第1極性成分の電流パルスで構成されてもよく、第2直流電流は、複数回の第2極性成分の電流パルスで構成されてもよい。

【0009】

この放電灯点灯装置によれば、第1直流駆動処理を行う期間及び第2直流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させるため、放電灯の両電極間に温度差(例えば数十~数百度)が生じ、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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

20

【0010】

この放電灯点灯装置において、前記制御部は、前記第1直流駆動処理を行う期間及び前記第2直流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。

【0011】

この放電灯点灯装置によれば、第1直流駆動処理を行う期間及び第2直流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、増加と減少を繰り返すように時間的に変化させるため、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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

30

【0012】

この放電灯点灯装置において、前記制御部は、前記第1直流駆動処理を行う期間及び前記第2直流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。

【0013】

この放電灯点灯装置によれば、第1直流駆動処理を行う期間及び第2直流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させるため、放電灯内における定的な対流の形成をより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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着す

40

50

る黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

【0014】

この放電灯点灯装置において、前記制御部は、前記第1交流駆動処理を行う期間及び前記第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させてもよい。

【0015】

この放電灯点灯装置によれば、第1交流駆動処理を行う期間及び前記第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させるため、放電灯内における定的な対流の形成をさらに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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

10

【0016】

本発明の態様の1つである放電灯点灯装置は、放電灯に駆動電流を供給し、前記放電灯を駆動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含み、前記制御部は、第1区間では第1直流駆動処理と第1交流駆動処理とを交互に行い、前記第1区間とは異なる第2区間では第2直流駆動処理と第2交流駆動処理とを交互に行い、前記第1直流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性から始まって第1極性成分で構成される第1直流電流を供給する制御を行い、前記第1交流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第1交流電流を供給する制御を行い、前記第2直流駆動処理では、前記駆動電流として第2極性から始まって第2極性成分で構成される第2直流電流を供給する制御を行い、前記第2交流駆動処理では、前記駆動電流として第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第2交流電流を供給する制御を行い、前記第1交流駆動処理を行う期間及び前記第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる。

20

【0017】

この放電灯点灯装置によれば、第1交流駆動処理を行う期間及び前記第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させるため、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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

30

【0018】

この放電灯点灯装置において、前記制御部は、前記第1交流駆動処理を行う期間及び前記第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。

【0019】

この放電灯点灯装置によれば、第1交流駆動処理を行う期間及び第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、増加と減少を繰り返すように時間的に変化させるため、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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

40

【0020】

この放電灯点灯装置において、前記制御部は、前記第1交流駆動処理を行う期間及び前記第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。

【0021】

この放電灯点灯装置によれば、第1交流駆動処理を行う期間及び第2交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させるため、放電灯内における定的な対流の形成をより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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

【0022】

50

本発明の態様の 1 つであ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。

【 0 0 2 3 】

このプロジェクターによれば、放電灯内における定的な対流の形成をより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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

【 0 0 2 4 】

本発明の態様の 1 つである放電灯の駆動方法は、放電灯に駆動電流を供給することにより点灯する放電灯の駆動方法であって、第 1 区間では、第 1 直流駆動工程と第 1 交流駆動工程とを交互に行い、前記第 1 区間とは異なる第 2 区間では、第 2 直流駆動工程と第 2 交流駆動工程とを交互に行い、前記第 1 直流駆動工程では、前記駆動電流として第 1 極性から始まって第 1 極性成分で構成される第 1 直流電流を供給し、前記第 1 交流駆動工程では、前記駆動電流として第 1 極性成分と第 2 極性成分とを繰り返す第 1 交流電流を供給し、前記第 2 直流駆動工程では、前記駆動電流として第 2 極性から始まって第 2 極性成分で構成される第 2 直流電流を供給し、前記第 2 交流駆動工程では、前記駆動電流として第 1 極性成分と第 2 極性成分とを繰り返す第 2 交流電流を供給し、前記第 1 直流駆動工程を行う期間及び前記第 2 直流駆動工程を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる。

10

【 0 0 2 5 】

この放電灯の駆動方法によれば、第 1 直流駆動処理を行う期間及び第 2 直流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させるため、放電灯の両電極間に温度差（例えば数十～数百度）が生じ、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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

20

【 0 0 2 6 】

本発明の態様の 1 つである放電灯の駆動方法は、放電灯に駆動電流を供給することにより点灯する放電灯の駆動方法であって、第 1 区間では、第 1 直流駆動工程と第 1 交流駆動工程とを交互に行い、前記第 1 区間とは異なる第 2 区間では、第 2 直流駆動工程と第 2 交流駆動工程とを交互に行い、前記第 1 直流駆動工程では、前記駆動電流として第 1 極性から始まって第 1 極性成分で構成される第 1 直流電流を供給し、前記第 1 交流駆動工程では、前記駆動電流として第 1 極性成分と第 2 極性成分とを繰り返す第 1 交流電流を供給し、前記第 2 直流駆動工程では、前記駆動電流として第 2 極性から始まって第 2 極性成分で構成される第 2 直流電流を供給し、前記第 2 交流駆動工程では、前記駆動電流として第 1 極性成分と第 2 極性成分とを繰り返す第 2 交流電流を供給し、前記第 1 交流駆動工程を行う期間及び前記第 2 交流駆動工程を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる。

30

【 0 0 2 7 】

この放電灯点灯装置によれば、第 1 交流駆動処理を行う期間及び前記第 2 交流駆動処理を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させるため、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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 8 】

【 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 】本実施形態に係る放電灯点灯装置の回路図の一例。

【 図 4 】本実施形態の制御部の構成について説明するための図。

50

【図5】図5(A)乃至図5(D)は、放電灯に供給する駆動電流の極性と電極の温度との関係を示す説明図。

【図6】図6(A)及び図6(B)は、第1区間及び第2区間について説明するための図。

【図7】図7(A)は、第1区間における駆動電流Iの波形例、図7(B)は、第2区間における駆動電流Iの波形例を示すタイミングチャート。

【図8】図8(A)は、直流駆動処理を行う期間及び交流駆動処理を行う期間の長さの時間的な変化、図8(B)は、周波数及びサイクル数の時間的な変化、図8(C)は、陽極期間の比率の時間的な変化を表すグラフ。

【図9】図9(A)は、直流駆動処理を行う期間及び交流駆動処理を行う期間の長さの時間的な変化、図9(B)は、周波数及びサイクル数の時間的な変化、図9(C)は、陽極期間の比率の時間的な変化を表すグラフ。 10

【図10】図10(A)は、直流駆動処理を行う期間及び交流駆動処理を行う期間の長さの時間的な変化、図10(B)は、周波数及びサイクル数の時間的な変化、図10(C)は、陽極期間の比率の時間的な変化を表すグラフ。

【図11】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。

【発明を実施するための形態】

【0029】

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。 20

【0030】

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。 30

【0031】

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、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。

【0032】

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。 40

【0033】

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、クロスタ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。

【0034】

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。

【0035】

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。

【0036】

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。

【0037】

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。

【0038】

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。

【0039】

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、回転橢円形状である。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、回転橢円形状に限らず、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。

【0040】

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。

【0041】

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

10

20

30

40

50

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。

【0042】

2. 第1実施形態に係る放電灯点灯装置

(1) 放電灯点灯装置の構成

図3は、本実施形態に係る放電灯点灯装置の回路図の一例である。

【0043】

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。本実施形態においては、電力制御回路 20 は、直流電源 80 からの電力を入力とし、当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ャッパー回路で構成されている。

10

【0044】

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。

20

【0045】

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 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。

30

【0046】

放電灯点灯装置 10 は、極性反転回路 30 を含む。極性反転回路 30 は、電力制御回路 20 から出力される直流電流 I_d を入力し、所与のタイミングで極性反転することにより、制御された時間だけ継続する直流であったり、任意の周波数をもつ交流であったりする駆動電流 I を生成出力する。本実施形態においては、極性反転回路 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。

【0047】

極性反転回路 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、それぞれ制御部 40 から極性反転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。

40

【0048】

極性反転回路 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 I_d 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、制御された時間だけ継続する直流であったり、任意の周波数をもつ交流であったりする駆動

50

電流 I を生成出力する。

【0049】

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の順に流れる駆動電流 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を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の順に流れる駆動電流 I が発生する。

10

【0050】

本実施形態において、電力制御回路20と極性反転回路30とを合わせて放電灯駆動部に対応する。

【0051】

放電灯点灯装置10は、制御部40を含む。制御部40は、電力制御回路20及び極性反転回路30を制御することにより、駆動電流 I が同一極性で継続する保持時間、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。

20

【0052】

制御部40の構成は、特に限定されるものではないが、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ー41、電力制御回路コントローラー42及び極性反転回路コントローラー43含んで構成されている。なお、制御部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。

【0053】

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及び極性反転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及び極性反転回路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により検出した駆動電圧 V_{1a} 及び駆動電流 I に基づき、電力制御回路コントローラー42及び極性反転回路コントローラー43を制御してもよい。

30

【0054】

本実施形態においては、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とは独立に設けてもよい。

【0055】

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ーに関する情報が格納されていてもよい。

【0056】

電力制御回路コントローラー42は、システムコントローラー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。

40

【0057】

極性反転回路コントローラー43は、システムコントローラー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。

【0058】

なお、制御部40は、専用回路により実現して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もできるが、例えばCPU(Central Processing Unit)が記憶部

50

44等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。すなわち、図4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してもよい。

【0059】

放電灯点灯装置10は、動作検出部を含んでもよい。動作検出部は、例えば放電灯90の駆動電圧V1aを検出し、駆動電圧情報を出力する電圧検出部60や、駆動電流Iを検出し、駆動電流情報を出力する電流検出部を含んでもよい。本実施形態においては、電圧検出部60は、第1及び第2の抵抗61及び62を含んで構成されている。

10

【0060】

本実施形態において、電圧検出部は、放電灯90と並列に、互いに直列接続された第1及び第2の抵抗61及び62で分圧した電圧により駆動電圧V1aを検出する。また、本実施形態において、電流検出部は、放電灯90に直列に接続された第3の抵抗63に発生する電圧により駆動電流Iを検出する。

【0061】

放電灯点灯装置10は、イグナイター回路70を含んでもよい。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し、放電灯90の点灯開始時に放電灯90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（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

【0062】

図5（A）乃至図5（D）は、放電灯90に供給する駆動電流の極性と電極の温度との関係を示す説明図である。図5（A）及び図5（B）は、2つの電極92、93の動作状態を示している。図中には、2つの電極92、93の先端部分が示されている。電極92、93の先端には突起552p、562pがそれぞれ設けられている。放電は、これらの突起552p、562p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92、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。ただし、このような突起を省略してもよい。

【0063】

30

図5（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P1を示している。第1極性状態P1では、放電によって、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、そして、陽極（第1電極92）の先端（突起552p）の温度が上昇する。

【0064】

図5（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P2を示している。第2極性状態P2では、第1極性状態P1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

【0065】

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、蒸発した電極材料が封体内壁（放電空間91を取り囲む透光性部材の表面）に付着し黒化の発生を引き起こす場合がある。一方、低温電極の先端の溶融が不十分な場合には、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）。

50

【0066】

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5(C)は、放電灯90(図2)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90を流れる電流を示す。正値は、第1極性状態P1を示し、負値は、第2極性状態P2を示す。図5(C)に示す例では、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、放電灯90の駆動に適した駆動電流Iの周波数は、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。

【0067】

図5(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が下降する。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の温度が下降し、第2極性状態P2では、第2電極93の温度が上昇する。

【0068】

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)の先端の温度が下降するので、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や黒化を抑制できる。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。

【0069】

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。

【0070】

また、電極が広い範囲にわたり加熱されすぎる(アーツスポット(アーツ放電に伴う電極表面上のホットスポット)が大きくなる)と過剰な溶融により電極の形状が崩れる。また、過剰に電極材料が蒸発して封体内壁に電極材料が付着し黒化の発生を引き起こす。逆に、電極が冷えすぎる(アーツスポットが小さくなる)と電極の先端が十分に溶融できず、先端を滑らかに戻せない、すなわち電極の先端が変形しやすくなる。したがって、電極に対して一様なエネルギー供給状態を継続すると、電極の先端(突起552p、562p)が意図しない形状に変形しやすくなる。

【0071】

(2) 放電灯点灯装置の制御例

10

20

30

40

50

次に、第1実施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。

【0072】

第1実施形態に係る放電灯点灯装置10の制御部40は、第1区間では第1直流駆動処理D1(第1直流駆動工程)と第1交流駆動処理A1(第1交流駆動工程)とを交互に行い、第1区間とは異なる第2区間では第2直流駆動処理D2(第2直流駆動工程)と第2交流駆動処理A2(第2交流駆動工程)とを交互に行う。

【0073】

図6(A)及び図6(B)は、第1区間及び第2区間について説明するための図である。

【0074】

図6(A)に示す例では、制御部40は、第1直流駆動処理D1と第1交流駆動処理A1とを交互に行う第1区間と、第2直流駆動処理D2と第2交流駆動処理A2とを交互に行う第2区間とが交互に現れるように放電灯駆動部を制御している。

【0075】

また、図6(A)に示す例では、第1区間においては、第1直流駆動処理D1で始まり第1交流駆動処理A1で終わるように、第1直流駆動処理D1と第1交流駆動処理A1とを交互に行っている。同様に、第2区間においては、第2直流駆動処理D2で始まり第2交流駆動処理A2で終わるように、第2直流駆動処理D2と第2交流駆動処理A2とを交互に行っている。

【0076】

なお、制御部40は、第1区間及び第2区間とは異なる第3区間が現れるように放電灯駆動部を制御してもよい。例えば、図6(B)に示す例では、制御部40は、第1区間と第2区間との間に、第3の交流駆動処理A3を行う第3区間が現れるように放電灯駆動部を制御している。

【0077】

制御部40は、第1直流駆動処理D1では、駆動電流Iとして第1極性から始まって第1極性成分で構成される第1直流電流を供給する制御を行い、第1交流駆動処理A1では、駆動電流Iとして第1周波数で第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第1交流電流を供給する制御を行う。

【0078】

制御部40は、第2直流駆動処理D2では、駆動電流Iとして第2極性から始まって第2極性成分で構成される第2直流電流を供給する制御を行い、第2交流駆動処理A2では、駆動電流Iとして第2周波数で第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第2交流電流を供給する制御を行う。

【0079】

なお、例えば図6(B)に示す例において、制御部40は、第3交流駆動処理A3では、駆動電流Iとして第1周波数及び第2周波数とは異なる第3周波数で第1極性成分と第2極性成分とを繰り返す第3交流電流を供給する制御を行ってもよい。

【0080】

図7(A)は、第1区間ににおける駆動電流Iの波形例、図7(B)は、第2区間ににおける駆動電流Iの波形例を示すタイミングチャートである。図7(A)及び図7(B)の横軸は時間、縦軸は駆動電流Iの電流値を表す。図7(A)及び図7(B)においては、第1極性の駆動電流Iを正值、第2極性の駆動電流Iを負値としている。

【0081】

図7(A)に示す例では、制御部40は、時刻t0から時刻t1までの期間においては第1直流駆動処理D1を、時刻t1から時刻t2までの期間においては第1交流駆動処理A1を、時刻t2から時刻t3までの期間においては第1直流駆動処理D1を、時刻t3から時刻t4までの期間においては第1交流駆動処理A1を、それを行っている。

【0082】

図7(A)に示す例では、制御部40は、第1直流駆動処理D1においては、第1交流

10

20

30

40

50

駆動処理 A 1 における駆動電流 I の 1 / 2 周期よりも長い時間に亘って同一極性（第 1 極性）を保持する駆動電流 I を供給する制御を行っている。

【 0 0 8 3 】

また、図 7 (A) に示す例では、制御部 4 0 は、第 1 交流駆動処理 A 1 においては、直前の第 1 直流駆動処理 D 1 と同一極性（第 1 極性）となる位相から開始する矩形波交流となる駆動電流 I を供給する制御を行っている。

【 0 0 8 4 】

図 7 (B) に示す例では、制御部 4 0 は、時刻 t_5 から時刻 t_6 までの期間においては第 2 直流駆動処理 D 2 を、時刻 t_6 から時刻 t_7 までの期間においては第 2 交流駆動処理 A 2 を、時刻 t_7 から時刻 t_8 までの期間においては第 2 直流駆動処理 D 2 を、時刻 t_8 から時刻 t_9 までの期間においては第 2 交流駆動処理 A 2 を、それぞれ行っている。
10

【 0 0 8 5 】

図 7 (B) に示す例では、制御部 4 0 は、第 2 直流駆動処理 D 2 においては、第 2 交流駆動処理 A 2 における駆動電流 I の 1 / 2 周期よりも長い時間に亘って同一極性（第 2 極性）を保持する駆動電流 I を供給する制御を行っている。

【 0 0 8 6 】

また、図 7 (B) に示す例では、制御部 4 0 は、第 2 交流駆動処理 A 2 においては、第 1 交流駆動処理 A 1 と同じく、第 1 直流駆動処理 D 1 と同一極性（第 1 極性）となる位相から開始する矩形波交流となる駆動電流 I を供給する制御を行っている。

【 0 0 8 7 】

なお、同一の駆動条件で放電灯 9 0 を駆動する期間をステップ、直流駆動処理を行う期間及び交流駆動処理を行う期間の組をシーケンス、1ステップに含まれるシーケンスの数をサイクル数と記載する。
20

【 0 0 8 8 】

駆動電流 I が直流である期間には同一極性で電流が流れるため、アークスポットが大きくなり、不要な突起等を含めて電極先端部を滑らかに溶かすことができる。駆動電流 I が交流である期間には第 1 極性と第 2 極性とを交互に繰り返す電流が流れるため、アークスポットが小さくなり、放電起点として必要な電極先端部の突起の成長を促進することができる。

【 0 0 8 9 】

したがって、駆動条件（駆動電流 I が交流である期間における周波数、駆動電流 I が直流である期間の長さや、交流である期間の長さ等）を適切に設定することにより、駆動電流 I が直流である期間と交流である期間を交互に繰り返すことにより、良好な電極形状を維持し、放電灯 9 0 を安定して点灯することができる。
30

【 0 0 9 0 】

しかしながら、同一の駆動条件で放電灯 9 0 を点灯し続けると、放電灯 9 0 内で発光に伴う定常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 9 1 】

したがって、第 1 実施形態の放電灯点灯装置 1 0 では、制御部 4 0 が、第 1 直流駆動処理 D 1 を行う期間及び第 2 直流駆動処理 D 2 を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる。例えば、制御部 4 0 が、第 1 直流駆動処理 D 1 を行う期間及び第 2 直流駆動処理 D 2 を行う期間の少なくとも一方の長さを、増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。これにより、放電灯 9 0 の両電極間に温度差（例えば数十～数百度）が生じ、放電灯 9 0 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。
40

【 0 0 9 2 】

また、制御部 4 0 が、第 1 直流駆動処理 D 1 を行う期間及び第 2 直流駆動処理 D 2 を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。
50

【0093】

図8(A)は、直流駆動処理を行う期間及び交流駆動処理を行う期間の長さの時間的な変化、図8(B)は、周波数及びサイクル数の時間的な変化、図8(C)は、陽極期間の比率の時間的な変化を表すグラフである。横軸はいずれも経過時間を表す。また、時刻t11から時刻t12までと時刻t13から時刻t14までは第1区間、時刻t12から時刻t13までは第2区間である。

【0094】

図8(A)において、直流駆動処理を行う期間の長さを実線Aで表し、第1区間においては第1直流駆動処理D1を行う期間の長さ、第2区間においては第2直流駆動処理D2を行う期間の長さを表す。また、図8(A)において、交流駆動処理を行う期間の長さを破線Bで表し、第1区間においては第1交流駆動処理A1を行う期間の長さ、第2区間においては第2交流駆動処理A2を行う期間の長さを表す。10

【0095】

図8(B)において、サイクル数を実線Cで表し、第1区間においては第1交流駆動処理A1を行うサイクル数、第2区間においては第2交流駆動処理A2を行うサイクル数を表す。また、図8(B)において、周波数を破線Dで表し、第1区間においては第1交流駆動処理A1での第1周波数、第2区間においては第2交流駆動処理A2での第2周波数を表す。

【0096】

図8(C)において、陽極期間の比率は、1ステップの期間において第1電極92が陽極となる時間の割合を表す。なお、第1電極92が陽極となる時間の割合と第2電極93が陽極となる時間の割合とを合計すると1になる。すなわち、第1電極92の陽極比率と第2電極93の陽極比率との関係は、以下の式(1)で表される。20

【0097】

第2電極93の陽極比率 = 1 - 第1電極92の陽極比率 ... (1)

図8(A)に示す例では、1ステップを1秒間とし、制御部40は、時刻t11から時刻t12までにおいては第1直流駆動処理D1を行う期間の長さを段階的に減少させる制御を行う。制御部40は、時刻t12から時刻t13までにおいては第2直流駆動処理D2を行う期間の長さを段階的に増加させた後に段階的に減少させる制御を行う。制御部40は、時刻t13から時刻t14までにおいては第1直流駆動処理D1を行う期間の長さを段階的に増加させる制御を行う。30

【0098】

また図8(A)に示す例では、第1交流駆動処理A1及び第2交流駆動処理A2を行う期間の長さは一定である。したがって、1ステップの長さを一定にするために、図8(B)に示すように、第1直流駆動処理D1及び第2直流駆動処理D2を行う期間の長さに応じてサイクル数を変化させている。また、図8(B)に示す例では、第1交流駆動処理A1での第1周波数及び第2交流駆動処理A2での第2周波数は、ともに同一の値の一定値である。

【0099】

図8(A)及び図8(B)に示すように駆動条件を時間的に変化させると、第1電極92の陽極比率は図8(C)に示すように時間的に変化する。陽極比率が大きいほど電極温度は高くなり、陽極比率が小さいほど電極温度は低くなる。したがって、図8(C)は、第1電極92の温度が時間的に変化することを意味する。また、第2電極93の陽極比率は式(1)で表され、第1電極93の陽極比率と逆の傾向で変化する。したがって、図8(C)は、第2電極93の温度も時間的に変化することを意味する。40

【0100】

なお、上述の例では、第1直流駆動処理D1を行う期間及び第2直流駆動処理D2を行う期間の両方の長さを段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させる例について説明したが、例えば放電灯90の第1電極92及び第2電極93の熱的条件(電極温度の上がりやすさ等)が大きく異なる場合には、温度が高くなる一方の電極側の陽極比率が50

他方の電極比率より低くなるように、第1直流駆動処理D1を行う期間及び第2直流駆動処理D2を行う期間の長さのいずれか一方を変化させてもよい。

【0101】

図8(A)乃至図8(C)に示す例のように、第1直流駆動処理D1を行う期間及び第2直流駆動処理D2を行う期間の少なくとも一方の長さを連続的に変化させるよりも段階的に変化させる方が、対流を乱す効果は大きいと考えられる。これにより、放電灯90内における定的な対流の形成をより抑えて、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。

【0102】

3. 第2実施形態に係る放電灯点灯装置

10

第2実施形態の放電灯点灯装置10では、制御部40は、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる。例えば、制御部40が、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の少なくとも一方の長さを、増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。これにより、放電灯90の両電極間に温度差(例えば数十~数百度)が生じ、放電灯90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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止するとともに、電極先端の突起を良好に保持することができる。

【0103】

また、制御部40が、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。

20

【0104】

図9(A)は、直流駆動処理を行う期間及び交流駆動処理を行う期間の長さの時間的な変化、図9(B)は、周波数及びサイクル数の時間的な変化、図9(C)は、陽極期間の比率の時間的な変化を表すグラフである。横軸はいずれも経過時間を表す。また、時刻t15から時刻t16までと時刻t17から時刻t18までは第1区間、時刻t16から時刻t17までは第2区間である。

【0105】

図9(A)において、交流駆動処理を行う期間の長さを実線Eで表し、第1区間においては第1交流駆動処理A1を行う期間の長さ、第2区間においては第2交流駆動処理A2を行う期間の長さを表す。また、図9(A)において、直流駆動処理を行う期間の長さを破線Fで表し、第1区間においては第1直流駆動処理D1を行う期間の長さ、第2区間においては第2直流駆動処理D2を行う期間の長さを表す。

30

【0106】

図9(B)において、サイクル数を実線Gで表し、第1区間においては第1交流駆動処理A1を行うサイクル数、第2区間においては第2交流駆動処理A2を行うサイクル数を表す。また、図9(B)において、周波数を破線Jで表し、第1区間においては第1交流駆動処理A1での第1周波数、第2区間においては第2交流駆動処理A2での第2周波数を表す。

40

【0107】

図9(C)において、陽極期間の比率は、1ステップの期間において第1電極92が陽極となる時間の割合を表す。なお、第1電極92が陽極となる時間の割合と第2電極93が陽極となる時間の割合とを合計すると1になる。すなわち、第1電極92の陽極比率と第2電極93の陽極比率との関係は、上述の式(1)で表される。

【0108】

図9(A)に示す例では、1ステップを1秒間とし、制御部40は、時刻t15から時刻t16までにおいては第1交流駆動処理A1を行う期間の長さを段階的に増加させる制御を行う。制御部40は、時刻t16から時刻t17までにおいては第2交流駆動処理A2を行う期間の長さを段階的に減少させた後に段階的に増加させる制御を行う。制御部4

50

0は、時刻t17から時刻t18までにおいては第1交流駆動処理A1を行う期間の長さを段階的に減少させる制御を行う。

【0109】

また図9(A)に示す例では、第1直流駆動処理D1及び第2直流駆動処理D2を行う期間の長さは一定である。したがって、1ステップの長さを一定にするために、図9(B)に示すように、第1交流駆動処理A1及び第2交流駆動処理A2を行う期間の長さに応じてサイクル数を変化させている。また、図9(B)に示す例では、第1交流駆動処理A1での第1周波数及び第2交流駆動処理A2での第2周波数は、ともに同一の値の一定値である。

【0110】

図9(A)及び図9(B)に示すように駆動条件を時間的に変化させると、第1電極92の陽極比率は図9(C)に示すように時間的に変化する。陽極比率が大きいほど電極温度は高くなり、陽極比率が小さいほど電極温度は低くなる。したがって、図9(C)は、第1電極92の温度が時間的に変化することを意味する。また、第2電極93の陽極比率は式(1)で表され、第1電極93の陽極比率と逆の傾向で変化する。したがって、図9(C)は、第2電極93の温度も時間的に変化することを意味する。

【0111】

なお、上述の例では、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の両方の長さを段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させる例について説明したが、例えば放電灯90の第1電極92及び第2電極93の熱的条件(電極温度の上がりやすさ等)が大きく異なる場合には、温度が高くなる一方の電極側の陽極比率が他方の電極比率より低くなるように、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の長さのいずれか一方を変化させてもよい。

【0112】

図9(A)乃至図9(C)に示す例のように、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の少なくとも一方の長さを連続的に変化させるよりも段階的に変化させる方が、対流を乱す効果は大きいと考えられる。これにより、放電灯90内における定常的な対流の形成をより抑えて、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。

【0113】

4. 第3実施形態に係る放電灯点灯装置

第3実施形態の放電灯点灯装置10では、制御部40は、第1直流駆動処理D1を行う期間及び第2直流駆動処理D2を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させ、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させる。例えば、制御部40が、第1直流駆動処理D1を行う期間及び第2直流駆動処理D2を行う期間の少なくとも一方の長さを、増加と減少を繰り返すように時間的に変化させ、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の少なくとも一方の長さを、増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。

【0114】

これにより、放電灯90の両電極間に温度差(例えば数十~数百度)が生じ、放電灯90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。

【0115】

また、制御部40が、第1直流駆動処理D1を行う期間及び第2直流駆動処理D2を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させ、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。これにより、放電灯90内における定常的な対流の形成をさらに抑えて、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。

10

20

30

40

50

【0116】

5. 第4実施形態に係る放電灯点灯装置

第4実施形態の放電灯点灯装置10では、制御部40は、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させ、第1交流駆動処理A1での第1周波数及び第2交流駆動処理A2での第2周波数を時間的に変化させる。例えば、制御部40が、第1交流駆動処理A1を行う期間が短いほど第1周波数を高く、第2交流駆動処理A2を行う期間が短いほど第2周波数を高く変化させてよい。

【0117】

一般に、駆動電流Iの周波数が高いほど電極が溶融されるアーチスポットは狭くなるため、過剰な溶融による突起の消失を抑制できるとともに、より短い周期で交互に正負の電流を印加することで、直流駆動処理で溶融された電極先端の突起に、交流駆動処理で陰極時の粒子衝突等を間欠的に与えることによる刺激を与え、突起を良好に保つことができる。したがって、いずれかの電極の電極温度が高くなっている期間（陽極比率に偏りのある期間）においては、第1周波数及び第2周波数を相対的に高く制御することが好ましい。

10

【0118】

これにより、放電灯90の両電極間に温度差（例えば数十～数百度）が生じ、放電灯90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とともに、アーチ起点となる電極先端部の過剰な溶融により蒸発した電極材料が封体内壁に付着したり突起が消失したりすることを抑制し、黒化の発生を防止するとともに電極先端部の突起の形状を良好に保つことができる。

20

【0119】

また、制御部40が、第1交流駆動処理A1を行う期間及び第2交流駆動処理A2を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させ、第1交流駆動処理A1での第1周波数及び第2交流駆動処理A2での第2周波数を段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてもよい。

【0120】

図10(A)は、直流駆動処理を行う期間及び交流駆動処理を行う期間の長さの時間的な変化、図10(B)は、周波数及びサイクル数の時間的な変化、図10(C)は、陽極期間の比率の時間的な変化を表すグラフである。横軸はいずれも経過時間を表す。また、時刻t19から時刻t20までと時刻t21から時刻t22までは第1区間、時刻t20から時刻t21までは第2区間である。

30

【0121】

図10(A)において、交流駆動処理を行う期間の長さを実線Kで表し、第1区間においては第1交流駆動処理A1を行う期間の長さ、第2区間においては第2交流駆動処理A2を行う期間の長さを表す。また、図10(A)において、直流駆動処理を行う期間の長さを破線Lで表し、第1区間においては第1直流駆動処理D1を行う期間の長さ、第2区間においては第2直流駆動処理D2を行う期間の長さを表す。

【0122】

図10(B)において、サイクル数を破線Mで表し、第1区間においては第1交流駆動処理A1を行うサイクル数、第2区間においては第2交流駆動処理A2を行うサイクル数を表す。また、図10(B)において、周波数を実線Nで表し、第1区間においては第1交流駆動処理A1での第1周波数、第2区間においては第2交流駆動処理A2での第2周波数を表す。

40

【0123】

図10(C)において、陽極期間の比率は、1ステップの期間において第1電極92が陽極となる時間の割合を表す。なお、第1電極92が陽極となる時間の割合と第2電極93が陽極となる時間の割合とを合計すると1になる。すなわち、第1電極92の陽極比率と第2電極93の陽極比率との関係は、上述の式(1)で表される。

【0124】

50

図10(A)に示す例では、1ステップを1秒間とし、制御部40は、時刻t19から時刻t20までにおいては第1交流駆動処理A1を行う期間の長さを段階的に増加させる制御を行う。制御部40は、時刻t20から時刻t21までにおいては第2交流駆動処理A2を行う期間の長さを段階的に減少させた後に段階的に増加させる制御を行う。制御部40は、時刻t21から時刻t22までにおいては第1交流駆動処理A1を行う期間の長さを段階的に減少させる制御を行う。

【0125】

また図10(A)に示す例では、第1直流駆動処理D1及び第2直流駆動処理D2を行う期間の長さは一定である。したがって、1ステップの長さを一定にするために、図10(B)に示すように、第1交流駆動処理A1及び第2交流駆動処理A2を行う期間の長さに応じてサイクル数を変化させている。また、図10(B)に示す例では、第1交流駆動処理A1及び第2交流駆動処理A2での周波数は、第1交流駆動処理A1を行う期間が短いほど第1周波数を高く、第2交流駆動処理A2を行う期間が短いほど第2周波数を高く変化させている。

10

【0126】

図10(A)及び図10(B)に示すように駆動条件を時間的に変化させると、第1電極92の陽極比率は図10(C)に示すように時間的に変化する。陽極比率が大きいほど電極温度は高くなり、陽極比率が小さいほど電極温度は低くなる。したがって、図10(C)は、第1電極92の温度が時間的に変化することを意味する。また、第2電極93の陽極比率は式(1)で表され、第1電極93の陽極比率と逆の傾向で変化する。したがって、図10(C)は、第2電極93の温度も時間的に変化することを意味する。

20

【0127】

図10(A)乃至図10(C)に示す例のように、第1交流駆動処理A1を行う期間が短いほど第1周波数を高く、第2交流駆動処理A2を行う期間が短いほど第2周波数を高く変化させることにより、放電灯90の両電極間に温度差(例えば数十~数百度)が生じ、放電灯90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とともに、アーケ起点となる電極先端部の過剰な溶融により蒸発した電極材料が封体内壁に付着したり突起が消失したりすることを抑制し、黒化の発生を防止するとともに電極先端部の突起の形状を良好に保つことができる。

【0128】

30

6. 第5実施形態に係る放電灯点灯装置

第5実施形態の放電灯点灯装置10では、制御部40は、第1直流駆動処理D1を行う期間及び第2直流駆動処理D2を行う期間の少なくとも一方の長さを時間的に変化させ、第1交流駆動処理A1での第1周波数及び第2交流駆動処理A2での第2周波数を時間的に変化させる。例えば、制御部40が、第1直流駆動処理D1を行う期間が長いほど第1周波数を高く、第2直流駆動処理D2を行う期間が長いほど第2周波数を高く変化させてよい。

【0129】

また、制御部40が、第1直流駆動処理D1を行う期間及び第2直流駆動処理D2を行う期間の少なくとも一方の長さを、段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させ、第1交流駆動処理A1での第1周波数及び第2交流駆動処理A2での第2周波数を段階的に増加と減少を繰り返すように時間的に変化させてよい。

40

【0130】

これにより、第4実施形態と同様に、放電灯90の両電極間に温度差(例えば数十~数百度)が生じ、放電灯90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し、電極先端部の過剰な溶融を抑えて封体内壁に電極材料が付着する黒化を防止することができる。また、アーケ起点となる電極先端部の突起が過剰な溶融により消失することを抑制できるとともに、より短い周期で交互に正負の電流を印加することで、直流駆動処理で溶融された電極先端の突起に交流駆動処理で刺激を与え、電極先端部の突起の形状を良好に保つことができる。

50

【0131】

7. プロジェクターの回路構成

図11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他に、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。

【0132】

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。

10

【0133】

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。

【0134】

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。

【0135】

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Iを供給する。

20

【0136】

液晶パネル560R、560G、560Bは、それぞれ駆動信号572R、572G、572Bにより、先に説明した光学系を介して各液晶パネルに入射する色光の輝度を変調する。

【0137】

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。例えば、点灯命令や消灯命令を、通信信号582を介して放電灯点灯装置10に出力してもよい。また、CPU580は、放電灯点灯装置10から放電灯90の点灯情報を、通信信号532を介して受け取ってもよい。

30

【0138】

このように構成したプロジェクター500は、放電灯90内における定常的な対流の形成をより抑えて、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。

【0139】

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。

【0140】

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。

40

【0141】

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

50

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。

【0142】

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。

【0143】

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。10

【0144】

例えば、上述の実施形態においては、駆動電流Iとして供給する交流電流として、第1極性の所定電流値が継続する期間と第2極性の所定電流値が継続する期間とを交互に繰り返す交流電流（矩形波交流電流）を例にとり説明したが、駆動電流Iとして供給する交流電流は、第1極性又は第2極性が継続する期間中に電流値が変化する交流電流としてもよい。

【0145】

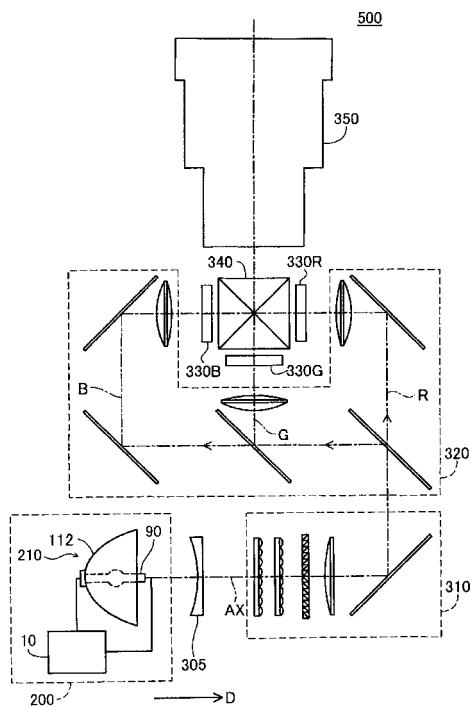
また例えば、第1直流駆動処理、第2直流駆動処理、第1交流駆動処理及び第2交流駆動処理を行う期間の長さ並びに第1周波数及び第2周波数を変化させる段階数や段階の時間は、放電灯の仕様等に合わせて任意に設定することが可能である。また、第1直流駆動処理、第2直流駆動処理、第1交流駆動処理及び第2交流駆動処理を行う期間の長さ並びに第1周波数及び第2周波数を連続的に変化させることも可能である。また、第1区間と第2区間とで変化する段階数や段階の時間が異なっていてもよい。20

【符号の説明】

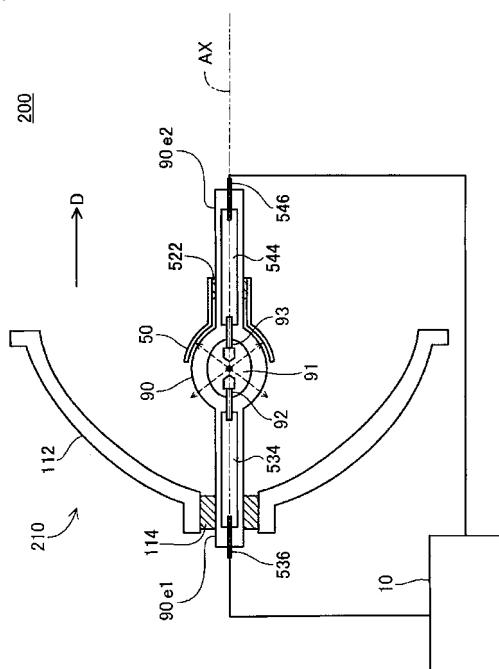
【0146】

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 極性反転回路、31～34 スイッチ素子、
40 制御部、40-1 電流制御手段、40-2 極性反転制御手段、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 極性反転回路コントローラー、
44 記憶部、50 副反射鏡、60 電圧検出部、61～63 抵抗、70 イグナイター回路、
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 通信信号、534 導電性部材、
536 第1端子、544 導電性部材、546 第2端子、552p 突起、560G
液晶パネル(G)、560B 液晶パネル(B)、562p 突起、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 C P U、582 通信信号、600 交流電源、
700 スクリーン3040

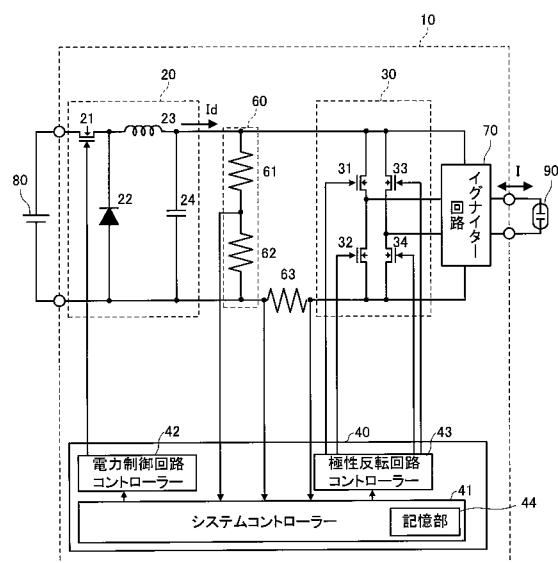
【図1】



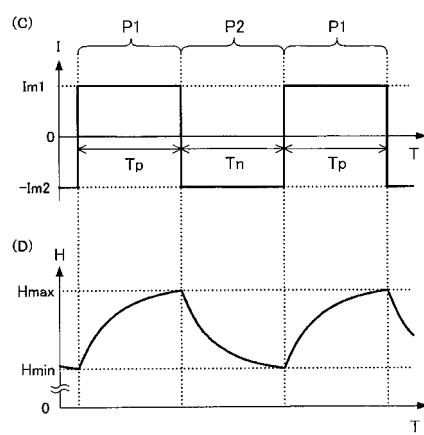
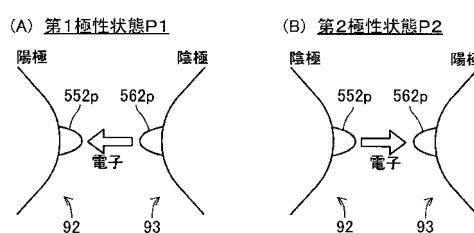
【図2】



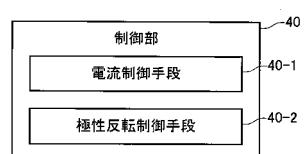
【図3】



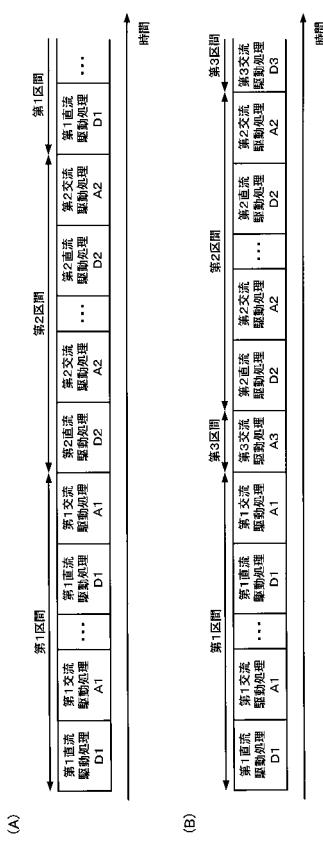
【図5】



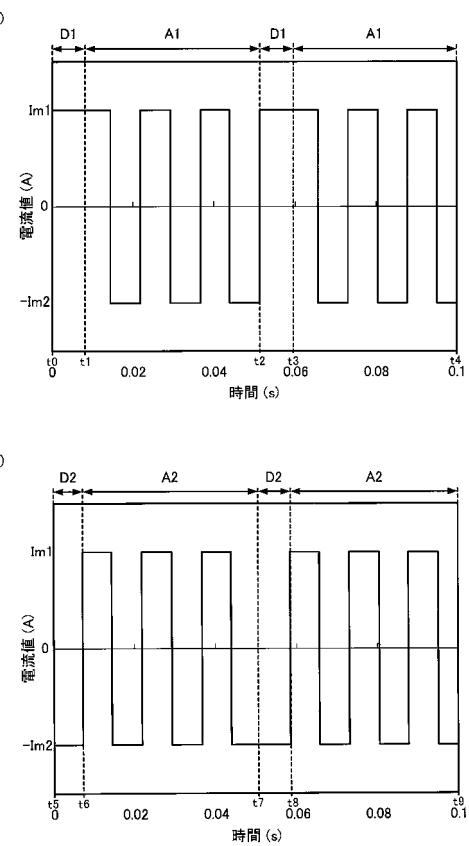
【図4】



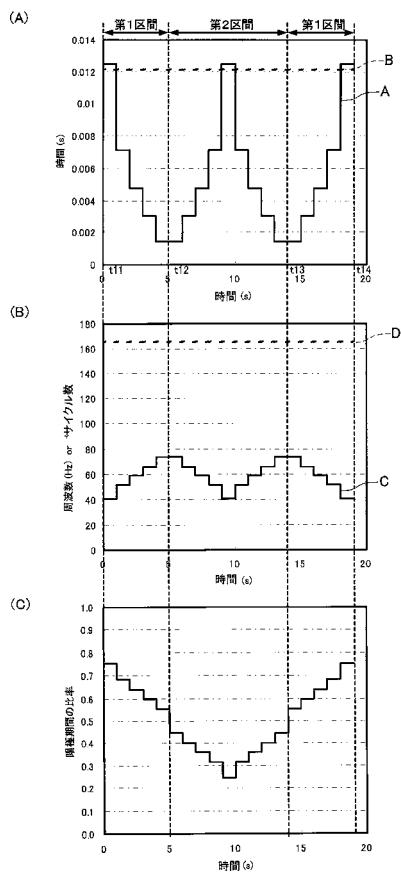
【図6】



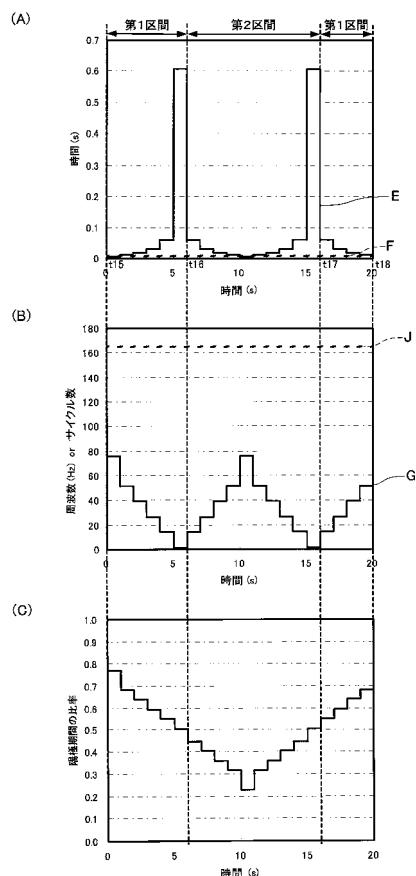
【図7】



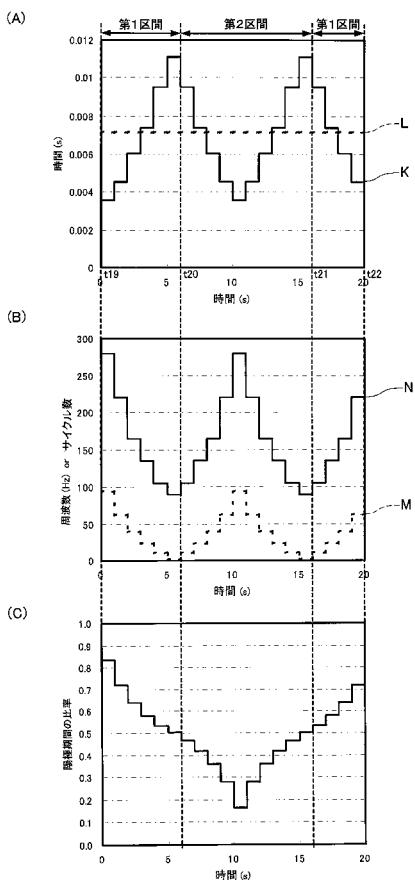
【図8】



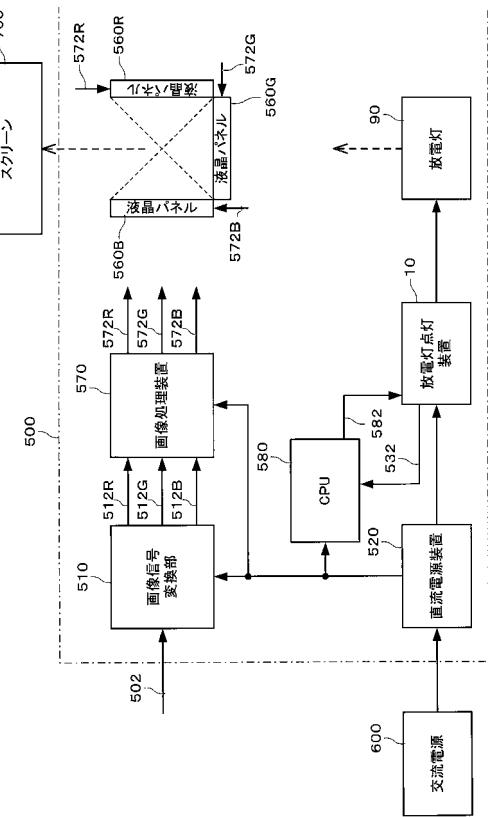
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2006-059790(JP,A)
特開2007-273175(JP,A)
特開2009-026747(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 05 B 41 / 24