

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5515479号
(P5515479)

(45) 発行日 平成26年6月11日(2014.6.11)

(24) 登録日 平成26年4月11日(2014.4.11)

(51) Int.Cl.

H05B 41/24 (2006.01)

F I

H05B 41/24

H

請求項の数 13 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2009-170245 (P2009-170245)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成21年7月21日(2009.7.21)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2010-114064 (P2010-114064A)		東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(43) 公開日	平成22年5月20日(2010.5.20)	(74) 代理人	110000028
審査請求日	平成24年6月28日(2012.6.28)		特許業務法人明成国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2008-260195 (P2008-260195)	(72) 発明者	山内 健太郎
(32) 優先日	平成20年10月7日(2008.10.7)		長野県諏訪市大和三丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	寺島 徹生
			長野県諏訪市大和三丁目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】 放電灯の駆動装置および駆動方法、光源装置並びに画像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

放電灯の駆動装置であって、

前記放電灯の2つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切り替えつつ、前記放電灯に電力を供給して前記放電灯を点灯する、放電灯点灯部と、

電力量比変化制御として、前記2つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切替える極性切替の1周期における、前記電極の一方が陽極として動作する陽極期間に供給される電力量と、陰極として動作する陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給するように、前記放電灯点灯部を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記放電灯の始動後に前記放電灯に供給される電力が所定の電力値になったら、前記所定の電力を一定に保つ制御を開始し、前記所定の電力を一定に保つ制御が開始されてから所定の時間が経過した後に、前記電力量比変化制御を開始する、放電灯の駆動装置。

【請求項2】

請求項1に記載の放電灯の駆動装置において、

前記制御部は、

前記電力量比変化制御として、前記極性切替の1周期における、前記陽極期間の時間と、前記陰極期間の時間との比を変化させることによって、前記電力量の比を変化させる、放電灯の駆動装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の放電灯の駆動装置において、
前記制御部は、

前記電力量比変化制御として、前記極性切替の 1 周期において、前記陽極期間に供給される電流の値と、前記陰極期間に供給される電流の絶対値との差を変化させることによって、前記電力量の比を変化させる、放電灯の駆動装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の放電灯の駆動装置において、
前記制御部は、

前記放電灯に供給される電力が前記所定の電力値になってから、前記電力量比変化制御を開始するまでの間に、予備電力量比変化制御として、前記陽極期間に供給される電力量と、前記陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給するように、前記放電灯点灯部を制御し、

前記予備電力量比変化制御における前記陽極期間の電力量の最大値は、前記電力量比変化制御における、前記陽極期間の電力量の最大値よりも小さい、放電灯の駆動装置。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 つに記載の放電灯の駆動装置において、
前記所定の時間は、

前記 2 つの電極間に印加される電圧の値と、前記放電灯に供給される電流の値の少なくともいずれか一方に基づいて定められる、放電灯の駆動装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の放電灯の駆動装置において、
前記所定の電力値は、第 1 の電力値であり、
前記制御部は、

外部から入力される電力制御指示に基づいて、前記放電灯に供給する電力が、前記第 1 の電力値より低い第 2 の電力値になるように、前記放電灯点灯部を制御する場合に、前記第 1 の電力値になるように制御して、前記電力が前記第 1 の電力値になって安定した後に、前記第 2 の電力値に下げるように制御する、放電灯の駆動装置。

【請求項 7】

放電灯の駆動装置であって、

前記放電灯の 2 つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切り替えつつ、前記放電灯に電力を供給して前記放電灯を点灯する、放電灯点灯部と、

電力量比変化制御として、前記 2 つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切替える極性切替の 1 周期における、前記電極の一方が陽極として動作する陽極期間に供給される電力量と、陰極として動作する陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給するように、前記放電灯点灯部を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記放電灯の始動後に前記放電灯に供給される電力が所定の電力値になったら、前記所定の電力を一定に保つ制御を開始し、前記所定の電力を一定に保つ制御が開始された後、
前記放電灯の電氣的な挙動に基づいて定めた待機期間が経過した後に、前記電力量比変化制御を開始する、放電灯の駆動装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の放電灯の駆動装置であって、

前記待機期間は、前記放電灯に供給される電流が所定の電流値まで低下するまでの期間である、放電灯の駆動装置。

【請求項 9】

請求項 7 に記載の放電灯の駆動装置であって、

前記待機期間は、前記放電灯に印加される電圧が所定の電圧値まで上昇するまでの期間である、放電灯の駆動装置。

【請求項 10】

光源装置であって、
放電灯と、

前記放電灯の2つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切り替えつつ、前記放電灯に電力を供給して前記放電灯を点灯する、放電灯点灯部と、

電力量比変化制御として、前記2つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切替える極性切替の1周期における、前記電極の一方が陽極として動作する陽極期間に供給される電力量と、陰極として動作する陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給するように、前記放電灯点灯部を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記放電灯の始動後に前記放電灯に供給される電力が所定の電力値になったら、前記所定の電力を一定に保つ制御を開始し、前記所定の電力を一定に保つ制御が開始されてから所定の時間が経過した後に、前記電力量比変化制御を開始する、光源装置。

【請求項 11】

画像表示装置であって、

画像表示用の光源である放電灯と、

電力量比変化制御として、前記2つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切替える極性切替の1周期における、前記電極の一方が陽極として動作する陽極期間に供給される電力量と、陰極として動作する陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給するように、前記放電灯点灯部を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記放電灯の始動後に前記放電灯に供給される電力が所定の電力値になったら、前記所定の電力を一定に保つ制御を開始し、前記所定の電力を一定に保つ制御が開始されてから所定の時間が経過した後に、前記電力量比変化制御を開始する、画像表示装置。

【請求項 12】

放電灯の2つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切り替えつつ、前記放電灯に電力を供給して前記放電灯を点灯する、放電灯の駆動方法であって、

前記放電灯の始動後に前記放電灯に供給される電力が所定の電力値になったら、前記所定の電力を一定に保つ制御を開始し、前記所定の電力を一定に保つ制御が開始されてから所定の時間が経過した後に、電力量比変化制御として、前記2つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切替える極性切替の1周期における、前記電極の一方が陽極として動作する陽極期間に供給される電力量と、陰極として動作する陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給する制御を開始する、放電灯の駆動方法。

【請求項 13】

放電灯の2つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切り替えつつ、前記放電灯に電力を供給して前記放電灯を点灯する、放電灯の駆動方法であって、

前記放電灯の始動後に前記放電灯に供給される電力が所定の電力値になったら、前記所定の電力を一定に保つ制御を開始し、前記所定の電力を一定に保つ制御が開始された後、前記放電灯の電氣的な挙動に基づいて定めた待機期間が経過した後に、電力量比変化制御として、前記2つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切替える極性切替の1周期における、前記電極の一方が陽極として動作する陽極期間に供給される電力量と、陰極として動作する陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給する制御を開始する、放電灯の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、電極間の放電により点灯する放電灯の駆動技術に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

プロジェクタ等の画像表示装置に使用される光源として、高圧ガス放電ランプ等の高輝度放電ランプが使用される。高輝度放電ランプを点灯させる方法として、高輝度放電ランプに交流の電流（交流電流）を供給することが行われている。このように、交流電流を供給して高輝度放電ランプを点灯させる際に、アーク起点の移動やアーク長の変化を抑制して、ライトアークの安定度を向上させるために、高輝度放電ランプに供給される交流電流として、絶対値がほぼ一定で、正パルスのパルス幅と負パルスのパルス幅との間のパルス幅比率を変調することが提案されている（例えば、特許文献 1 参照）。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

10

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特表 2 0 0 4 - 5 2 5 4 9 6 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、パルス幅比率が変調された交流電流を高輝度放電ランプに供給すると、電極の過剰な溶融が生じるという問題があった。なお、この問題は、交流電流のパルス幅比率を変調する場合に限らず、高輝度放電ランプに供給される交流周期の 1 周期において、一方の電極が陽極として動作する陽極期間の電力量と、陰極として動作する陰極期間の電力量との比を変更する、高輝度放電ランプに共通する。また、この問題は、高輝度放電ランプに限らず、電極間のアーク放電により光を放射する種々の放電ランプ（放電灯）に共通する。

20

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、上記の従来技術の課題に鑑みて、交流電流を放電ランプに供給する場合に、電極の過剰な溶融を抑制する技術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 】

【 0 0 0 6 】

本発明は、上述の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

[形態]

30

放電灯の駆動装置であって、前記放電灯の 2 つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切り替えつつ、前記放電灯に電力を供給して前記放電灯を点灯する、放電灯点灯部と、電力量比変化制御として、前記 2 つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切替える極性切替の 1 周期における、前記電極の一方が陽極として動作する陽極期間に供給される電力量と、陰極として動作する陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給するように、前記放電灯点灯部を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、前記放電灯の始動後に前記放電灯に供給される電力が所定の電力値になったら、前記所定の電力を一定に保つ制御を開始し、前記所定の電力を一定に保つ制御が開始されてから所定の時間が経過した後に、前記電力量比変化制御を開始する、放電灯の駆動装置。

【 0 0 0 7 】

40

[適用例 1] 放電灯の駆動装置であって、

前記放電灯の 2 つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切り替えつつ、前記放電灯に電力を供給して前記放電灯を点灯する、放電灯点灯部と、

電力量比変化制御として、前記 2 つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切替える極性切替の 1 周期における、前記電極の一方が陽極として動作する陽極期間に供給される電力量と、陰極として動作する陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給するように、前記放電灯点灯部を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記放電灯に供給される電力が所定の電力値になってから所定の時間が経過した後に、

50

前記電力量比変化制御を開始する、放電灯の駆動装置。

【0008】

この放電灯の駆動装置によれば、放電灯に供給される電力が所定の電力値になってから所定の時間が経過してから、電力量比変化制御を開始するため、電極間の電圧と、放電灯に供給される電流が安定してから、電力量比変化制御が開始されることになる。したがって、電流が高い間に、電力量比が50%以上となる電力量が電極に供給されることが抑制されるため、電極の過剰な溶融を抑制することができる。

【0009】

[適用例2] 適用例1に記載の放電灯の駆動装置であって、

前記制御部は、

前記電力量比変化制御として、前記極性切替の1周期における、前記陽極期間の時間と、前記陰極期間の時間との比を変化させることによって、前記電力量の比を変化させる、放電灯の駆動装置。

【0010】

この放電灯の駆動装置によれば、極性切替の1周期における、陽極期間の時間と、陰極期間の時間との比を変化させることによって、容易に、電力量の比を変化させることができる。

【0011】

[適用例3] 適用例1に記載の放電灯の駆動装置であって、

前記制御部は、

前記電力量比変化制御として、前記極性切替の1周期において、前記陽極期間に供給される電流の値と、前記陰極期間に供給される電流の絶対値との差を変化させることによって、前記電力量の比を変化させる、放電灯の駆動装置。

【0012】

この放電灯の駆動装置によれば、極性切替の1周期における、陽極期間に供給される電流の値と、陰極期間に供給される電流の絶対値との差を変化させることによって、容易に、電力量の比を変化させることができる。

【0013】

[適用例4] 適用例1ないし3のいずれか1つに記載の放電灯の駆動装置であって、

前記制御部は、

前記放電灯に供給される電力が前記所定の電力値になってから、前記電力量比変化制御を開始するまでの間に、予備電力量比変化制御として、前記陽極期間に供給される電力量と、前記陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給するように、前記放電灯点灯部を制御し、

前記予備電力量比変化制御における前記陽極期間の電力量の最大値は、前記電力量比変化制御における、前記陽極期間の電力量の最大値よりも小さい、放電灯の駆動装置。

【0014】

この放電灯の駆動装置では、予備電力量比変化制御における、陽極期間の電力量の最大値は、電力量比変化制御における、陽極期間の電力量の最大値よりも小さい。そのため、放電灯に供給される電力が所定の電力値になっても、所定の時間が経過するまでは、電力量比変化制御がなされる場合ほど大きな電力量が電極に供給されるのを、抑制することができる。したがって、電極の過剰な溶融を抑制することができる。

【0015】

[適用例5] 適用例1ないし4のいずれか1つに記載の放電灯の駆動装置において、前記所定の時間は、前記2つの電極間に印加される電圧の値と、前記放電灯に供給される電流の値の少なくともいずれか一方に基づいて定められる、放電灯の駆動装置。

【0016】

この放電灯の駆動装置によれば、所定の時間は、2つの電極間に印加される電圧の値と、放電灯に供給される電流の値の少なくともいずれか一方に基づいて定められるため、放電灯ごとに適正な時間を定めたり、放電灯の劣化状況等に応じて、適正な時間を定めるこ

10

20

30

40

50

とができる。

【 0 0 1 7 】

[適用例 6] 適用例 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載の放電灯の駆動装置において、
前記所定の電力値は、第 1 の電力値であり、
前記制御部は、

外部から入力される電力制御指示に基づいて、前記放電灯に供給する電力が、前記第 1 の電力値より低い第 2 の電力値になるように、前記放電灯点灯部を制御する場合に、前記第 1 の電力値になるように制御して、前記電力が前記第 1 の電力値になって安定した後に、前記第 2 の電力値に下げるように制御する、放電灯の駆動装置。

【 0 0 1 8 】

この放電灯の駆動装置では、放電灯に供給する電力を第 2 の電力値に制御する場合に、一旦、第 2 の電力値よりも高い第 1 の電力値に制御する。そのため、放電灯内の温度を早く上昇させることができ、放電灯の明るさを所望の明るさにするのにかかる時間を短縮することができる。

【 0 0 1 9 】

[適用例 7] 放電灯の駆動装置であって、

前記放電灯の 2 つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切り替えつつ、前記放電灯に電力を供給して前記放電灯を点灯する、放電灯点灯部と、

電力量比変化制御として、前記 2 つの電極間に印加する電圧の極性を交互に切替える極性切替の 1 周期における、前記電極の一方が陽極として動作する陽極期間に供給される電力量と、陰極として動作する陰極期間に供給される電力量との比を変化させつつ、前記電力を供給するように、前記放電灯点灯部を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記放電灯に供給される電力が所定の電力値になった後、前記放電灯の電気的な挙動に基づいて定めた待機期間が経過した後に、前記電力量比変化制御を開始する、放電灯の駆動装置。

【 0 0 2 0 】

この放電灯の駆動装置によれば、放電灯に供給される電力が所定の電力値になってから待機期間が経過した後に、前記電力量比変化制御を開始し、その待機期間は、放電灯の電気的な挙動に基づいて定められる。そのため、例えば、電極間の電圧や放電灯に供給される電流が安定してから、電力量比変化制御が開始される。したがって、電極への過大な電力の供給が抑制され、電極の過剰な溶融を抑制することができる。

[適用例 8] 適用例 7 に記載の放電灯の駆動装置であって、

前記待機期間は、前記放電灯に供給される電流が所定の電流値まで低下するまでの期間である、放電灯の駆動装置。

【 0 0 2 1 】

この放電灯の駆動装置によれば、放電灯に供給される電流が所定の電流値まで低下した後、電力量比変化制御が開始される。したがって、所定の電流値を、電力量比変化制御を行っても電極の過剰な溶融が生じない程度の値に設定しておけば、電極の過剰な溶融を抑制することができる。

【 0 0 2 2 】

[適用例 9] 適用例 7 に記載の放電灯の駆動装置であって、

前記待機期間は、前記放電灯に印加される電圧が所定の電圧値まで上昇するまでの期間である、放電灯の駆動装置。

【 0 0 2 3 】

この放電灯の駆動装置によれば、放電灯に供給される電圧が所定の電圧値まで上昇した後、電力量比変化制御が開始される。したがって、所定の電圧値を、電力量比変化制御を行っても電極の過剰な溶融が生じない程度の値に設定しておけば、電極の過剰な溶融を抑制することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能である。例えば、放電灯の駆動装置と駆動方法、放電灯を使用した光源装置とその制御方法、その光源装置を利用した画像表示装置、等の態様で実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 5 】

【図 1】本発明の第 1 の実施例としてのプロジェクタ 1 0 0 0 の概略構成図である。

【図 2】光源装置 1 0 0 の構成を示す説明図である。

【図 3】放電灯駆動装置 2 0 0 の構成を示すブロック図である。

【図 4】放電灯 5 0 0 に供給する交流パルス電流のデューティ比の変調パターン(第 1 10
の変調パターン)の一例を示す説明図である。

【図 5】第 1 の変調パターンでデューティ比を変調させた場合の交流パルス電流の波形推移を示した図である。

【図 6】第 1 の変調パターンでデューティ比を変調させた場合の交流パルス電流の波形推移を示した図である。

【図 7】放電灯 5 0 0 の放電灯本体 5 1 0 に形成された放電空間 5 1 2 内における対流を説明するための説明図である。

【図 8】デューティ比変調の電極に対する影響を模式的に示す説明図である。

【図 9】放電灯 5 0 0 の始動後の供給電力 P_p と印加電圧 V_p と供給電流 I_p の時間変化を示す図である。 20

【図 1 0】2 0 0 W の放電灯の電流の経時変化を示すグラフである。

【図 1 1】2 0 0 W の放電灯の電圧の経時変化を示すグラフである。

【図 1 2】2 0 0 W の放電灯の電力の経時変化を示すグラフである。

【図 1 3】2 3 0 W の放電灯の電流および電圧の経時変化を示すグラフである。

【図 1 4】2 3 0 W の放電灯の電力の経時変化を示すグラフである。

【図 1 5】デューティ比変調制御の開始処理の流れを示すフローチャートである。

【図 1 6】比較例における放電灯 5 0 0 の使用に伴う電極の形状の変化を概念的に示す説明図である。

【図 1 7】放電灯 5 0 0 に供給する交流パルス電流のデューティ比の変調パターンの一例を示す説明図である。 30

【図 1 8】放電灯 5 0 0 の始動後の供給電力 P_p と印加電圧 V_p と供給電流 I_p の時間変化を示す図である。

【図 1 9】デューティ比変調制御の開始処理の流れを示すフローチャートである。

【図 2 0】放電灯 5 0 0 に供給される交流パルス電流の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差を変化させる電流変調パターンの一例である。

【図 2 1】交流パルス電流の波形の一例を示す説明図である。

【図 2 2】電流変調パターンにおける供給電流 I_p の波形推移を示した図である。

【図 2 3】デューティ比変調制御の開始処理の変形例を示すフローチャートである。

【図 2 4】変形例のデューティ比変調制御の開始処理の流れを示すフローチャートである。 40

【図 2 5】変形例におけるデューティ比変調制御の開始時期を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 6 】

以下、本発明を実施するための最良の形態を、実施例に基づいて、以下の順序で説明する。

A . 第 1 の実施例 :

B . 第 2 の実施例 :

C . 第 3 の実施例 :

D . 変形例 :

【 0 0 2 7 】

A．第１の実施例：

A - １．実施例の構成：

図１は、本発明の第１の実施例としてのプロジェクタ１００の概略構成図である。プロジェクタ１００は、光源装置１００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とを備えている。

【００２８】

光源装置１００は、放電灯５００が取り付けられた光源ユニット１１０と、放電灯５００を駆動する放電灯駆動装置２００とを有している。放電灯５００は、放電灯駆動装置２００から電力の供給を受けて放電し光を放射する。光源ユニット１１０は、放電灯５００の放射光を照明光学系３１０に向けて射出する。なお、光源ユニット１１０および放電灯駆動装置２００の具体的な構成や機能については、後述する。

【００２９】

光源ユニット１１０から射出された光は、照明光学系３１０により、液晶ライトバルブ３００Ｒ、３００Ｇ、３００Ｂ上での照度が均一化されるとともに、偏光方向が一方向に揃えられる。照明光学系３１０を経た光は、色分離光学系３２０により、赤色（Ｒ）、緑色（Ｇ）および青色（Ｂ）の３色の色光に分離される。色分離光学系３２０により分離された３色の色光は、それぞれ対応する液晶ライトバルブ３３０Ｒ、３３０Ｇ、３３０Ｂにより変調される。液晶ライトバルブ３３０Ｒ、３３０Ｇ、３３０Ｂにより変調された３色の色光は、クロスダイクロイックプリズム３４０により合成され、投写光学系３５０に入射する。投写光学系３５０が、入射した光を図示しないスクリーン上に投影することにより、スクリーン上には液晶ライトバルブ３３０Ｒ、３３０Ｇ、３３０Ｂにより変調された画像が合成されたフルカラーの映像として画像が表示される。なお、第１の実施例では、３つの液晶ライトバルブ３３０Ｒ、３３０Ｇ、３３０Ｂにより３色の色光を別個に変調しているが、カラーフィルタを備える１つの液晶ライトバルブで光の変調を行うものとしてもよい。この場合、色分離光学系３２０とクロスダイクロイックプリズム３４０を省略することができる。

【００３０】

図２は、光源装置１００の構成を示す説明図である。光源装置１００は、上述のように、光源ユニット１１０と放電灯駆動装置２００とを有している。光源ユニット１１０は、放電灯５００と、回転楕円形の反射面を有する主反射鏡１１２と、出射光をほぼ並行光にする平行化レンズ１１４とを備えている。ただし、主反射鏡１１２の反射面は、必ずしも回転楕円形である必要はない。例えば、主反射鏡１１２の反射面は、回転放物形であってもよい。この場合、放電灯５００の発光部を放物面鏡のいわゆる焦点に置けば、平行化レンズ１１４を省略することができる。主反射鏡１１２と放電灯５００とは、無機接着剤１１６により接着されている。

【００３１】

放電灯５００は、放電灯本体５１０と、球面状の反射面を有する副反射鏡５２０とを無機接着剤５２２で接着することにより形成されている。放電灯本体５１０は、例えば、石英ガラスなどのガラス材料で形成されている。放電灯本体５１０には、タングステン等の高融点金属の電極材で形成された２つの電極６１０、７１０と、２つの接続部材６２０、７２０と、２つの電極端子６３０、７３０とが設けられている。電極６１０、７１０は、その先端部が放電灯本体５１０の中央部に形成された放電空間５１２において対向するように配置されている。放電空間５１２には、放電媒体として、希ガス、水銀や金属ハロゲン化合物等を含むガスが封入されている。接続部材６２０、７２０は、電極６１０、７１０と、電極端子６３０、７３０とをそれぞれ電氣的に接続する部材である。

【００３２】

放電灯５００の電極端子６３０、７３０は、それぞれ放電灯駆動装置２００の出力端子に接続されている。放電灯駆動装置２００は、電極端子６３０、７３０に接続され、放電灯５００にパルス状の交流電流（交流パルス電流）を供給する。放電灯５００に交流パル

ス電流が供給されると、放電空間 5 1 2 内の 2 つの電極 6 1 0、7 1 0 の先端部の間で、アーク A R が生じる。アーク A R は、アーク A R の発生位置から全方位に向かって光を放射する。副反射鏡 5 2 0 は、一方の電極 7 1 0 の方向に放射される光を、主反射鏡 1 1 2 に向かって反射する。このように、電極 7 1 0 の方向に放射される光を主反射鏡 1 1 2 に向かって反射することにより、電極 7 1 0 方向に放射される光を有効に利用することができる。

【 0 0 3 3 】

図 3 は、放電灯駆動装置 2 0 0 の構成を示すブロック図である。放電灯駆動装置 2 0 0 は、駆動制御部 2 1 0 と、点灯回路 2 2 0 とを有している。駆動制御部 2 1 0 は、C P U 8 1 0 と、R O M 8 2 0 と、R A M 8 3 0 と、タイマー 8 4 0 と、点灯回路 2 2 0 に制御信号を出力する出力ポート 8 5 0 と、点灯回路 2 2 0 からの信号を取得する入力ポート 8 6 0 とを備えるコンピュータとして構成されている。駆動制御部 2 1 0 の C P U 8 1 0 は、R O M 8 2 0 に格納されたプログラムを実行することにより、点灯回路制御部 8 1 2 の機能を実現する。本実施例における点灯回路 2 2 0 が、請求項における放電灯点灯部に、点灯回路制御部 8 1 2 が、請求項における制御部に、それぞれ、相当する。

【 0 0 3 4 】

点灯回路 2 2 0 は、交流パルス電流を発生するインバーター 2 2 2 を有している。インバーター 2 2 2 は、直流電流制御回路（図示しない）と、交流変換回路（図示しない）とを備える。直流電流制御回路は、直流電源（図示しない）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。交流変換回路は、直流電流制御回路から出力される直流電流 I_d を所与のタイミングで極性反転することにより、任意の周波数及びデューティー比をもつ放電灯駆動用の駆動電流を生成し、出力する。

【 0 0 3 5 】

点灯回路 2 2 0 は、駆動制御部 2 1 0 から出力ポート 8 5 0 を介して供給される制御信号に基づいて、インバーター 2 2 2 を制御することにより、放電灯 5 0 0 に定電力（例えば、2 0 0 W）の交流パルス電流を供給する。具体的には、点灯回路 2 2 0 は、インバーター 2 2 2 を制御して、指定された給電条件（例えば、交流パルス電流の周波数、デューティー比、および電流波形）に応じた交流パルス電流をインバーター 2 2 2 に発生させる。点灯回路 2 2 0 は、インバーター 2 2 2 により発生された交流パルス電流を放電灯 5 0 0 に供給する。

【 0 0 3 6 】

また、点灯回路 2 2 0 は、放電灯 5 0 0 に供給される供給電力 P_p と、電極 6 1 0、7 1 0 間に印加される印加電圧 V_p を検出する。そして、点灯回路 2 2 0 によって検出された供給電力 P_p および印加電圧 V_p は、入力ポート 8 6 0 を通じて駆動制御部 2 1 0 の点灯回路制御部 8 1 2 により取得される。

【 0 0 3 7 】

点灯回路制御部 8 1 2 は、点灯回路 2 2 0 を制御して、交流パルス電流のデューティー比を変調させる。このように、交流パルス電流のデューティー比を変調させる制御を、本実施例において、デューティー比変調制御という。すなわち、点灯回路制御部 8 1 2 は、デューティー比変調制御を行なうための制御信号（以下、「デューティー比変調制御信号」ともいう。）を生成して、出力ポート 8 5 0 を介して、点灯回路 2 2 0 に対して出力する。デューティー比の変調パターン（第 1 の変調パターン）については、後述する。

【 0 0 3 8 】

また、点灯回路制御部 8 1 2 は、上記したように、点灯回路 2 2 0 において検出される供給電力 P_p が、電力値 P_1 （例えば、2 0 0 W）になったか否かを判断して、供給電力 P_p が電力値 P_1 になったら、タイマー 8 4 0 を制御して、時間カウンタを開始させる。点灯回路制御部 8 1 2 は、タイマー 8 4 0 の出力に基づいて、放電灯 5 0 0 に供給される電力が電力値 P_1 になってから、時間 T_1 が経過したか否かを判断する。点灯回路制御部 8 1 2 は、時間 T_1 が経過したと判断すると、上記したデューティー比変調制御信号を出力する。

【 0 0 3 9 】

A - 2 . デューティー比の変調パターン :

図 4 は、放電灯 5 0 0 に供給する交流パルス電流のデューティー比の変調パターン(第 1 の変調パターン)の一例を示す説明図である。横軸は時間、縦軸はデューティー比を示している。ここで、デューティー比とは、交流パルス電流の一周期において、2 つの電極 6 1 0、7 1 0 のそれぞれが陽極として動作する時間(陽極時間)の比率である。図 4 では、例えば、電極 6 1 0 のデューティー比を示している。なお、本実施例においては、基準デューティー比を 5 0 % としている。また、本実施例において、放電灯 5 0 0 の駆動電力は 2 0 0 W であるが、駆動電力は、第 1 の変調パターンの 1 周期当たりの実質的な平均電力である。

10

【 0 0 4 0 】

図示するように、第 1 の変調パターンでは、変調周期を T_a とすると、デューティー比は、変調周期 T_a の $1/8$ の時間が経過するごとに、5 % ずつ、段階的に変化する。以下、変調周期 T_a の $1/8$ の時間を、「区分期間」という。区分期間 $D_1 \sim D_8$ は、放電灯駆動用の交流パルス電流のデューティー比が同一値に維持される期間である。第 1 の変調パターンについて、詳しく説明すると、区分期間 D_1 ではデューティー比を 5 0 % とし、その後 5 % 刻みでデューティー比を上げ、区分期間 D_3 ではデューティー比を最大の 6 0 % としている。さらにその後 5 % 刻みでデューティー比を下げ、区分期間 D_7 ではデューティー比を最小の 4 0 % としている。またさらにその後 5 % 刻みでデューティー比を上げ、周期 T_a でデューティー比の増減を繰り返す。すなわち、本実施例では、放電灯駆動用の交流パルス電流のデューティー比の最大値 D_{MX1} (6 0 %) 及び最小値 D_{MN1} (4 0 %) と基準デューティー比 (5 0 %) との差を、いずれも 1 0 % としている。

20

【 0 0 4 1 】

なお、本実施例では、第 1 の変調パターンにおける変調周期 T_a を 6 4 秒とし、1 区分期間の長さを 8 秒としている。但し、変調周期 T_a や区分期間の長さは、放電灯 5 0 0 の特性や給電条件等に基づいて、適宜変更することができる。

【 0 0 4 2 】

図 5 及び図 6 は、図 4 に示す第 1 の変調パターンでデューティー比を変調させた場合の、交流パルス電流の波形推移を示した図である。横軸は時間、縦軸は電流値を示す。図 5 は、区分期間 D_1 、 D_2 、 D_3 、 D_4 について示し、図 6 は、区分期間 D_5 、 D_6 、 D_7 、 D_8 について示している。図 5、6 において、供給電流の正方向は、電極 6 1 0 から電極 7 1 0 に向かって電流が流れる方向を表している。すなわち、供給電流 I_p が正の値のときは、電極 6 1 0 は陽極として動作し、供給電流 I_p が負の値のときは、電極 6 1 0 は陰極として動作する。

30

【 0 0 4 3 】

図 5 に示すように、区分期間 D_1 ではデューティー比 5 0 % の電流波形が継続する。区分期間 D_1 において、電極 6 1 0 と電極 7 1 0 間を流れる交流パルス電流の 1 周期は T_i である。区分期間 D_2 になると、デューティー比 5 5 % の電流波形に変化し、区分期間 D_2 の間継続する。区分期間 D_2 における、交流パルス電流の 1 周期は、区分期間 D_1 と同様に、 T_i である。区分期間 D_3 になると、デューティー比 6 0 % の電流波形に変化し、区分期間 D_3 の間継続する。区分期間 D_3 における、交流パルス電流の 1 周期も、区分期間 D_1 と同様に、 T_i である。区分期間 D_4 になると、デューティー比 5 5 % の電流波形に変化し、区分期間 D_4 の間継続する。区分期間 D_4 における、交流パルス電流の 1 周期も、区分期間 D_1 と同様に、 T_i である。

40

【 0 0 4 4 】

図 6 に示すように、区分期間 D_5 ではデューティー比 5 0 % の電流波形が継続する。区分期間 D_6 になると、デューティー比 5 5 % の電流波形に変化し、区分期間 D_6 の間継続する。区分期間 D_7 になると、デューティー比 6 0 % の電流波形に変化し、区分期間 D_7 の間継続する。区分期間 D_8 になると、デューティー比 5 5 % の電流波形に変化し、区分期間 D_8 の間継続する。区分期間 $D_5 \sim D_8$ のいずれにおいても、交流パルス電流の 1 周

50

期は、上記した区分期間 D_1 と同様に、 T_i である。

【0045】

すなわち、図5、6に示すように、デューティー比が異なる8つの区分期間 $D_1 \sim D_8$ のいずれにおいても、電極610と電極710間を流れる交流パルス電流の1周期 T_i は一定である。そのため、変調周期 T_a の全期間にわたって、交流パルス電流の周波数 ($f_i = 1/T_i$) は、一定の周波数となっている。一方、電極610の陽極時間 $W_1 \sim W_8$ は、デューティー比が異なる期間 $D_1 \sim D_8$ において、異なる値に設定されている。このように、第1の実施例では、交流パルス電流の周波数 f_i (以下、「駆動周波数 f_i 」とも呼ぶ) を一定に保ったまま、陽極時間 W を変更することにより、デューティー比の変調が行われる。なお、駆動周波数 f_i は、必ずしも一定である必要はない。また、本実施例では、デューティー比の最大値及び最小値と基準デューティー比との差が同一になるように制御しているが、いずれか一方が大きくなるように制御するようにしてもよい。

10

【0046】

A-3. デューティー比変調制御の効果：

上記したように、本実施例におけるプロジェクト1000では、交流パルス電流のデューティー比を変調しつつ、放電灯500に駆動電力を供給する。このように交流パルス電流のデューティー比変調制御を行なう効果について、図7、8に基づいて説明する。図7は、放電灯500の放電灯本体510に形成された放電空間512内における対流を説明するための説明図である。図示するように、電極610は、芯棒612と、コイル部614と、本体部616と、突起618とを有している。電極610は、放電灯本体510への封入前の段階において、芯棒612に電極材(タングステン等)の線材を巻き付けてコイル部614を形成し、形成されたコイル部614を加熱・溶融することにより形成される。これにより、電極610の先端側には、熱容量が大きい本体部616と、アークARの発生位置となる突起618が形成される。電極710も、電極610と同様に形成される。

20

【0047】

放電灯500を点灯すると、放電空間512内に封入されたガスは、アークARの発生により加熱され、放電空間512内において対流する。詳細には、アークAR及びその付近領域は極めて高温となるため、放電空間512内において、アークARから上方に流れる対流AF(図7に1点鎖線の矢印で示す)が形成される。図7に示すように、この対流AFは、放電灯本体510に当たって放電灯本体510の内壁に沿って移動し、両電極610、710の芯棒612、712等を通してことによって冷却されつつ降下する。このように降下した対流AFは、放電空間512の内壁に沿って更に降下するが、アークAR下方で互いに衝突して上方のアークARに戻されるように上昇する。

30

【0048】

図8は、デューティー比変調の電極610、710に対する影響を模式的に示す説明図である。図8(a)は、デューティー比を変調せずに放電灯500を駆動した場合の放電灯500の中央部を示している。図8(b)は、デューティー比を変調して放電灯500を駆動した場合の放電灯500の中央部を示している。

【0049】

交流パルス電流のデューティー比を変調しない場合、両電極610、710における温度分布は定常的となる。両電極610、710における温度分布が定常的となることにより、図7に示すように、ガスの対流AFは定常的となる。放電空間512内において対流するガス中には、アークARによって溶融蒸発した電極材が含まれている。そのため、このように定常的な対流が生じている場合、図8(a)に示すように、温度が低い芯棒612、712やコイル部614、714において、電極材が局所的に堆積し電極材の針状結晶WSKが成長する。

40

【0050】

このように針状結晶WSKが成長すると、放電灯の始動時など本体部616、716や突起618、718の温度が十分に上昇していない場合、針状結晶WSKから放電灯本体

50

510の内壁に向かってアークが発生する場合がある。針状結晶WSKから放電灯本体510の内壁に向かってアークが発生すると、内壁自体が劣化するおそれがある。また、針状結晶WSKから放電空間512の内壁に向かってアークが発生すると、ガラス製の放電灯本体510が蒸発することにより、ハロゲンサイクルに異常が生ずるおそれがある。本明細書中において、ハロゲンサイクルとは、高温の本体部616、716や突起618、718において電極材が蒸発してハロゲン化物となり、放電空間512に存在する電極材のハロゲン化物が再度分解されることによって電極610、710上に電極材が形成される一連のサイクルをいう。

【0051】

このように、放電灯に供給される交流パルス電流のデューティ比を変調しない場合、針状結晶WSKの成長が起こり、内壁自体の劣化やハロゲンサイクルの異常が生じて、放電灯の寿命が短くなるおそれがある。一方、放電灯に供給される交流パルス電流のデューティ比を変調した場合、両電極610、710における温度分布は時間とともに変動する。そのため、放電空間512内における定常的な対流の発生が抑制され、局所的な電極材の堆積とそれによる針状結晶の成長が抑制される(図8(b))。

【0052】

A-4. デューティ比変調制御の開始時期：

本実施例におけるプロジェクタ1000では、放電灯500に供給される供給電力 P_p に基づいて、上記したデューティ比変調制御を開始する。図9は、放電灯500の始動後の供給電力 P_p と、電極610、710間に印加される印加電圧 V_p と、供給電流 I_p の時間変化を示す図である。図示するように、放電灯500の始動後、供給電力 P_p が電力値 P_1 になるまでの期間を「A期間」、供給電力 P_p が電力値 P_1 になってから時間 T_1 の間を「B期間」、供給電力 P_p が電力値 P_1 になってから時間 T_1 が経過した後を「C期間」とする。本実施例において、供給電力 P_p が電力値 P_1 に保たれる期間(すなわち、B期間とC期間)を、「定常期間」ともいう。

【0053】

上記したように、点灯回路制御部812は、供給電力が P_1 (200W)になるように、点灯回路220を制御する。図示するように、A期間において、点灯回路制御部812は、点灯回路220を制御して、一定の電流を放電灯500に供給させる。このとき、上記したように、点灯回路制御部812は、デューティ比変調制御は行わず、一定のデューティ比(50%)で、一定の電流を供給するように、点灯回路220を制御する。図示するように、A期間において、電極610、710間に印加される印加電圧 V_p は、放電灯500内の温度や圧力等の上昇に伴って、時間と共に増加する。供給電力 P_p は、印加電圧 V_p の増加と共に、増加する。すなわち、A期間において、供給電力 P_p は増加する。

【0054】

上記したように、印加電圧 V_p は、放電灯500内の温度や圧力等の上昇に伴って増加するため、図示するように、供給電力 P_p の電力値が P_1 になっても(すなわち、B期間においても)、印加電圧 V_p は増加し続ける。B期間において、点灯回路制御部812は、供給電力 P_p の電力値を P_1 (一定)に保つために、印加電圧 V_p に基づいて、供給電流 I_p を低減するように、点灯回路220を制御する(図9)。このように供給電流 I_p を制御すると、B期間において、印加電圧 V_p が安定すると共に、供給電流 I_p が安定する。C期間では、供給電流 I_p および印加電圧 V_p が一定値で安定しており、供給電力 P_p も一定値(P_1)で安定している。

【0055】

本実施例のプロジェクタ1000において、点灯回路制御部812(図3)は、C期間(図9)からデューティ比変調制御を開始する。これは、供給電流 I_p と印加電圧 V_p が十分に安定してからデューティ比変調制御を開始するためである。B期間の時間 T_1 は、供給電流 I_p が電流値 I_1 、印加電圧 V_p が電圧値 V_1 になって安定するのに、十分な時間である。時間 T_1 は、予め、実験によって、固体差や経時劣化を含めた余裕をみて定

10

20

30

40

50

められる。なお、本実施例において、供給電力 P_p = 電力値 P_1 になってから、時間 T_1 が経過したら、デューティ比変調制御を開始しているが、印加電圧 V_p や供給電流 I_p の値に基づいて、デューティ比変調制御を開始してもよい。例えば、印加電圧 V_p が電圧値 V_1 になったらデューティ比変調制御を開始するようにしてもよいし、供給電流 I_p が電流値 I_1 になったらデューティ比変調制御を開始するようにしてもよい。

【0056】

A - 5 . 実験例 :

上述のとおり、デューティ比変調制御の開始時期は、放電灯の電氣的挙動（電流、電圧、電力）に基づいて定められる。そこで、200Wの放電灯と230Wの放電灯とを用いて、定電流制御にて放電灯を起動した場合の放電灯の電氣的挙動を調べた結果を、実験例として示す。本実験例では、定電流制御として、放電灯に供給される電力が所定の電力（定格電力）になるまでは放電灯に一定の電流を供給し、電力が所定の電力になった後は、当該所定の電力を維持するように電流を供給するという制御を行っている。具体的には、電圧は放電灯内の温度や圧力等の上昇に伴って時間とともに増加するため、電力が所定の電力になった後は、供給電流を低下させる制御を行う。放電灯に供給する電流は、矩形波交流電流であり、そのデューティ比は50%である。なお、本実験例において、副鏡付の放電灯を用いている。

【0057】

図10は、200Wの放電灯における電流の経時変化を示すグラフ、図11は、200Wの放電灯における電圧の経時変化を示すグラフ、図12は、200Wの放電灯における電力の経時変化を示すグラフである。図10～12では、3.0Aの定電流制御を行った結果を実線、2.9Aの定電流制御を行った結果を破線で示している。

【0058】

図10～12に示すように、放電灯に一定の電流を供給すると、電圧は時間の経過とともに増加し、電圧の増加に伴って電力が増加する。3.0Aの定電流制御を行う場合には、約56秒経過したところに電力が200W（定格電力）になる（図12）。本実験例において、電力が所定の電力（定格電力）になると、電力を一定に維持するために、供給電流を低下させる制御を行う（図10）。このように、電力を一定に保つように供給電流を低下させる制御を行うと、約73秒以降は、供給電流がほぼ一定（約2.8A）になる。すなわち、電力が所定の電力（200W）になった後17秒経過すると、供給電流がほぼ一定になる。

【0059】

この実験例に基づいて、デューティ比変調制御の開始時期を定めてもよい。例えば、供給電流が約2.8Aになれば、陽極デューティ比を70%まで変調させても、電極の過剰な溶融が生じにくい場合には、供給電流が約2.8Aになった後にデューティ比変調制御を開始してもよい。したがって、200Wの放電灯に対して3.0Aの定電流制御を行う場合には、電力が200Wになった後13秒経過したらデューティ比変調制御を開始する、すなわち、時間 T_1 を17秒に設定してもよい。なお、電流の安定、個体差、経時劣化等を考慮して、時間 T_1 を10秒以上、より好ましくは20秒以上に設定してもよい。

【0060】

同様に、2.9Aの定電流制御を行う場合には、約68秒経過したところに電力が200W（定格電力）になる（図12）。その後、電力を一定に保つように供給電流を低下させる制御を行うと、約74秒以降は、供給電流がほぼ一定（約2.83A）になる。すなわち、電力が所定の電力（200W）になった後約6秒経過すると、供給電流がほぼ一定（約2.83A）になる。したがって、200Wの放電灯に対して2.9Aの定電流制御を行う場合には、電力が200Wになった後6秒経過したらデューティ比変調制御を開始する、すなわち、時間 T_1 を6秒に設定してもよい。なお、電流の安定、個体差、経時劣化等を考慮して、時間 T_1 を6秒以上に設定してもよい。

【0061】

図 1 3 は、2 3 0 W の放電灯における電流および電圧の経時変化を示すグラフ、図 1 4 は、2 3 0 W の放電灯における電力の経時変化を示すグラフである。2 3 0 W の放電灯を用いる場合も、2 0 0 W の放電灯を用いる場合と同様に定電流制御を行っている。図 1 3、1 4 に示すように、2 3 0 W の放電灯に一定 (3 . 1 A) の電流を供給すると、電圧は時間の経過とともに増加し、電圧の増加に伴って電力が増加する。そして、約 1 1 4 秒経過したところに電力が約 2 3 0 W (定格電力) になる (図 1 4)。その後、電力を一定に保つように供給電流を低下させる制御を行うと、約 1 2 3 秒以降は、供給電流がほぼ一定 (約 2 . 9 A) になる。すなわち、電力が所定の電力 (2 3 0 W) になった後約 9 秒経過すると、供給電流がほぼ一定になる。

【 0 0 6 2 】

10

この実験例に基づいて、デューティ比変調制御の開始時期を定めてもよい。例えば、供給電流が約 2 . 9 A になれば、陽極デューティ比を 6 0 % まで変調させても、電極の過剰な溶融が生じにくい場合には、供給電流が約 2 . 9 A になった後にデューティ比変調制御を開始してもよい。したがって、2 3 0 W の放電灯に対して 3 . 1 A の定電流制御を行う場合には、電力が 2 3 0 W になった後 9 秒経過したらデューティ比変調制御を開始する、すなわち、時間 T 1 を 9 秒に設定してもよい。なお、電流の安定、個体差、経時劣化等を考慮して、時間 T 1 を 9 秒以上、より好ましくは 2 0 秒以上に設定してもよい。

【 0 0 6 3 】

以上、2 0 0 W の放電灯を 3 . 0 A 定電流制御にて起動した場合、2 0 0 W の放電灯を 2 . 9 A 定電流制御にて起動した場合、2 3 0 W の放電灯を 3 . 1 A 定電流制御にて起動した場合、それぞれの実験結果を例示したが、上記した実験例に限定されず、採用する放電灯の駆動電力 (定格電力)、定電流制御の電流値、副鏡の有無等に応じて実験を行い、時間 T 1 を任意に設定することができる。

20

【 0 0 6 4 】

A - 6 . 実施例の動作 :

本実施例のプロジェクタ 1 0 0 0 におけるデューティ比変調制御の開始処理について、図 1 5 に基づいて説明する。図 1 5 は、デューティ比変調制御の開始処理の流れを示すフローチャートである。上記したように、放電灯 5 0 0 が始動すると、点灯回路制御部 8 1 2 は、点灯回路 2 2 0 から、供給電力 P p の検出値を取得する。図 1 5 に示すように、点灯回路制御部 8 1 2 は、供給電力 P p = P 1 か否か判定する (ステップ U 1 0 2)。点灯回路制御部 8 1 2 は、供給電力 P p = P 1 になっていないと判断した場合は (ステップ U 1 0 2 において、N O)、ステップ U 1 0 2 に戻る。すなわち、点灯回路制御部 8 1 2 は、供給電力 P p = P 1 になるまでは、ステップ U 1 0 2 を繰り返す。

30

【 0 0 6 5 】

供給電力 P p = P 1 になると (ステップ U 1 0 2 において、Y E S)、点灯回路制御部 8 1 2 は、タイマー 8 4 0 から入力される時間 (供給電力 P p = P 1 になってからの経過時間) が、時間 T 1 を経過したか否か判断する (ステップ U 1 0 4)。点灯回路制御部 8 1 2 は、供給電力 P p = P 1 になってから時間 T 1 が経過してないと判断した場合は (ステップ U 1 0 4 において、N O)、ステップ U 1 0 4 に戻る。すなわち、点灯回路制御部 8 1 2 は、供給電力 P p = P 1 になってから時間 T 1 が経過するまでは、ステップ U 1 0 4 を繰り返す。点灯回路制御部 8 1 2 は、供給電力 P p = P 1 になってから時間 T 1 が経過したと判断すると (ステップ U 1 0 4 において、Y E S)、上記した第 1 の変調パターンにて、デューティ比変調制御を開始する。

40

【 0 0 6 6 】

A - 7 . 実施例の効果 :

本実施例のプロジェクタ 1 0 0 0 の効果について、B 期間 (図 9) の開始と同時にデューティ比変調制御を開始する場合 (比較例) と比較して説明する。図 1 6 は、比較例における放電灯 5 0 0 の使用に伴う電極 6 1 0、7 1 0 の形状の変化を概念的に示す説明図である。図 1 6 (a) は、放電灯 5 0 0 の使用開始初期における電極 6 1 0、7 1 0 の先端部を示している。図 1 6 (a) では、電極 6 1 0 が陽極のときを示している。図 1 6 (

50

b)、(c)は、デューティー比変調制御開始後の放電灯500の電極610、710の先端部を示している。図16(b)は、電極610が陽極のときを、図16(c)は電極610が陰極のときを示している。なお、図16において、電極の極性が陽極であり、突起が溶けている状態を、斜線ハッチングを付して示している。

【0067】

放電灯500の使用開始初期(図9におけるA期間)は、図16(a)に示すように、突起618の外形が、略放物面状になっている。これに対し、図9におけるB期間からデューティー比変調制御を開始すると、図16(b)に示すように、電極610が陽極の場合に、電極610の突起618が過剰に溶融して、突起618が平坦な形状になってしまう。

10

【0068】

この原因は、以下のように考えられる。デューティー比変調制御において用いられる第1の変調パターンは、供給電流 I_p が電流値 I_1 、印加電圧 V_p が電圧値 V_1 、供給電力 P_p が電力値 P_1 のときに、電極610、710の状態が適切になるように定められている。図9に示すように、B期間の初めは供給電流 I_p が電流値 I_1 に安定しておらず、供給電流 I_p は電流値 I_1 よりも高い。そのため、B期間の開始と同時に、デューティー比変調制御が開始され、デューティー比が高くなると、陽極に供給される電力量が、電流値が I_1 の場合よりも大きくなり、電極温度が過剰に高くなって、電極の過剰な溶融が生じる。

【0069】

20

このように、電極の過剰な溶融が生じて、図16(b)に示すように、突起618の形状が平坦になると、アークARaの長さが、放電灯500の使用開始初期のアークAR(図16(a))の長さに比べて長くなる。したがって、B期間においてデューティー比変調制御を行わない場合と比べて、光の利用効率が低下する。その結果、プロジェクタ1000によって投写される画像の明るさが低下する。

【0070】

また、図9におけるB期間からデューティー比変調制御を開始した場合に、図16(b)に示すように、電極610が陽極のときに電極610の突起618に過剰溶融が生じると、電極610が陰極になったときに、図16(c)に示すような、角張った形状で、突起618が固まる。陰極において、角張った部分からは、電子が放出され易い。そのため、図16(c)に示すように、アーク起点が移動して、アークARc1や、アークARc2が生成される。このようにアークが移動すると、プロジェクタによって投写される画像にちらつきが生じる。なお、図16(c)では、説明を明瞭にするために、アークARc1とアークARc2のみを図示しているが、アーク起点は、図示される2箇所だけでなく、3箇所以上に生じる可能性がある。

30

【0071】

これに対して、本実施例のプロジェクタ1000では、供給電流 I_p が電流値 I_1 になり、安定した後、C期間から、デューティー比変調制御を行なっている。したがって、電極の温度を、光の利用効率が良好な状態を保てるような温度範囲で変化させることが可能となり、上記したような、電極の過剰な溶融を抑制することができる。その結果、放電灯の長寿命化を図ることができる。

40

【0072】

B. 第2の実施例：

次に、本発明の第2の実施例について説明する。本実施例のプロジェクタが第1の実施例と異なる点は、放電灯500の駆動モードとして、「定格電力モード」と、「省電力モード」とを備える点である。本実施例において、「定格電力モード」では、放電灯500の駆動電力を200Wとし、「省電力モード」では、放電灯500の駆動電力を160Wとしている。放電灯500の駆動モードは、プロジェクタ1000が備える操作ボタン(図示しない)を介して、ユーザによって指定される。具体的には、操作ボタンの「省電力モード」ボタンが押されている場合には、「省電力モード」にて、放電灯500が駆動さ

50

れ、「省電力モード」ボタンが押されていない場合には、「定格電力モード」にて、放電灯 500 が駆動される。そして、後述するように、本実施例では、各駆動モードに応じて、デューティ比変調制御のパターンが変更される。また、後述するように、各駆動モードに応じて、デューティ比変調制御の開始時期が変更される。このように放電灯 500 の駆動の仕方が異なるものの、本実施例のプロジェクトの構成は、第 1 の実施例と同様であるため、構成の説明は、省略する。

【0073】

B - 1 . デューティ比変調パターン :

図 17 は、放電灯 500 に供給する交流パルス電流のデューティ比の変調パターンの一例を示す説明図である。横軸は時間、縦軸はデューティ比を示している。図 17 では、第 1 の変調パターンを実線で、第 2 の変調パターンを破線で示す。本実施例において、放電灯 500 の駆動モードとして、定格電力モードが選択された場合には、第 1 の変調パターン、省電力モードが選択された場合には、第 2 の変調パターンにて、デューティ比変調制御が行なわれる。なお、第 1 の変調パターンは、第 1 の実施例における第 1 の変調パターンと同様であるため、説明を省略する。

【0074】

図示するように、第 2 の変調パターンでは、変調周期を T_b とすると、デューティ比は、変調周期 T_b の $1/16$ の時間が経過するごとに、5 % ずつ、段階的に変化する。以下、変調周期 T_b の $1/16$ の時間を、「区分期間」という。区分期間 $D1' \sim D8'$ は、放電灯駆動用の交流パルス電流のデューティ比が同一値に維持される期間である。第 2 の変調パターンにおける 1 区分期間当たりの長さは、第 1 の変調パターンにおける 1 区分期間当たりの長さと同じく 8 秒間としている。

【0075】

第 2 の変調パターンについて、詳しく説明すると、区分期間 $D1'$ ではデューティ比を 50 % とし、その後 5 % 刻みでデューティ比を上げ、区分期間 $D5'$ ではデューティ比を最大の 70 % としている。さらにその後 5 % 刻みでデューティ比を下げ、区分期間 $D13'$ ではデューティ比を最小の 30 % としている。またさらにその後 5 % 刻みでデューティ比を上げ、周期 T_b でデューティ比の増減を繰り返す。

【0076】

すなわち、本実施例においては、放電灯 500 の駆動電力を 200 W とする場合には、放電灯駆動用の交流パルス電流のデューティ比の最大値 $DMX1$ (60 %) 及び最小値 $DMN1$ (40 %) と基準デューティ比 (50 %) との差を、いずれも 10 % としている。また、放電灯 500 の駆動電力を 160 W とする場合には、放電灯駆動用の交流パルス電流のデューティ比の最大値 $DMX2$ (70 %) 及び最小値 $DMN2$ (30 %) と基準デューティ比 (50 %) との差を、いずれも 20 % としている。

【0077】

放電灯内で発光に伴う定常的な対流の形成を抑制するためには、電極温度をできるだけ大きな範囲で変動させることが望ましい。しかし、放電灯の駆動電力が小さい (省電力 160 W) 場合には、各電極 610、710 に供給される電力 (エネルギー) が小さいため、電極温度の変動範囲は小さくなる。本実施例のプロジェクトでは、上記したように、放電灯 500 の駆動電力に関連付けて放電灯駆動用の交流パルス電流のデューティ比変調パターンを変更している。省電力駆動の場合には、定格電力駆動の場合に比べて、デューティ比の最大値及び最小値と基準デューティ比との差を大きくすることにより、省電力駆動の場合でも、電極温度をできるだけ大きな範囲で変動させることを可能としている。これにより、省電力駆動時においても、放電灯 500 内における定常的な対流の形成を抑えて、電極 610、710 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】

B - 2 . デューティ比変調制御の開始時期 :

本実施例のプロジェクトにおいても、第 1 の実施例と同様に、放電灯 500 に供給され

10

20

30

40

50

る供給電力 P_p に基づいて、上記したデューティ比変調制御を開始する。図 18 は、放電灯 500 の始動後の供給電力 P_p と、電極 610、710 間に印加される印加電圧 V_p と、供給電流 I_p の時間変化を示す図である。上記したように、本実施例のプロジェクタは、第 1 の実施例と異なり、放電灯 500 の駆動モードとして、「定格電力モード」と「省電力モード」とを備える。図 18 では、定格電力モードにて放電灯 500 が駆動される場合を実線で、省電力モードにて放電灯 500 が駆動される場合を破線で示す。なお、図 18 において、放電灯 500 の始動後、供給電力 P_p が電力値 P_1 になるまでの期間を「A 期間」、供給電力 P_p が電力値 P_1 になってから時間 T_1 の間を「B 期間」、供給電力 P_p が電力値 P_2 に制御される期間を C 期間、供給電力 P_p が電力値 P_2 になった後を「D 期間」とする。

10

【0079】

本実施例において、定格電力モードが選択されている場合、すなわち、供給電力 P_p が電力値 P_1 に制御される場合には、C 期間の開始とともに、第 1 の変調パターンにてデューティ比変調制御が開始される。一方、省電力モードが選択されている場合、すなわち、供給電力 P_p が電力値 P_2 に制御される場合には、D 期間の開始とともに、第 2 の変調パターンにてデューティ比変調制御が開始される。

【0080】

本実施例において、省電力モードが選択された場合には、図 18 に示すように、一旦、供給電力 P_p を電力値 P_1 まで上げて（A 期間）、供給電流 I_p および印加電圧 V_p が安定した（B 期間）後に、供給電力 P_p を電力値 P_2 になるように制御している。このように制御する理由は、最初から、供給電力 P_p が電力値 P_2 になるように制御すると、放電灯 500 内の温度が目標値になるまでに時間がかかるからである。印加電圧 V_p は、放電灯 500 の温度、放電灯 500 内のガス圧等に依存するため、放電灯 500 の温度上昇が遅いと、放電灯 500 が十分な明るさで点灯するのに、時間がかかる。そこで、一旦、供給電力 P_p を電力値 P_1 になるように制御して、放電灯 500 内の温度を早く上昇させている。

20

【0081】

B - 3 . 実施例の動作：

本実施例のプロジェクタにおけるデューティ比変調制御の開始処理について、図 19 に基づいて説明する。図 19 は、本実施例におけるデューティ比変調制御の開始処理の流れを示すフローチャートである。第 1 の実施例と同様に、放電灯 500 が始動すると、点灯回路制御部 812 は、点灯回路 220 から、供給電力 P_p の検出値を取得する。そして、第 1 の実施例と同様に、点灯回路制御部 812 は、供給電力 $P_p = P_1$ になると（図 19 のステップ S102 において、YES）、供給電力 $P_p = P_1$ になってからの経過時間が、時間 T_1 を経過したか否か判断する（ステップ S104）。

30

【0082】

点灯回路制御部 812 は、供給電力 $P_p = P_1$ になってから時間 T_1 が経過したと判断すると（ステップ S104 において、YES）、放電灯 500 の駆動モードが、「省電力モード」か否か判断する（ステップ S106）。上記したように、ユーザが、操作ボタン（図示しない）を介して「省電力モード」を選択している場合には、メモリに記憶されている省電力モードフラグが ON にされ、「省電力モード」が選択されていない場合には、省電力モードフラグが OFF にされる。点灯回路制御部 812 は、メモリに記憶されている省電力モードフラグに基づいて、「省電力モード」か否かを判断する。

40

【0083】

ステップ S106 において、「省電力モード」でないと判断された場合、すなわち、「定格電力モード」であると判断された場合には、点灯回路制御部 812 は、デューティ比変調制御の変調パターンとして、第 1 の変調パターンを設定して（ステップ S114）、デューティ比変調制御を開始する（ステップ S116）。すなわち、「定格電力モード」で、放電灯 500 を駆動している場合には、供給電力 P_p が電力値 P_1 になってから時間 T_1 が経過すると（C 期間になると）、デューティ比変調制御が開始される。

50

【 0 0 8 4 】

一方、ステップ S 1 0 6 において、「省電力モード」であると判断された場合（ステップ S 1 0 6 において、Y E S）、点灯回路制御部 8 1 2 は、供給電力 P p が電力値 P 2 になるように、点灯回路 2 2 0 を制御する（ステップ S 1 0 8）。そして、点灯回路制御部 8 1 2 は、点灯回路 2 2 0 から入力される供給電力 P p の検出値に基づいて、供給電力 P p = P 2 が否か判断する（ステップ S 1 1 0）。供給電力 P p = 電力値 P 2 でない場合には（ステップ S 1 1 0 において N O）、ステップ S 1 0 8 に戻って、供給電力 P p = P 2 になるように制御する。点灯回路制御部 8 1 2 は、供給電力 P p = 電力値 P 2 と判断すると（ステップ S 1 1 0 において Y E S）、デューティ比変調制御の変調パターンとして、第 2 の変調パターンを設定して（ステップ S 1 1 2）、デューティ比変調制御を開始する（ステップ S 1 1 6）。すなわち、「省電力モード」で、放電灯 5 0 0 を駆動している場合には、供給電力 P p が電力値 P 2 になると（D 期間になると）、デューティ比変調制御が開始される。

10

【 0 0 8 5 】

なお、本実施例において、「省電力モード」で、放電灯 5 0 0 を駆動している場合には、点灯回路制御部 8 1 2 は、点灯回路 2 2 0 から入力される供給電力 P p の検出値に基づいて、デューティ比変調制御を開始するが、C 期間開始後、予め定められた時間が経過した後に、デューティ比変調制御を開始するようにしてもよい。その時間としては、供給電力 P p を電力値 P 1 から電力値 P 2 に下げるのに十分な時間を設定する。

20

【 0 0 8 6 】

B - 4 . 実施例の効果 :

本実施例のプロジェクタ 1 0 0 0 では、放電灯 5 0 0 の駆動電力として、2 0 0 W（定格電力モード）か 1 6 0 W（省電力モード）かを選択可能に構成されている。そして、本実施例のプロジェクタ 1 0 0 0 では、放電灯 5 0 0 の駆動電力に関連付けて放電灯駆動用の交流パルス電流のデューティ比変調パターンを変更している。省電力駆動の場合には、定格電力駆動の場合に比べて、デューティ比の最大値及び最小値と基準デューティ比との差を大きくしている。

【 0 0 8 7 】

そのため、省電力モードで放電灯 5 0 0 を駆動する場合に、仮に、供給電力 P p が電力値 P 2 になる前（例えば、C 期間）に、点灯回路制御部 8 1 2 が、第 2 の変調パターンにてデューティ比変調制御を開始すると、陽極において過剰な溶融が生じるおそれがある。陽極において過剰な溶融が生じると、第 1 の実施例における比較例において示したように、アーク長が短くなって（図 1 6（b））、光の利用効率が低下することにより、プロジェクタ 1 0 0 0 によって投写される画像の明るさが低下したり、アーク起点が移動する（図 1 6（c））ことによって、プロジェクタによって投写される画像にちらつきが生じるおそれがある。

30

【 0 0 8 8 】

これに対して、本実施例のプロジェクタでは、省電力モードで放電灯 5 0 0 を駆動する場合には、点灯回路制御部 8 1 2 は、点灯回路 2 2 0 から入力される供給電力 P p の検出値に基づいて、供給電力 P p が電力値 P 2 になってから、デューティ比変調制御を開始する。すなわち、放電灯 5 0 0 の駆動電力に関連付けて、デューティ比変調制御の開始時期を変更しているため、放電灯 5 0 0 の駆動電力によらず、電極の温度を、光の利用効率が良好な状態を保てるような温度範囲で変化させることが可能となり、上記したような、電極の過剰な溶融を抑制することができる。その結果、放電灯の長寿命化を図ることができる。

40

【 0 0 8 9 】

C . 第 3 の実施例 :

次に、本発明の第 3 の実施例について説明する。本実施例のプロジェクタが第 1 の実施例と異なる点は、点灯回路制御部 8 1 2 が、デューティ比を変調させるように点灯回路 2 2 0 を制御するのではなく、放電灯 5 0 0 に供給される交流パルス電流（以下、供給電

50

流 I_p ともいう)の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値の絶対値との差を変化させるように点灯回路 220 を制御する点である。本実施例において、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値の絶対値との差を変化させるような制御を、電流変調制御という。本実施例において、放電灯 500 に交流パルス電流を供給する場合に、交流パルス電流の 1 周期において、一方の電極が陽極として動作する時間を「陽極期間」、陰極として動作する時間を「陰極期間」という。なお、本実施例のプロジェクタの構成は、第 1 の実施例と同様であるため、構成の説明は、省略する。

【0090】

図 20 は、放電灯 500 に供給される交流パルス電流の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差を変化させる電流変調パターンの一例である。横軸は時間、縦軸は供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差を示している。

10

【0091】

図示するように、電流変調パターンでは、変調周期を T_a とすると、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差は、変調周期 T_a の $1/8$ の時間が経過するごとに、 0.1 A ずつ、段階的に変化する。以下、変調周期 T_a の $1/8$ の時間を、「区分期間」という。区分期間 $D_1 \sim D_8$ は、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差が同一値に維持される期間である。本実施例においては、電流変調パターンの 1 区分期間当たりの長さは、8 秒間としている。

【0092】

電流変調パターンについて詳しく説明すると、区分期間 D_1 では供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差を 0 A とし、その後 0.1 A 刻みで陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差を大きくし、区分期間 D_3 では陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差を最大の $+0.2\text{ A}$ としている。

20

【0093】

さらにその後 0.1 A 刻みで陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差を小さくし、区分期間 D_7 では陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差を最小の -0.2 A としている。またさらにその後 0.1 A 刻みで陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差を大きくし、周期 T_a で供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差の増減を繰り返す。すなわち、本実施例においては、陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差の最大値及び最小値の絶対値を、いずれも 0.2 A としている。

30

【0094】

図 21 は、本実施例における交流パルス電流(供給電流 I_p)の波形の一例を示す説明図である。なお、図 21 では、供給電流 I_p の波形と共に、インバーター 222 の備える交流変換回路(図示しない)に入力される直流電流 I_d を図示している。横軸は時間、縦軸は電流値を示している。時刻 t_1 、 t_2 及び t_3 は、放電灯に供給される交流パルス電流の極性反転タイミングを示す。図 21 において、供給電流 I_p が正の値のときは、電極 610 は陽極として動作し、供給電流 I_p が負の値のときは、電極 610 は陰極として動作する。図 21 において、陽極期間を T_p 、陰極期間を T_n と示す。陽極期間 T_p と陰極期間 T_n とを合わせると、供給電流 I_p の 1 周期となる。ここで、供給電流 I_p のデューティ比は、供給電流 I_p の 1 周期に占める陽極期間 T_p の割合とする。なお、図 21 (a) ~ (e) に示す例では、いずれもデューティ比を 50% としている。

40

【0095】

図 21 (a) は、供給電流 I_p の陽極期間 T_p の電流値と陰極期間 T_n の電流値との絶対値の差が 0 A になる場合の、供給電流 I_p の波形を示している。図 21 (a) に示す例においては、点灯回路制御部 812 は、陽極期間 T_p 及び陰極期間 T_n のそれぞれの期間内において、直流電流 I_d を同一の電流値 ($+A_0$) にする制御を行っている。その結果、供給電流 I_p は、陽極期間 T_p においては電流値 ($+A_0$)、陰極期間 T_n においては電流値 ($-A_0$) となっている。すなわち、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差は 0 A である。

50

【 0 0 9 6 】

図 2 1 (b) に示す例においては、点灯回路制御部 8 1 2 は、陽極期間 T_p では、直流電流 I_d の電流値を $+A_0 + 0.05A$ 、陰極期間 T_n では、直流電流 I_d の電流値を $+A_0 - 0.05A$ とする制御を行っている。その結果、供給電流 I_p は、陽極期間 T_p においては電流値 $(+A_0 + 0.05A)$ 、陰極期間 T_n においては電流値 $(-A_0 + 0.05A)$ となっている。供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差は $+0.1A$ である。

【 0 0 9 7 】

同様に、図 2 1 (c) に示す例では、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差は $+0.2A$ 、図 2 1 (d) に示す例では、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差は $-0.1A$ 、図 2 1 (e) に示す例では、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差は $-0.2A$ となる。なお、本実施例において、供給電流 I_p の陽極期間の電流値から陰極期間の電流値との絶対値を引いた結果を、「供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差」という。

【 0 0 9 8 】

図 2 2 (a)、(b) は、図 2 0 に示す電流変調パターンで供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差を変化させた場合の、供給電流 I_p の波形推移を示した図である。横軸は時間、縦軸は電流値を示す。図 2 2 (a) は、図 2 0 における区分期間 D_1 から区分期間 D_4 までに亘る供給電流 I_p の波形推移を示す。区分期間 D_1 では供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差が $0A$ である電流波形が継続する。区分期間 D_2 になると、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差が $+0.1A$ である電流波形に変化し、区分期間 D_2 の間継続する。区分期間 D_3 になると、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差が $+0.2A$ である電流波形に変化し、区分期間 D_3 の間継続する。区分期間 D_4 になると、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差が $+0.1A$ である電流波形に変化し、区分期間 D_4 の間継続する。

【 0 0 9 9 】

図 2 2 (b) は、図 2 0 における区分期間 D_5 から区分期間 D_8 までに亘る供給電流 I_p の波形推移を示す。区分期間 D_5 では供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差が $0A$ である電流波形が継続する。区分期間 D_6 になると、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差が $-0.1A$ である電流波形に変化し、区分期間 D_6 の間継続する。区分期間 D_7 になると、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差が $-0.2A$ である電流波形に変化し、区分期間 D_7 の間継続する。区分期間 D_8 になると、供給電流 I_p の陽極期間の電流値と陰極期間の電流値との絶対値の差が $-0.1A$ である電流波形に変化し、区分期間 D_8 の間継続する。

【 0 1 0 0 】

このように、デューティー比を一定にして、陽極期間と陰極期間の電流値の差を変化させても、一方の電極における陽極期間に供給される電力量と陰極期間に供給される電力量との比を、容易に変化させることができる。したがって、両電極 6 1 0、7 1 0 における温度分布を時間とともに変動させて、放電灯 5 0 0 内における定常的な対流の形成を抑えることができる。その結果、電極 6 1 0、7 1 0 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。

【 0 1 0 1 】

D . 変形例 :

【 0 1 0 2 】

(1) 図 2 3 は、上記した第 2 の実施例におけるデューティー比変調制御の開始処理の変形例を示すフローチャートである。図示するように、この変形例では、ステップ $S206$ において、省電力モードであると判断された場合も、省電力モードでない(すなわち、定

10

20

30

40

50

格電力モードである)と判断された場合にも、ステップS 2 1 2において、時間T 2が経過するのを待って、デューティー比変調制御を開始する。ここで、ステップS 2 1 2では、供給電流 I_p = 電力値P 1となってから時間T 1が経過した後、さらに時間T 2が経過したか否かを判断している。

【0103】

すなわち、この変形例では、放電灯500の駆動モードとして、定格電力モードが選択されていても、省電力モードが選択されていても、デューティー比変調制御は、放電灯500の駆動開始から、同じ時間だけ経過した後に開始される。例えば、第2の実施例における図18に示すように、時間T 2をC期間の時間と同一に設定すると、放電灯500の駆動モードにかかわらず、D期間になるとデューティー比変調制御が開始される。なお、時間T 2は、C期間の時間と同一でなくてもよく、供給電力 P_p を電力値P 1から電力値P 2に下げるのに十分な時間であればよい。例えば、D期間に入ってから所定の時間が経過した後に、デューティー比変調制御を開始するようにしてもよい。また、このようにしても、電極の過剰な溶融を抑制することができる。

10

【0104】

(2) 上記した実施例に置いて、デューティー比の変調パターンを例示しているが、デューティー比の変調パターンは、上記した実施例に限定されない。印加電圧 V_p および供給電流 I_p が安定した状態において、電極温度を適正な範囲で変動させるように、デューティー比変調パターンを定めればよい。

【0105】

(3) 上記した第1の実施例では、供給電力 P_p が電力値P 1になってから時間T 1が経過するまでは、点灯回路制御部812はデューティー比変調制御を行わず、一定のデューティー比(50%)に制御している。しかしながら、供給電力 P_p が電力値P 1になってから時間T 1が経過する前に、第1の変調パターンよりもデューティー比の最大値が小さくなるような変化パターンにて、デューティー比変調制御を行なうようにしてもよい。第1の実施例における第1の変調パターンでは、基準デューティー比を50%として、最大60%、最小40%としているが、例えば、最大55%、最小45%とする。このように、印加電圧 V_p および供給電流 I_p が安定した状態において、電極温度を適正な範囲で変動させるためのデューティー比変調パターン(例えば、第1の変調パターン)よりも、デューティー比の最大値が小さくなるような変化パターンにて、印加電圧 V_p および供給電流 I_p が安定する前に、デューティー比変調制御を開始しても、印加電圧 V_p および供給電流 I_p が安定する前に、第1の変調パターンにてデューティー比変調制御を開始する場合と比べると、電極の過剰な溶融を抑制することができる。

20

30

【0106】

(4) 上記した実施例では、プロジェクタ1000(図1)における光変調手段として、液晶ライトバルブ330R, 330G, 330Bを用いているが、光変調手段としては、DMD(デジタルマイクロミラーデバイス: Texas Instruments社の商標)など、他の任意の変調手段を用いることも可能である。また、本発明は、放電灯を光源とする装置であれば、液晶表示装置をはじめとする種々の画像表示装置や、露光装置や照明装置等に適用することもできる。

40

【0107】

(5) 上記した第1の実施例では、供給電力 P_p が上昇して供給電力 $P_p = P_1$ になった後、時間T 1を経過したらデューティー比変調制御を開始している。しかしながら、デューティー比変調制御の開始は、時間で定められるものに限定されず、供給電流 I_p や印加電圧 V_p 等に基づいて定められてもよい。例えば、供給電流 I_p に基づいて、デューティー比変調制御が開始される例について、図24、25に基づいて説明する。図24は、変形例のデューティー比変調制御の開始処理の流れを示すフローチャートである。図25は、変形例におけるデューティー比変調制御の開始時期を、放電灯の始動後の供給電力と印加電圧と供給電流の時間変化とともに示す図である。

【0108】

50

変形例の放電灯駆動装置において、第１の実施例と同様に、放電灯５００が始動すると、図２４に示すように、点灯回路制御部８１２は、供給電力 $P_p = P_1$ か否か判定する（ステップＵ２０２）。供給電力 $P_p = P_1$ になると（ステップＵ２０２において、ＹＥＳ）、点灯回路制御部８１２は、点灯回路２２０から供給電流 I_p の検出値を取得して、 $I_p = I_1$ か否か判定する（ステップＵ２０４）。点灯回路制御部８１２は、 $I_p = I_1$ でないと判断した場合は（ステップＵ２０４において、ＮＯ）、ステップＵ２０４に戻る。すなわち、点灯回路制御部８１２は、 $I_p = I_1$ になるまでは、ステップＵ２０４を繰り返す。点灯回路制御部８１２は、 $I_p = I_1$ になったと判断すると（ステップＵ２０４において、ＹＥＳ）、上記した第１の変調パターンにて、デューティー比変調制御を開始する（ステップＵ２０６）。

10

【０１０９】

変形例の放電灯駆動装置によれば、図２５に示すように、供給電流 I_p が電流値 I_1 になったら、デューティー比変調制御を行なっている（Ｃ期間）。このようにしても、電極の過剰な溶融が生じるのを抑制することができ、放電灯の長寿命化を図ることができる。なお、本変形例におけるＢ期間が請求項における「待機期間」に相当する。

【０１１０】

以上、本発明の種々の実施例について説明したが、本発明はこれら実施例に限定されず、その趣旨を逸脱しない範囲で種々の構成を採ることができることはいうまでもない。例えば、ハードウェアによって実現した機能は、ＣＰＵが所定のプログラムを実行することでソフトウェア的に実現することとしてもよい。

20

【符号の説明】

【０１１１】

- １００ ... 光源装置
- １１０ ... 光源ユニット
- １１２ ... 主反射鏡
- １１４ ... 平行化レンズ
- １１６ ... 無機接着剤
- ２００ ... 放電灯駆動装置
- ２１０ ... 駆動制御部
- ２２０ ... 点灯回路
- ２２２ ... インバーター
- ３１０ ... 照明光学系
- ３２０ ... 色分離光学系
- ３３０Ｒ ... 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 ... 放電灯
- ５１０ ... 放電灯本体
- ５１２ ... 放電空間
- ５２０ ... 副反射鏡
- ５２２ ... 無機接着剤
- ６１０ ... 電極
- ６１２ ... 芯棒
- ６１４ ... コイル部
- ６１６ ... 本体部
- ６１８ ... 突起
- ６２０ ... 接続部材
- ６３０ ... 電極端子
- ７１０ ... 電極
- ８１０ ... ＣＰＵ

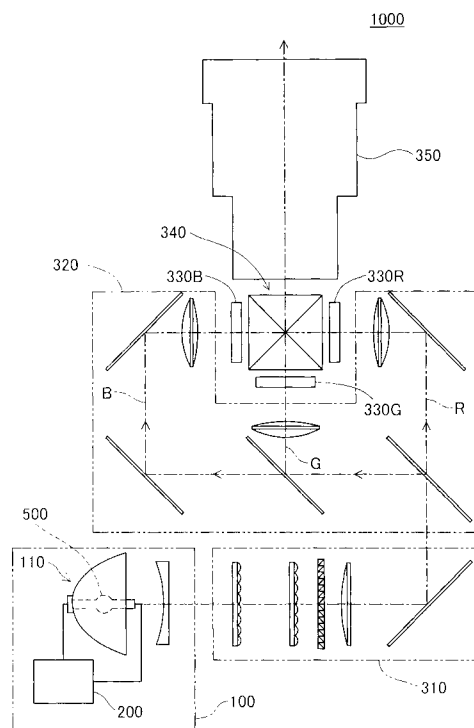
30

40

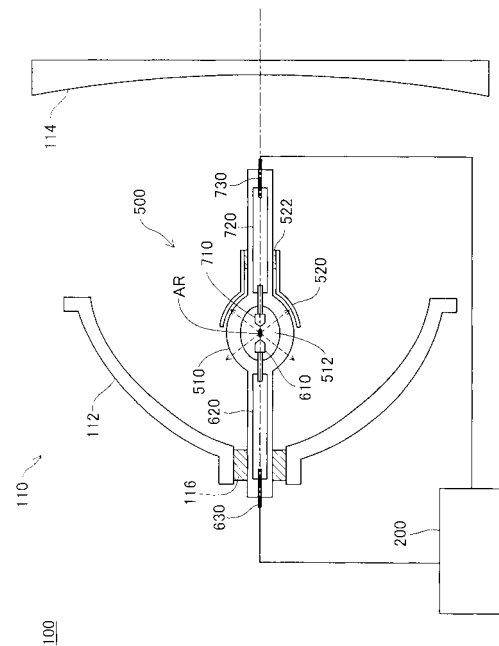
50

8 1 2 ...点灯回路制御部
 8 4 0 ...タイマー
 8 5 0 ...出力ポート
 8 6 0 ...入力ポート
 1 0 0 0 ...プロジェクタ

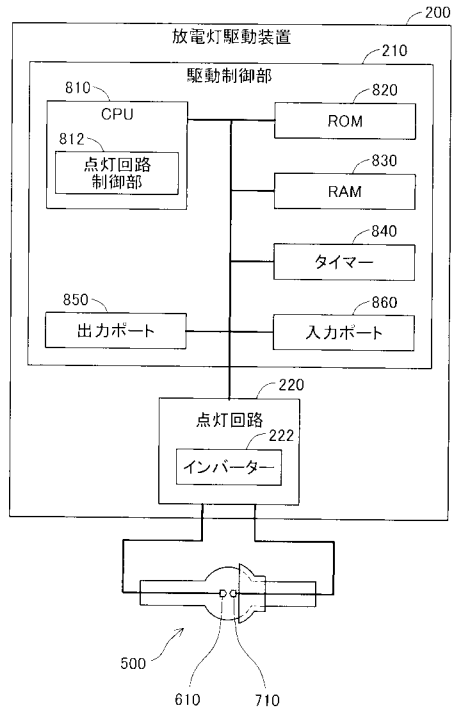
【図 1】



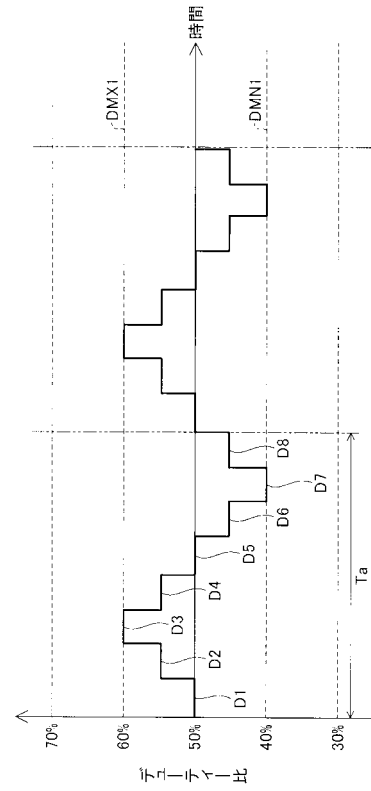
【図 2】



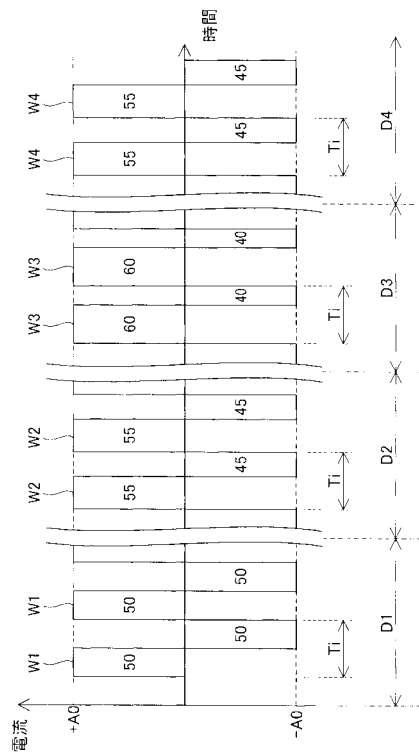
【図 3】



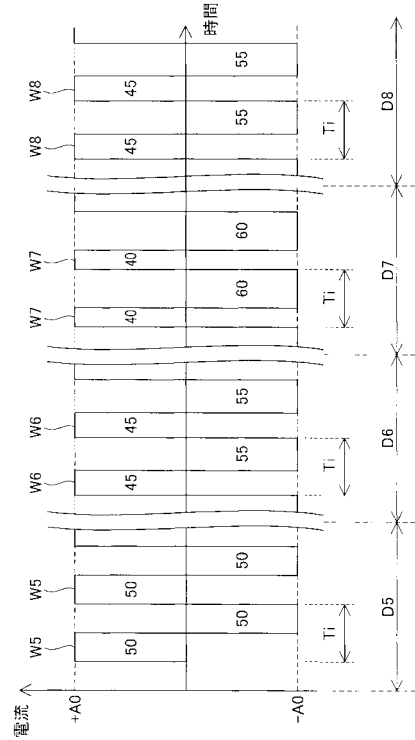
【図 4】



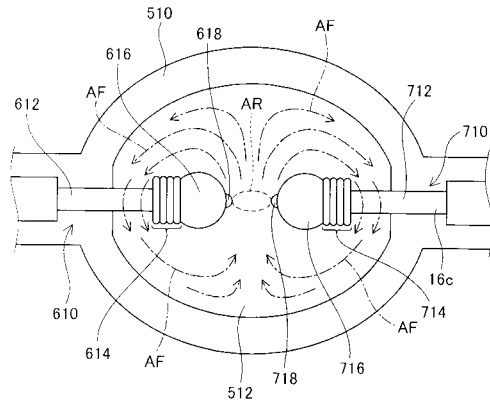
【図 5】



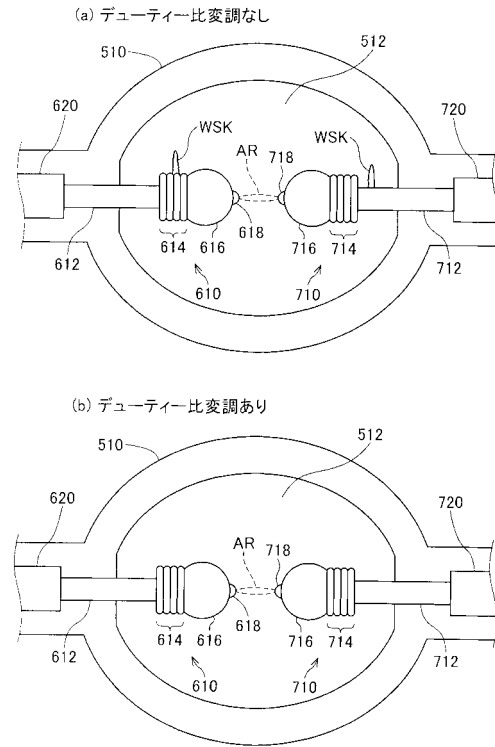
【図 6】



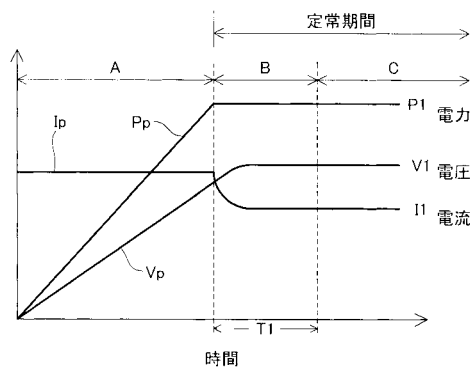
【図 7】



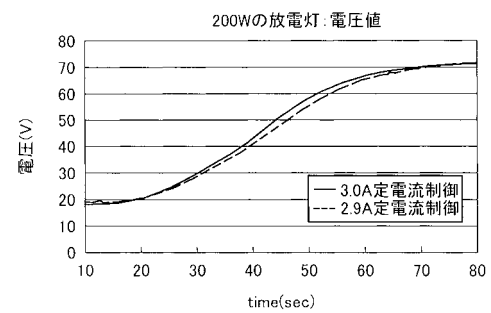
【図 8】



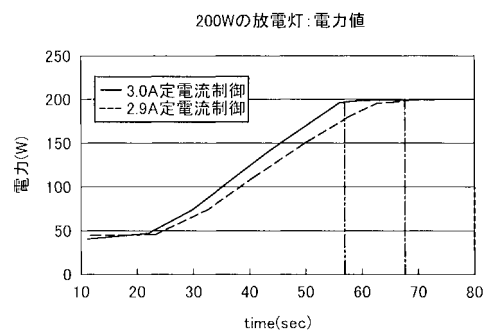
【図 9】



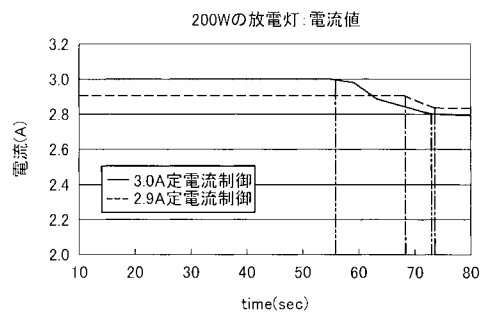
【図 11】



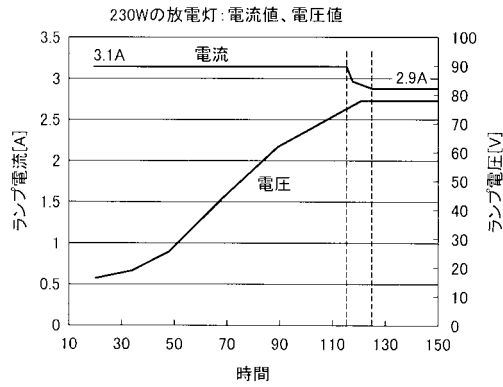
【図 12】



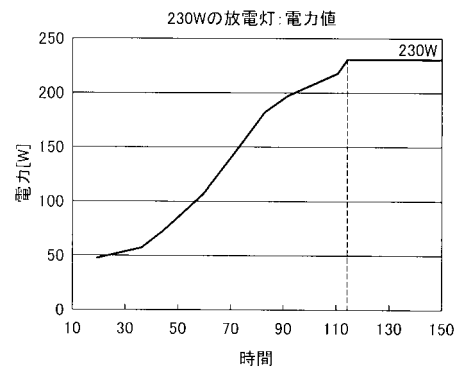
【図 10】



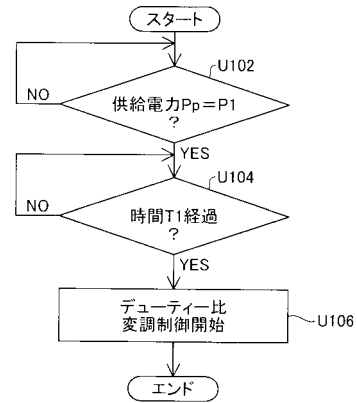
【図 13】



【図 14】

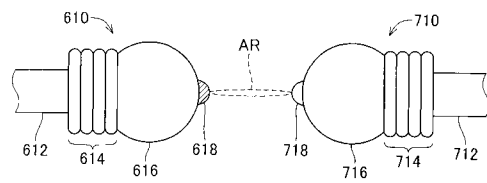


【図 15】

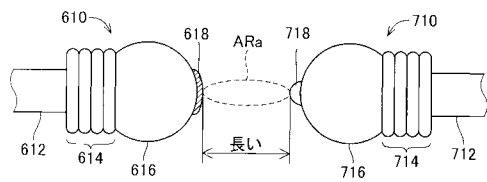


【図 16】

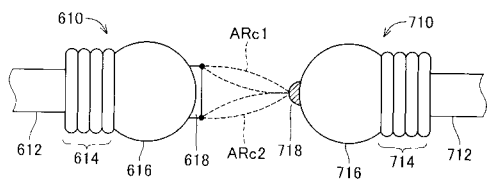
(a) 使用開始初期



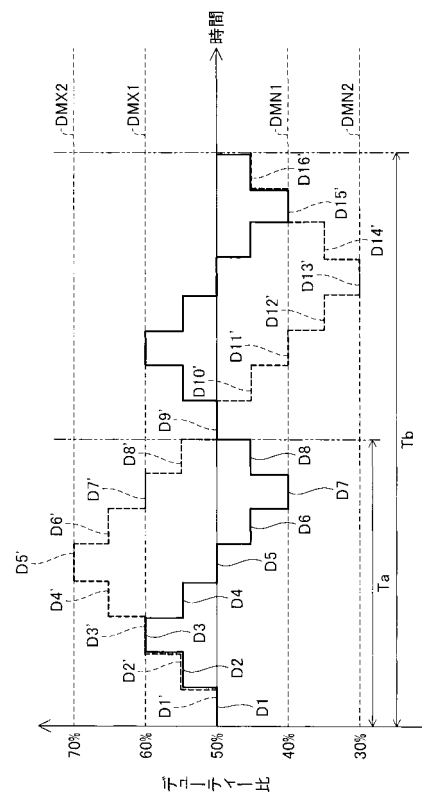
(b) デューティー比変化制御開始後(電極610が陽極のとき)



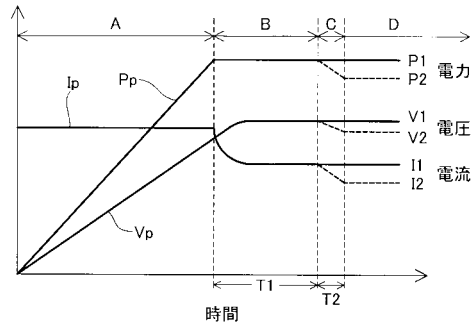
(c) デューティー比変化制御開始後(電極610が陰極のとき)



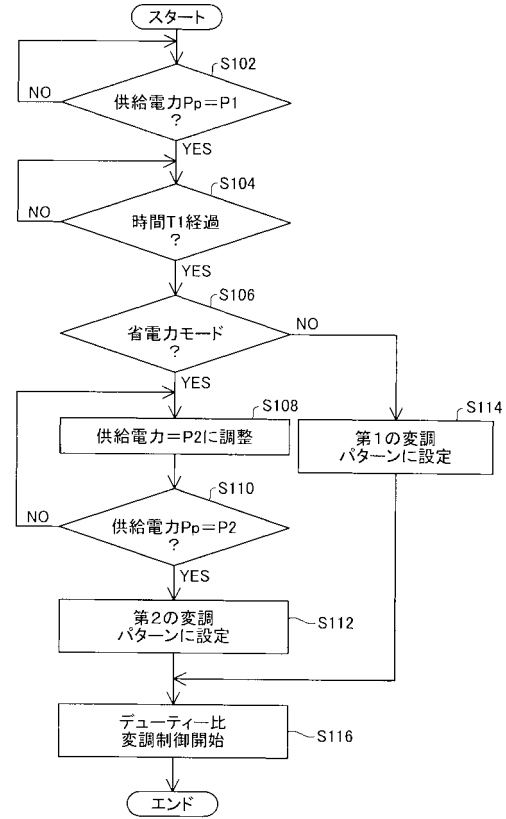
【図 17】



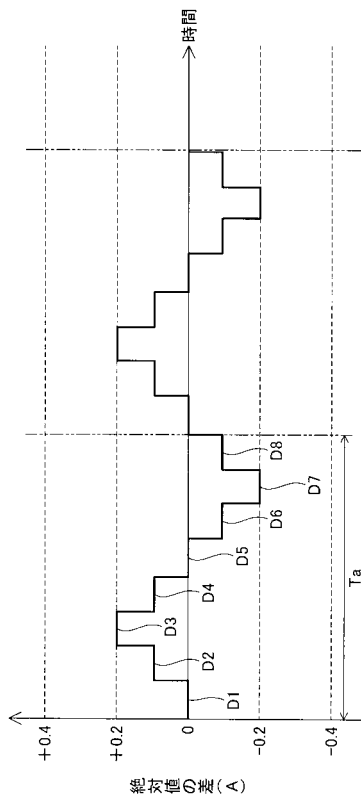
【図 18】



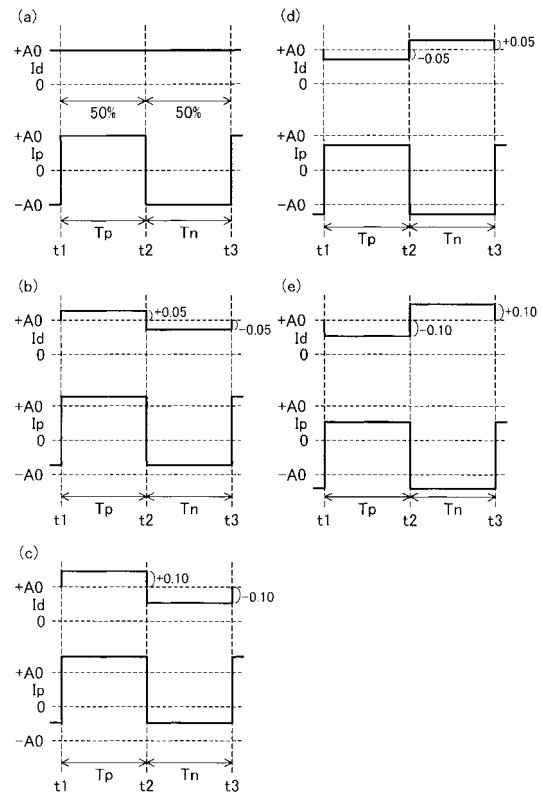
【図 19】



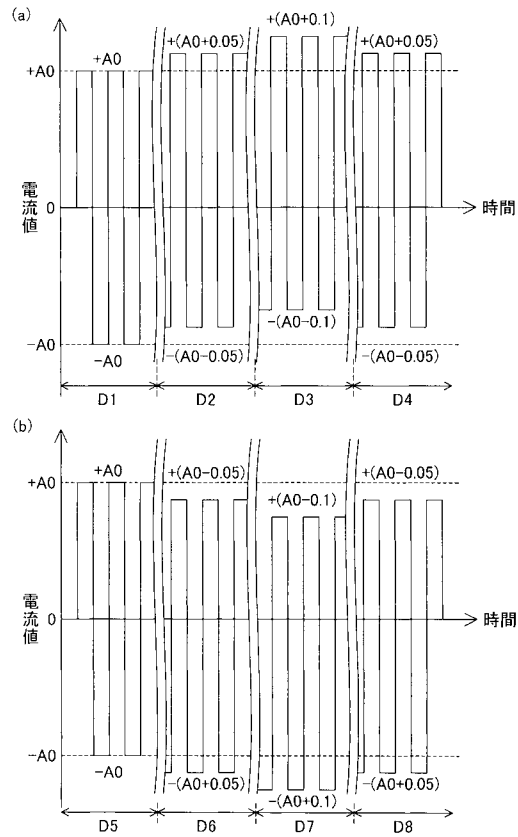
【図 20】



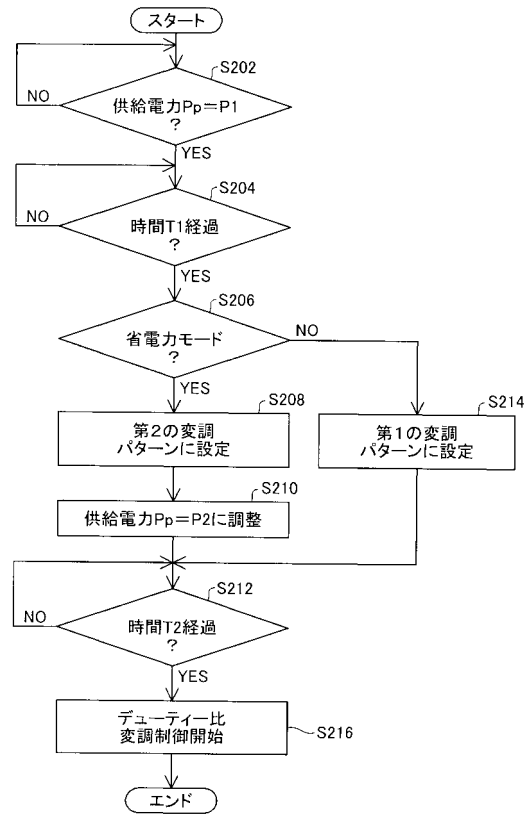
【図 21】



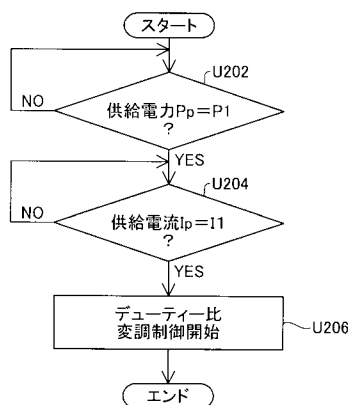
【図 2 2】



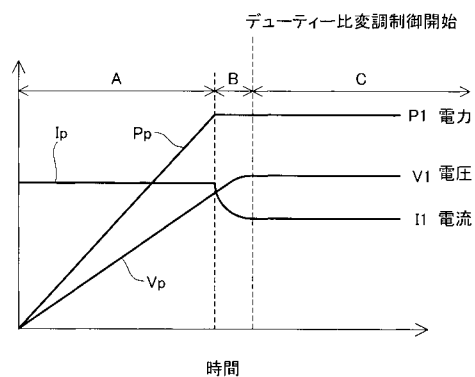
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-342465(JP,A)
特開2005-100787(JP,A)
特開2008-103238(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H05B 41/24