

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 7 月 28 日(28.07.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/116997 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 41/288 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/006501
- (22) 国際出願日: 2015 年 12 月 31 日(31.12.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-011133 2015 年 1 月 23 日(23.01.2015) JP
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 中村 雅規(NAKAMURA, Masaki); 〒6710224 兵庫県姫路市別所町佐土 1 1 9 4 番地 ウシオ電機株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 小西 恵, 外(KONISHI, Kay et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 2-7-1 6 エグゼクティブタワー虎の門 4 0 3 Tokyo (JP).

- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: DISCHARGE LAMP LIGHTING DEVICE AND DISCHARGE LAMP LIGHTING METHOD

(54) 発明の名称: 放電ランプ点灯装置及び放電ランプ点灯方法

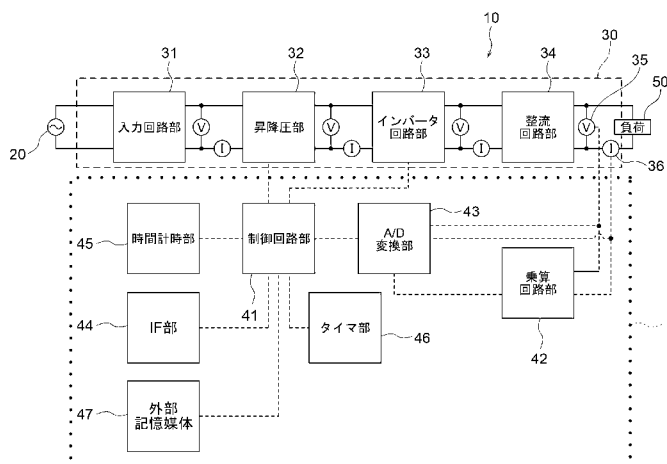


FIG. 1:
31 Input circuit unit
32 Step-up/step-down unit
33 Inverter circuit unit
34 Rectification circuit unit
41 Control circuit unit
42 Multiplication circuit unit
43 A/D conversion unit
44 IF unit
45 Time counting unit
46 Timer unit
47 External storage medium
50 Load

(57) Abstract: Disclosed are a discharge lamp lighting device and discharge lamp lighting method, whereby, even when arc discharge has become unstable, lamp lighting failures are prevented and a regular lit state can be rapidly restored. The discharge lamp lighting device comprises: a lighting circuit that supplies electrical energy to a discharge lamp; a deformation phenomenon detection unit that detects arc deformation phenomenon that can occur in the discharge lamp; and a control unit that switches between constant power control and constant current control and controls the lighting circuit. During regular lighting, the control unit performs constant power control of the lighting circuit when an arc deformation phenomenon is not detected and performs constant current control of the lighting circuit when an arc deformation phenomenon is detected. In addition, the control unit comprises a responsiveness modification unit that makes control responsiveness during control switching between constant power control and constant current control higher than control responsiveness before or after control switching.

(57) 要約:

[続葉有]



アーク放電が不安定になった場合であっても、ランプの不点灯を防止し、迅速に定常点灯状態へ復帰させることができる放電ランプ点灯装置及び放電ランプ点灯方法が開示される。放電ランプ点灯装置は、放電ランプに電気エネルギーを供給する点灯回路と、放電ランプに生じ得るアークの変形現象を検出する変形現象検出部と、定電力制御と定電流制御とを切り替えて点灯回路を制御する制御部と、を備える。制御部は、定常点灯時、アークの変形現象が非検出であるときは点灯回路を定電力制御し、アークの変形現象を検出したとき、点灯回路を定電流制御する。また、制御部は、定電力制御と定電流制御との制御切替時の制御応答性を、制御切替前後の制御応答性と比べて高くする応答性変更部を備える。

明 細 書

発明の名称：放電ランプ点灯装置及び放電ランプ点灯方法

技術分野

[0001] 本発明は、放電ランプを点灯するための放電ランプ点灯装置及び放電ランプ点灯方法に関する。

背景技術

[0002] 映画館において映写機用光源として用いられる放電ランプ点灯装置として、例えば、ショートアーク型キセノン放電ランプを光源として備えた放電ランプ点灯装置がある。この放電ランプ点灯装置では、放電ランプを点灯させる際、先ず点灯用イグナイタを始動して放電ランプの電極間に絶縁破壊を発生させ、突入電流を流す。その後、アーク放電を安定して維持するように定電流制御し、放電が安定したら定電力制御に移行する。このように、定常状態においては、放電ランプは定電力制御により安定点灯される。

ところで、放電ランプのアーク放電は、映像を暗く調光するためにランプ電力を低下させたり、ランプ内の封入ガスの対流の影響を受けたりすることで不安定になり得る。このような所謂「横跳びアーク」が発生すると、場合によっては放電ランプの立ち消え（消灯）が発生してしまう。これをランプの不点灯という。

[0003] 上記のようなランプの不点灯を抑制するためのランプ点灯装置としては、例えば特許文献1（特開2012-160387号公報）に記載の技術がある。この技術は、定電力制御中にアーク放電が不安定になったとき、ランプ電圧が上昇しランプ電流が減少するといった現象が生じることを利用し、ランプ電圧が所定の上限値を超えたとき、横跳びアークが発生していると判断して定電力制御から定電流制御に切り替えるものである。これにより、電流の低下を抑えて不点灯を防止する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-160387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、放電ランプ点灯装置においては、上述したような横跳びアークが発生したとき、迅速にこれを解消し、定常点灯状態（安定点灯）に復帰させる必要がある。しかしながら、上記特許文献1（特開2012-160387号公報）に記載の技術にあっては、ランプの点灯状況によらずに、予め定められた不点灯防止制御を実施しているだけである。そのため、ランプの点灯状況によっては横跳びアークの発生を精度良く検知することができなかったり、制御切替時に系が不安定となったりするおそれがある。

このように、上記特許文献1（特開2012-160387号公報）に記載の技術では、不点灯防止制御の最適化について考慮されていないため、横跳びアークが発生してから定常点灯状態へ復帰するまでに時間がかかるおそれがある。

そこで、本発明は、アーク放電が不安定になった場合であっても、ランプの不点灯を防止し、迅速に定常点灯状態へ復帰させることができる放電ランプ点灯装置及び放電ランプ点灯方法を提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明に係る放電ランプ点灯装置の一態様は、放電ランプに電気エネルギーを供給する点灯回路と、前記放電ランプに生じ得るアークの変形現象を検出する変形現象検出部と、前記放電ランプの電力を所定の電力指令値とする定電力制御と、前記放電ランプの電流を所定の電流指令値とする定電流制御とを切り替えて、前記点灯回路を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、定常点灯時、前記変形現象検出部で前記アークの変形現象が非検出であるとき、前記点灯回路を定電力制御し、前記変形現象検出部で前記アークの変形現象を検出したとき、前記点灯回路を定電流制御するように構成され、前記定電力制御と前記定電流制御との制御切替時の制御応答性を、制御切替前後の制御応答性と比べて高くする応答性変更部

を備える。

このように、アークの変形現象を検出した場合には、点灯回路の制御を定電力制御から定電流制御へ切り替える。したがって、アークの変形によりランプ電圧が上昇した場合であってもランプ電流の低下を抑制することができ、アークを維持し、放電ランプの不点灯を防止することができる。また、この不点灯防止制御において、制御切替時の制御応答性を、制御切替前後の制御応答性と比べて高くするので、制御切替時における系変動の安定化を図ることができる。そのため、迅速に定常点灯状態へ復帰させることができる。

[0007] また、上記の放電ランプ点灯装置において、前記制御部は、P I D制御により前記定電力制御および前記定電流制御を実行し、前記応答性変更部は、前記P I D制御の制御パラメータであるP I D値の少なくとも1つを変更することで、前記制御応答性を変更してもよい。このように、P I D値を変更するので、比較的簡易に所望の制御応答性を実現することができる。

さらに、上記の放電ランプ点灯装置において、前記放電ランプの電圧を検出する電圧検出部と、前記放電ランプの状態を判定する判定部と、をさらに備え、前記変形現象検出部は、前記電圧検出部で検出した放電ランプの電圧が、前記判定部で判定した放電ランプの状態に基づいて設定される閾値電圧を超えたとき、前記アークの変形現象が生じていると判断してもよい。

このように、アークの変形現象の検出に用いる閾値電圧を、放電ランプの点灯状況に応じて変更するので、アーク放電が不安定となっていることを高精度で検出可能である。したがって、適切なタイミングで不点灯防止制御を作動させることができ、迅速に定常点灯状態へ復帰させることが可能となる。

[0008] また、本発明に係る放電ランプ点灯装置の一態様は、放電ランプに電気エネルギーを供給する点灯回路と、前記放電ランプの電圧を検出する電圧検出部と、前記放電ランプの状態を判定する判定部と、前記電圧検出部で検出した前記放電ランプの電圧が、前記判定部で判定した放電ランプの状態に基づいて設定される閾値電圧を超えたとき、前記放電ランプにアークの変形現象

が生じていると判断する変形現象検出部と、前記放電ランプの電力を所定の電力指令値とする定電力制御と、前記放電ランプの電流を所定の電流指令値とする定電流制御とを切り替えて、前記点灯回路を制御する制御部と、を備え、前記制御部は、定常点灯時、前記変形現象検出部で前記アークの変形現象が非検出であるとき、前記点灯回路を定電力制御し、前記変形現象検出部で前記アークの変形現象を検出したとき、前記点灯回路を定電流制御するように構成されている。

[0009] このように、アークの変形現象を検出した場合には、点灯回路の制御を定電力制御から定電流制御へ切り替える。したがって、アークの変形によりランプ電圧が上昇した場合であってもランプ電流の低下を抑制することができ、アークを維持し、放電ランプの不点灯を防止することができる。また、アークの変形現象の検出に際し、閾値電圧を放電ランプの点灯状況に応じて変更するので、高精度な検出が可能である。したがって、適切なタイミングで不点灯防止制御を作動させることができ、迅速に定常点灯状態へ復帰させることが可能となる。

[0010] また、上記の放電ランプ点灯装置において、前記判定部は、前記放電ランプの状態として、前記電力指令値、前記放電ランプの温度、及び前記放電ランプの磨耗度合いの少なくとも1つを判定してもよい。

このように、ランプ点灯時の電圧が、定電力制御時の設定電力である電力指令値や放電ランプの温度、放電ランプの磨耗度合いといった点灯状況に応じて変動することを考慮して、閾値電圧を設定する。したがって、適切にアークの変形現象を検出することができる。

[0011] さらに、上記の放電ランプ点灯装置において、前記閾値電圧は、前記電力指令値が大きいほど大きく設定してもよい。このように、ランプ点灯時の電圧が、電力指令値が大きいほど大きくなることを考慮して、閾値電圧を設定する。したがって、精度良くアークの変形現象を検出することができる。

また、上記の放電ランプ点灯装置において、前記閾値電圧は、前記放電ランプの温度が高いほど大きく設定してもよい。このように、ランプ点灯時の

電圧が、放電ランプの温度が高いほど大きくなることを考慮して、閾値電圧を設定する。したがって、精度良くアークの変形現象を検出することができる。

さらにまた、上記の放電ランプ点灯装置において、前記閾値電圧は、前記放電ランプの磨耗度合いが高いほど大きく設定してもよい。このように、ランプ点灯時の電圧が、放電ランプの磨耗度合いが高いほど大きくなることを考慮して、閾値電圧を設定する。したがって、精度良くアークの変形現象を検出することができる。

[0012] また、本発明に係る放電ランプ点灯方法の一態様は、放電ランプに電気エネルギーを供給し、当該放電ランプを点灯する放電ランプ点灯方法であって、定常点灯時、前記放電ランプに生じ得るアークの変形現象が非検出であるとき、前記点灯回路を、前記放電ランプの電力を所定の電力指令値とする定電力制御により制御し、前記アークの変形現象を検出したとき、前記点灯回路を、前記放電ランプの電流を所定の電流指令値とする定電流制御により制御するに際し、前記定電力制御と前記定電流制御との制御切替時の制御応答性を、制御切替前後の制御応答性と比べて高くする。

このように、アークの変形現象を検出した場合には、点灯回路の制御を定電力制御から定電流制御へ切り替える。したがって、アークの変形によりランプ電圧が上昇した場合であってもランプ電流の低下を抑制することができる。また、アークを維持し、放電ランプの不点灯を防止することができる。また、この不点灯防止制御において、制御切替時の制御応答性を、制御切替前後の制御応答性と比べて高くするので、制御切替時における系変動の安定化を図ることができる。そのため、迅速に定常点灯状態へ復帰させることができる。

[0013] さらに、本発明に係る放電ランプ点灯方法の一態様は、放電ランプに電気エネルギーを供給し、当該放電ランプを点灯する放電ランプ点灯方法であって、前記放電ランプの電圧を検出するステップと、前記放電ランプの状態を判定するステップと、検出した放電ランプの電圧が、判定した放電ランプの状態に基づいて設定される閾値電圧を超えたとき、前記放電ランプにアーク

の変形現象が生じていると判断するステップと、を含み、定常点灯時、前記放電ランプに生じ得るアークの変形現象が非検出であるとき、前記点灯回路を、前記放電ランプの電力を所定の電力指令値とする定電力制御により制御し、前記アークの変形現象を検出したとき、前記点灯回路を、前記放電ランプの電流を所定の電流指令値とする定電流制御により制御する。

[0014] このように、アークの変形現象を検出した場合には、点灯回路の制御を定電力制御から定電流制御へ切り替える。したがって、アークの変形によりランプ電圧が上昇した場合であってもランプ電流の低下を抑制することができ、アークを維持し、放電ランプの不点灯を防止することができる。また、アークの変形現象の検出に際し、閾値電圧を放電ランプの点灯状況に応じて変更するので、高精度な検出が可能である。したがって、適切なタイミングで不点灯防止制御を作動させることができ、迅速に定常点灯状態へ復帰させることが可能となる。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、アーク放電が不安定になった場合であっても、ランプの不点灯を防止し、迅速に定常点灯状態へ復帰させることができる。

上記した本発明の目的、態様及び効果並びに上記されなかった本発明の目的、態様及び効果は、当業者であれば添付図面及び請求の範囲の記載を参照することにより下記の発明を実施するための形態（発明の詳細な説明）から理解できるであろう。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本実施形態における放電ランプ点灯装置の構成例を示す図である。

[図2]図2は、インバータ回路部を構成するブリッジ回路の一例である。

[図3]図3は、放電ランプの一例を示す構成図である。

[図4]図4は、電力指令値と安定点灯時のランプ電圧との関係を示す図である。

[図5]図5は、点灯時におけるランプ電圧とランプ電流の変化を示す図である。

。

[図6]図 6 は、放電ランプの総点灯時間とランプ電圧との関係を示す図である

。

[図7]図 7 は、閾値電圧の設定方法について説明する図である。

[図8]図 8 は、カスケード制御例である。

[図9]図 9 は、位相変調制御時における SW 素子の動作タイミングを示す図である。

[図10]図 10 は、遅れ系の制御応答特性を示す図である。

[図11]図 11 は、一般的な制御応答特性を示す図である。

[図12]図 12 は、ランプの工程遷移図である。

[図13]図 13 は、ランプの点灯状況の変化を説明するための図である。

[図14]図 14 は、PID 値のメモリーマップ例である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本実施形態における放電ランプ点灯装置の構成例を示す図である

。

この図 1 に示すように、放電ランプ点灯装置 10 は、商用交流電源 20 に接続される点灯回路 30 と、点灯回路 30 を制御する制御部 40 とを備え、負荷としての放電ランプ 50 に電力を供給することで当該放電ランプ 50 を点灯する。この放電ランプ点灯装置 10 は、例えば、映画館においてデジタル映写機用の光源として用いることができる。

点灯回路 30 は、入力回路部 31 と、昇降圧回路部 32 と、インバータ回路部 33 と、整流回路部 34 とを備える。

入力回路部 31 は、遮断器、EMI (Electromagnetic Interference) フィルター (ノイズフィルター)、突入防止回路等により構成され、商用交流電源 20 に接続される。

昇降圧回路部 32 は、整流器、コンデンサ、チョッパ用コイル、スイッチ

ング素子、スイッチング素子ドライブ回路、入力電圧検出回路、出力電圧検出回路などから構成される。この昇降圧回路部 32 は、整流器によって交流電源 20 の交流電圧を直流電圧に変換した後、インダクタンスを使用した、所謂チョッパ回路にて、電圧の昇圧及び降圧を行う。

[0018] インバータ回路部 33 は、スイッチング素子からなるブリッジ回路、スイッチングドライバー回路、共振コンデンサ、絶縁トランス等により構成され、直流電源を高周波交流電源に変換する。上記ブリッジ回路は、例えば図 2 に示すように、スイッチング素子 Q1～Q4 からなるフルブリッジ回路である。

整流回路部 34 は、整流ダイオード、リップル抑制用コイル、スナバー回路等により構成され、インバータ回路部 33 で変換された高周波交流電源を直流電圧に変換する。

制御部 40 は、点灯回路 30 を定電力制御または定電流制御するものであり、制御回路部 41 と、乗算回路部 42 と、A/D 変換部 43 と、I/F 部 44 と、時間計時部 45 と、タイマ部 46 とを備える。

制御回路部 41 は、主に CPU、DSP より構成されたデジタル制御素子、その他周辺素子により構成され、昇降圧回路部 32 やインバータ回路部 33 のスイッチングドライバー回路を制御する。当該制御には、例えば、位相シフト型同期整流方式を採用する。

[0019] 乗算回路部 42 は、電圧検出センサ 35 で検出したランプ電圧 V と、電流検出センサ 36 で検出したランプ電流 I とを乗算してランプ電力 W を算出する ($W = V * I$)。

A/D 変換部 43 は、ランプ電圧 V、ランプ電流 I、及びランプ電力 W を入力し、これらの入力アナログ信号を、例えば 12 ビットデジタル信号に変換する。

I/F 部 44 は、外部機器と通信可能な回路であり、当該外部機器との間で情報の入出力を行う。例えば、I/F 部 44 は、放電ランプ 50 の点灯を開始するためのランプ点灯信号（起動信号）や、放電ランプ 50 を消灯するため

のランプ消灯信号等を、外部機器から入力する。このＩＦ部４４は、デジタルＩ／Ｏ、通信回路等により構成される。

時間計時部４５は、制御回路部４１で実施する位相変調制御で用いるパルス信号のＯＮ時間及びＯＦＦ時間を制御するための基準信号を生成し、これを制御回路部４１へ出力する。

[0020] タイマ部４６は、放電ランプ５０の総点灯時間や、放電ランプ５０が消灯してからの時間、放電ランプ５０が点灯してからの時間などを計測し、これらの計測時間を記憶すると共に制御回路部４１へ出力する。

外部記憶媒体４７は、制御回路部４１による制御で用いる各種データを記憶するものであり、例えばＥＥＰＲＯＭ（Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory）により構成する。

放電ランプ５０は、例えば、ショートアーク型キセノン放電ランプである。

この放電ランプ５０は、図３に示すように、石英ガラス等により構成される楕円球形状の発光管５１を備える。発光管５１の両端には、管軸に沿って外方に伸びる円筒状の電極支持部５２ａ及び５２ｂが連設されている。また、電極支持部５２ａ及び５２ｂの各々の外端には、当該電極支持部５２ａ及び５２ｂよりも大きい外径を有する封止管５３ａ及び５３ｂが連設されている。

[0021] 発光管５１の内部には放電空間が形成されており、キセノン（Xe）ガスを含む発光ガスが封入されている。また、発光管５１内には、互いに対向する一对の電極（陽極５４ａと陰極５４ｂ）が配置されている。これら電極５４ａ及び５４ｂは、高融点金属、例えばタングステンにより構成されている。

陽極５４ａから管軸にそって外方に伸びる電極棒５５ａは、封止管５３ａの端部から外部に導出されている。この電極棒５５ａは、封止管５３ａの端部において、段継ぎガラスなどの手段により封着（ロッドシール）されている。同様に、陰極５４ｂから管軸に沿って外方に伸びる電極棒５５ｂは、封

止管 53b の端部から外部に導出されている。この電極棒 55b は、封止管 53b の端部において、段継ぎガラスなどの手段により封着（ロッドシール）されている。

[0022] さらに、電極棒 55a, 55b における電極支持部 52a, 52b に位置する部分の周面には、それぞれ円筒状のガラス部材 56a, 56b が設けられている。電極棒 55a, 55b は、このガラス部材 56a, 56b を介して電極支持部 52a, 52b に支持されている。

放電ランプ 50 を点灯させる場合には、先ず、放電ランプ点灯装置 10 は、放電ランプ 50 に開放電圧と呼ばれる定格電圧（例えば 40V 程度）よりも高い電圧（例えば 100V 程度）を印加した状態で、外部イグナイタよりランプ端子間に高電圧を印加する。これにより、放電ランプ点灯装置 10 は、放電空間内に絶縁破壊を発生させて放電路を形成する。絶縁破壊が発生すると、放電ランプ点灯装置 10 は、放電ランプ 50 に対して突入電流を流し、グロー放電を経てアーク放電に移行させる。その後は、放電ランプ点灯装置 10 は、アーク放電を安定して維持するように制御（定電流制御）する。これにより、定常点灯が達成される。アーク放電が安定した後は、放電ランプ点灯装置 10 は、ランプ電力が一定となるように制御（定電力制御）する。

[0023] 本実施形態では、制御部 40 は、放電ランプ 50 の定常点灯制御を行うと共に、放電ランプ 50 の不点灯を防止するための不点灯防止制御を行う。放電ランプ 50 の不点灯は、定電力制御中にアーク放電が不安定となって、アークの変形現象が発生（横跳びアークが発生）することで生じ得る。

通常、放電ランプ 50 は定電力制御により定格電力にて点灯されている。このとき、放電電流に伴って生じる自己磁場と電流とにより、陽極 54a と陰極 54b との間にアークが維持される。しかしながら、映像の明るさを調整するために、電力を低下させる調光を行うと、電圧と電流とが同時に低下し、自己磁場も低下する。すると、電極間に形成されるアークを維持する力が弱まり、アークが不安定となって横跳びアークが発生し得る。

[0024] また、放電ランプ50は、実用上、映写機の内部において水平姿勢で点灯されることが多い。そのため、放電ランプ50の点灯中に生ずる熱によって、発光管51内において発行ガスであるキセノンガスが対流する。このとき、対流するキセノンガスによって、アークに対して上方向の応力が作用し、アークが上方に湾曲したりアークの起点が上方に変位したりする変形現象（横跳びアーク）が発生し得る。

さらに、放電ランプ50を水平姿勢だけでなく、垂直姿勢へ変化させながら点灯させる用途もあり、このような場合には、放電ランプ50の姿勢の変化に伴ってアークが不安定となり得る。

[0025] 不点灯防止制御とは、定電力制御時に横跳びアークを検知したとき、定電力制御から定電流制御へ切り替える制御である。なお、定電流制御におけるランプ電流設定値は、安定点灯時のランプ電流値とする。

放電ランプ50の電極間で横跳びアークが発生すると、負荷抵抗（インピーダンス）が増加する。そのため、定電力制御時には、定電力を維持するためにランプ電圧が上昇し、その結果ランプ電流が低下する。ランプ電流の低下が続くと、やがて電流密度がアークを維持できる値より低くなり、ランプの立ち消え（消灯）が発生してしまう。不点灯防止制御により定電力制御から定電流制御へ切り替えることで、上記のランプ電流の低下を抑制し、ランプの不点灯を防止する。

[0026] 本実施形態では、横跳びアークの正確な検知を行うために、放電ランプ50の点灯状況に応じたランプ電圧上限値（閾値電圧）を設定し、ランプ電圧が当該閾値電圧を超えたことをもって横跳びアークが発生していると判断する（変形現象検出部）。具体的には、放電ランプ50の点灯状況として、電力指令値、放電ランプ50（陰極54b）の温度、放電ランプ50（陰極54b）の磨耗度合い等の情報を取得し、これらに基づいて上記閾値電圧を設定する。

ここで、電力指令値は、ユーザが外部から指定するものであり、IF部44が取得する。また、放電ランプ50の陰極50は、タングステン（W）か

らなる本体部と、タングステン (W) に酸化トリウム (ThO_2) が含有されたトリエーテッドタングステンからなる先端部とにより構成される。放電ランプ 50 に 6 kW ~ 8 kW の電力を印加して当該放電ランプ 50 を点灯したとき、陰極 50 の温度は室温 (20℃程度) から 3000℃近くに達する。そして、放電ランプ 50 を消灯した後は、陰極 50 の温度は 1 秒程度で 2000℃近くまで低下し、その後は数時間かけて室温 (20℃程度) まで低下する。このように、放電ランプ 50 の陰極 54 b の温度は、所定の温度特性で変動する。そこで、放電ランプ 50 の温度は、タイマ部 46 が計測した放電ランプ 50 が消灯してからの時間と、放電ランプ 50 が点灯してからの時間とに基づいて判定する。

[0027] さらに、放電ランプ 50 の陰極 54 b は、点灯時間が長いほど先端部が磨耗する。そこで、放電ランプ 50 の摩耗度合いは、タイマ部 46 が計測した放電ランプ 50 の総点灯時間に基づいて判定する。

図 4 は、電力指令値と安定点灯時のランプ電圧との関係を示す図である。この図 4 に示すように、安定点灯時のランプ電圧は、放電ランプ 50 に投入する設定電力が大きいほど大きくなる。

図 5 は、点灯時におけるランプ電圧とランプ電流の変化を示す図である。この図 5 において、横軸は放電ランプ 50 の点灯からの時間、縦軸はランプ電圧 V 及びランプ電流 I である。図 5 に示すように、ランプ電圧 V は、点灯を開始してから安定点灯するまで、言い換えるとランプが冷えた状態から十分に温まるまで、ランプの温度上昇に応じて数 V 程度増加する。そして、点灯開始から例えば 300 秒程度でランプ電圧 V は安定し、ほぼ一定値となる。

[0028] 図 6 は、放電ランプ 50 の総点灯時間とランプ電圧との関係を示す図である。この図 6 において、横軸は放電ランプ 50 の総点灯時間、縦軸はランプ電圧 V である。図 6 に示すように、ランプ電圧 V は、総点灯時間が長いほど安定点灯時のランプ電圧 V は大きくなる。具体的には、初期点灯に対して寿命末期 (総点灯時間 300 時間程度) は、ランプ電圧は 3 V ~ 5 V 増加する。

。

[0029] 以上のように、ランプ点灯時の電圧は、ランプの点灯状況に応じて変化する。そこで、横跳びアークの発生を検出するための閾値電圧は、ランプの点灯状況に応じて補正し最適化する。以下、この点について詳細に説明する。

図7は、横跳びアーク発生の検出に用いる閾値電圧の設定方法について説明する図である。この図7において、横軸Xはランプ投入電力（電力指令値）、縦軸Yは閾値電圧である。当該閾値電圧は、直線 $Y = AX + B$ で表される。

ここで、傾きAは、点灯からの時間に関する係数であり、点灯からの時間が長いほど（ランプ温度が高いほど）大きい値に設定する。なお、上述したように、ランプが十分に温まった後は、ランプ電圧は点灯からの時間によらずに略一定であるため、点灯からの時間が一定時間（例えば300秒）に達した後は固定値としてもよい。また、オフセットBは、総点灯時間に関する係数であり、総点灯時間が長いほど（ランプの磨耗度合いが高いほど）大きい値に設定する。

[0030] すなわち、閾値電圧は、ランプ投入電力が大きいほど大きい値に設定され、同じランプ電圧でも横跳びアークが発生していると判断され難くなる。さらに、閾値電圧は、点灯からの時間が長いほど（ランプ温度が高いほど）、また総点灯時間が長いほど（ランプの磨耗度合いが高いほど）大きい値に設定され、同じランプ電圧でも横跳びアークが発生していると判断され難くなる。

上記の傾きAやオフセットBは、例えば、外部記憶媒体47内のテーブルに記憶しておく。当該テーブルは、同じ型式のランプを複数用いて実験し、平均値を求めるなどの方法により予め作成して記憶しておく。制御部40は、当該テーブルを参照してランプの点灯状況に応じた傾きA及びオフセットBを導出し、 $Y = AX + B$ の式により閾値電圧を求める。そして、制御部40は、ランプ電圧（検出値）と閾値電圧とを比較し、ランプ電圧が閾値電圧を上回っているとき横跳びアークが発生していると判断する。

[0031] なお、フリッカーが生じ、電圧振動が大きくなると、これが横跳びアーク発生 の判定誤差の要因となる。そこで、横跳びアーク発生 の検出精度をより向上させるために、上記電圧振動を抑制するための検出電圧値ローパスフィルタを実装し、このフィルタに関する係数Cも考慮して閾値電圧を算出してもよい。

このように、ランプの点灯状況に応じてランプ電圧に変動があることを考慮し、横跳びアーク発生を検出するための閾値電圧をランプの点灯状況に応じて補正する。そのため、横跳びアーク発生 の検出精度を向上させることができる。

[0032] 仮に閾値電圧を固定値とした場合には、誤検知を防止するために、当該閾値電圧を過剰に大きくすることになる。この場合、横跳びアーク発生 の検出精度が低下し、定電力制御から定電流制御への切り替えを適切なタイミングで実施することができない。これに対して、本実施形態では、横跳びアーク発生を素早く検知し、定電力制御から定電流制御への切り替えを適切なタイミングで実施することができる。その結果、迅速に安定点灯状態へ復帰させることができる。

[0033] 不点灯防止制御では、横跳びアーク発生を検出すると、定電力制御から定電流制御へ切り替え、横跳びアークが治まると定電流制御から定電力制御へ復帰させる。ところが、定電力制御から定電流制御への切り替え、またはその逆の定電流制御から定電力制御への切り替えなどの制御切替時には、瞬間的に電流や電圧が大きく変化し、系の乱れが発生する。

横跳びアークの発生後、速やかに安定点灯状態へ復帰させるためには、不点灯防止制御により制御を切り替えたときの上記の系の乱れを速やかに安定させる必要がある。そこで、本実施形態では、系変動の安定化を図るために、ランプの点灯状況（電流電圧の変化）に応じて制御の応答性を変更する。

[0034] 通常、定電力制御は、カスケード制御により実施している。カスケード制御は、図8に示すように、2重ループ構造となっている。内部ループは電流制御ループ、外部ループは電力制御ループである。内部ループである電流制

御は、外部ループよりも高速な制御を行っている。

図 9 は、一般的な位相変調制御時におけるスイッチング素子 Q 1 ～ Q 4 の動作タイミングを示す図である。この図 9 において、PWM 1 A = Q 1、PWM 1 B = Q 2、PWM 2 A = Q 3、PWM 2 B = Q 4 を動作させるパルス信号である。電流制御はパルス毎の制御であり、図 9 に示すように、A / D 変換の結果から電流偏差を求め、次の導通角を割込み演算により求める。A / D 変換から次の導通角制御までの期間 T 1 は、例えば数 $\mu s e c$ といった短い期間である。このように、電流制御は、アーク電流のふらつきを最小にするためにも高速制御が求められる。

[0035] 一方、外部ループである電力制御は、外部からユーザにより指定される電力指令値に対して、ランプ電力が一定となるように制御するものである。通常、電力指令値の急激な変動は少ないため、外部ループは、系の乱調を抑制するためにも遅い制御であってよい。特に、ランプの初期点灯時における電流電圧は暴れるため、速い制御とするとランプの負荷変動が大きくなりランプが立ち消えしてしまうおそれがあるため、図 10 に示すように、図 11 に示す一般的な制御と比べて遅れ系に設定するのが一般的である。

[0036] しかしながら、このように制御応答性を低くしていると、横跳びアークのような点灯時の過渡現象に対応することができない。例えば、横跳びアークの検出後、不点灯防止制御による定電流制御から定電力制御に切り替えたときに系が乱れ、場合によっては過剰電力制御に至ることがある。なお、過剰電力とは、電圧が高いのに、定電流制御時と同じ電流が流れている状態である。

ランプの点灯状態は、図 12 の工程遷移図に示すように、電源投入後の初期化状態 (S 1) 及び待機状態 (S 2) を経て、初期点灯状態となる。初期点灯状態では、点灯前 (S 3) と点灯後 (S 4) とで、いずれも定電流制御を行う。次に、ランプの点灯状態は、定常点灯状態へと遷移する。定常点灯状態では、横跳びアーク発生が非検出であるとき (S 5)、定電力制御を行う。この状態から横跳びアーク発生を検出すると (S 6)、不点灯防止制御

を作動する（S 7）。すなわち、定電力制御から定電流制御へ切り替える。

このように、例えばランプの点灯状態が、S 3→S 4→S 5→S 6→S 7→S 5と遷移した場合、ランプの点灯状況は、図 1 3 に示すように遷移する。つまり、ランプの点灯状況は、[a] 初期点灯中→[b] 定電力制御中→[c] 定電力制御から定電流制御への制御切替中→[d] 定電流制御中→[e] 定電流制御から定電力制御への制御切替中→[b] 定電力制御中と遷移する。つまり、ランプの点灯状況は、[a]～[e]のいずれかの状況となる。

[0037] そこで、各遷移状態 [a]～[e]において、P I D制御の制御パラメータであるP I D値（比例係数、積分係数、微分係数）を変更し、ランプの点灯状況に応じた制御応答性を実現するようにする（応答性変更部）。具体的には、図 1 4 に示すように、予め複数のP I D値を外部記憶媒体（E E P R O M）4 7 に記憶しておく。そして、制御部 4 0 は、この外部記憶媒体 4 7 に記憶された複数のP I D値の中からランプの点灯状況に応じたP I D値を選択し、選択したP I D値を使用してP I D制御を行う。

[0038] ランプの点灯状況が[a] 初期点灯中である場合には、P I D制御の応答が最も遅いP I D値を選択する。また、ランプの点灯状況が[b] 定電力制御中である場合には、[a] 初期点灯中である場合と比較すると若干速いが、比較的応答が遅いP I D値を選択する。ランプの点灯状況が[d] 定電流制御中である場合にも、[b] 定電力制御中である場合とほぼ同等の制御応答性となるようなP I D値を選択する。一方、ランプの点灯状況が[c] 定電力制御から定電流制御への制御切替中、または[e] 定電流制御から定電力制御への制御切替中である場合には、P I D制御の応答が速いP I D値を選択する。

このように、放電ランプ点灯装置 1 0 は、ランプの点灯状況に応じてP I D制御の応答性を変更するので、適切なランプ点灯制御を実施することができる。特に、放電ランプ点灯装置 1 0 は、不点灯防止制御による制御切替時に制御応答性を高めることで、制御切替時における系の乱れに対応させるこ

とができ、系変動の安定化を図ることができる。そのため、放電ランプ点灯装置 10 は、迅速に安定点灯状態へ復帰させることができる。

また、放電ランプ点灯装置 10 は、予め複数の P I D 値を記憶媒体に保存しておき、ランプの点灯状況に応じて適切な P I D 値を読み出して制御を実施するので、比較的簡易に制御応答性の調整が可能である。

[0039] (変形例)

なお、上記実施形態においては、ランプ電圧が閾値電圧を超えたときに横跳びアークが発生していると判断する場合について説明したが、ランプ電圧に代えて、ランプ電流が閾値電流を下回ったときに横跳びアークが発生していると判断するようにしてもよい。この場合にも、ランプの点灯状況に応じて閾値電流を変更すれば、高精度な横跳びアークの検知が可能となる。

符号の説明

[0040] 10…放電ランプ点灯装置、20…交流電源、30…点灯回路、31…入力回路部、32…昇降圧回路部、33…インバータ回路部、34…整流回路部、40…制御部、41…制御回路部、42…乗算回路部、43…A/D変換部（ADC回路部）、44…I/F部、45…時間計時部、46…タイマ部、47…外部記憶媒体、50…放電ランプ、51…発光管、52a, 52b…電極支持部、53a, 53b…封止管、54a…陽極、54b…陰極、55a, 55b…電極棒、56a, 56b…ガラス部材

請求の範囲

- [請求項1] 放電ランプに電気エネルギーを供給する点灯回路と、
前記放電ランプに生じ得るアークの変形現象を検出する変形現象検出部と、
前記放電ランプの電力を所定の電力指令値とする定電力制御と、前記放電ランプの電流を所定の電流指令値とする定電流制御とを切り替えて、前記点灯回路を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、
定常点灯時、前記変形現象検出部で前記アークの変形現象が非検出であるとき、前記点灯回路を定電力制御し、前記変形現象検出部で前記アークの変形現象を検出したとき、前記点灯回路を定電流制御するように構成され、
前記定電力制御と前記定電流制御との制御切替時の制御応答性を、制御切替前後の制御応答性と比べて高くする応答性変更部を備えることを特徴とする放電ランプ点灯装置。
- [請求項2] 前記制御部は、P I D制御により前記定電力制御および前記定電流制御を実行し、
前記応答性変更部は、
前記P I D制御の制御パラメータであるP I D値の少なくとも1つを変更することで、前記制御応答性を変更することを特徴とする請求項1に記載の放電ランプ点灯装置。
- [請求項3] 前記放電ランプの電圧を検出する電圧検出部と、
前記放電ランプの状態を判定する判定部と、をさらに備え、
前記変形現象検出部は、
前記電圧検出部で検出した放電ランプの電圧が、前記判定部で判定した放電ランプの状態に基づいて設定される閾値電圧を超えたとき、前記アークの変形現象が生じていると判断することを特徴とする請求項1又は2に記載の放電ランプ点灯装置。

- [請求項4] 放電ランプに電気エネルギーを供給する点灯回路と、
前記放電ランプの電圧を検出する電圧検出部と、
前記放電ランプの状態を判定する判定部と、
前記電圧検出部で検出した前記放電ランプの電圧が、前記判定部で判定した放電ランプの状態に基づいて設定される閾値電圧を超えたとき、前記放電ランプにアークの変形現象が生じていると判断する変形現象検出部と、
前記放電ランプの電力を所定の電力指令値とする定電力制御と、前記放電ランプの電流を所定の電流指令値とする定電流制御とを切り替えて、前記点灯回路を制御する制御部と、を備え、
前記制御部は、
定常点灯時、前記変形現象検出部で前記アークの変形現象が非検出であるとき、前記点灯回路を定電力制御し、前記変形現象検出部で前記アークの変形現象を検出したとき、前記点灯回路を定電流制御することを特徴とする放電ランプ点灯装置。
- [請求項5] 前記判定部は、
前記放電ランプの状態として、前記電力指令値、前記放電ランプの温度、及び前記放電ランプの磨耗度合いの少なくとも1つを判定することを特徴とする請求項3又は4に記載の放電ランプ点灯装置。
- [請求項6] 前記閾値電圧は、前記電力指令値が大きいほど大きく設定されることを特徴とする請求項5に記載の放電ランプ点灯装置。
- [請求項7] 前記閾値電圧は、前記放電ランプの温度が高いほど大きく設定されることを特徴とする請求項5又は6に記載の放電ランプ点灯装置。
- [請求項8] 前記閾値電圧は、前記放電ランプの磨耗度合いが高いほど大きく設定されることを特徴とする請求項5～7のいずれか1項に記載の放電ランプ点灯装置。
- [請求項9] 放電ランプに電気エネルギーを供給し、当該放電ランプを点灯する放電ランプ点灯方法であって、

定常点灯時、前記放電ランプに生じ得るアークの変形現象が非検出であるとき、前記点灯回路を、前記放電ランプの電力を所定の電力指令値とする定電力制御により制御し、前記アークの変形現象を検出したとき、前記点灯回路を、前記放電ランプの電流を所定の電流指令値とする定電流制御により制御するに際し、

前記定電力制御と前記定電流制御との制御切替時の制御応答性を、制御切替前後の制御応答性と比べて高くすることを特徴とする放電ランプ点灯方法。

[請求項10] 放電ランプに電気エネルギーを供給し、当該放電ランプを点灯する放電ランプ点灯方法であって、

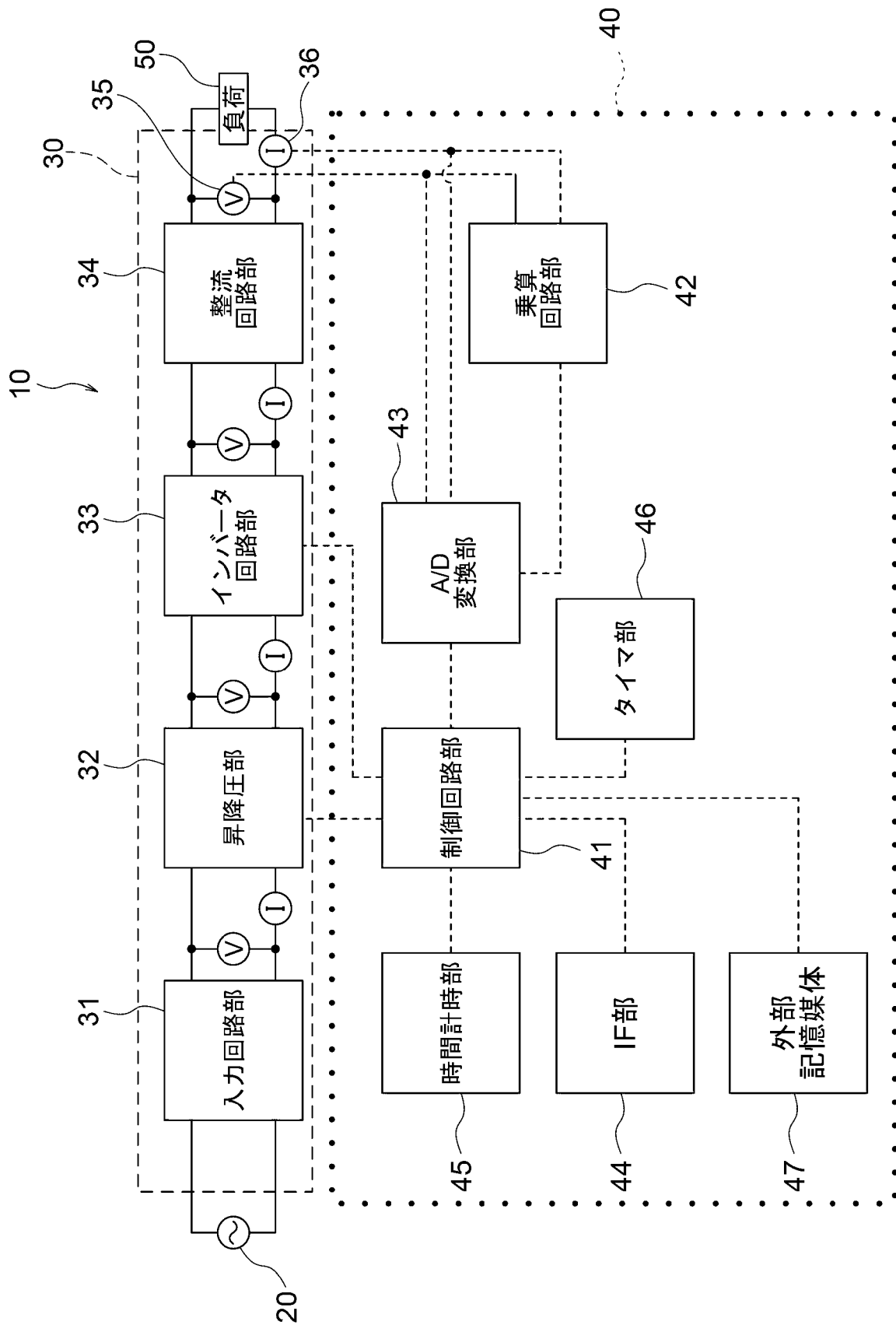
前記放電ランプの電圧を検出するステップと、

前記放電ランプの状態を判定するステップと、

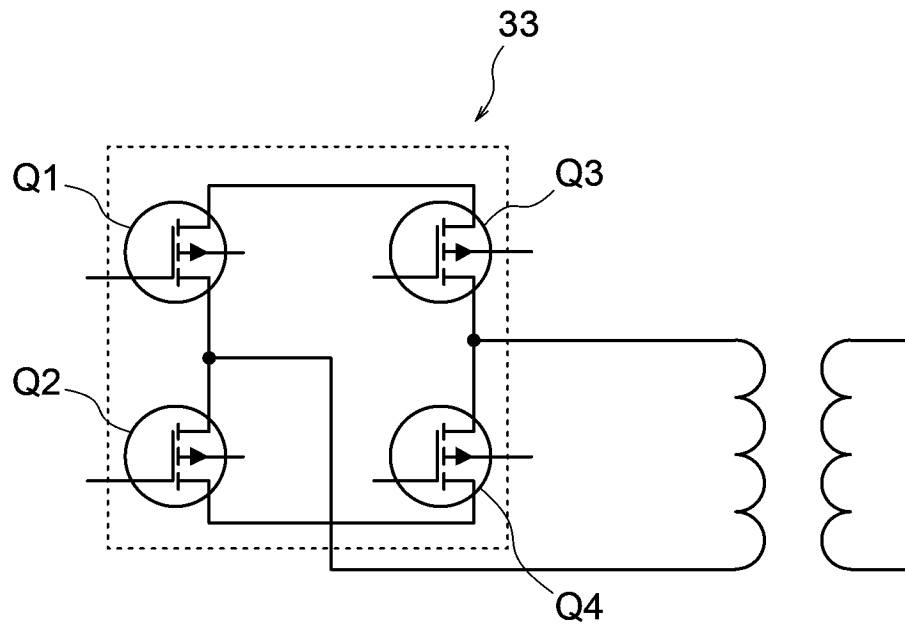
検出した放電ランプの電圧が、判定した放電ランプの状態に基づいて設定される閾値電圧を超えたとき、前記放電ランプにアークの変形現象が生じていると判断するステップと、を含み、

定常点灯時、前記放電ランプに生じ得るアークの変形現象が非検出であるとき、前記点灯回路を、前記放電ランプの電力を所定の電力指令値とする定電力制御により制御し、前記アークの変形現象を検出したとき、前記点灯回路を、前記放電ランプの電流を所定の電流指令値とする定電流制御により制御することを特徴とする放電ランプ点灯方法。

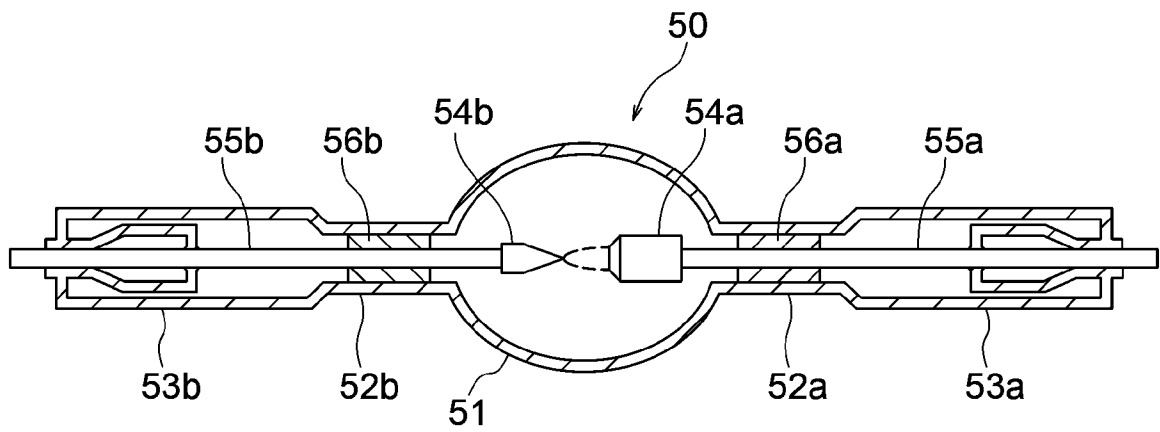
[図1]



[図2]



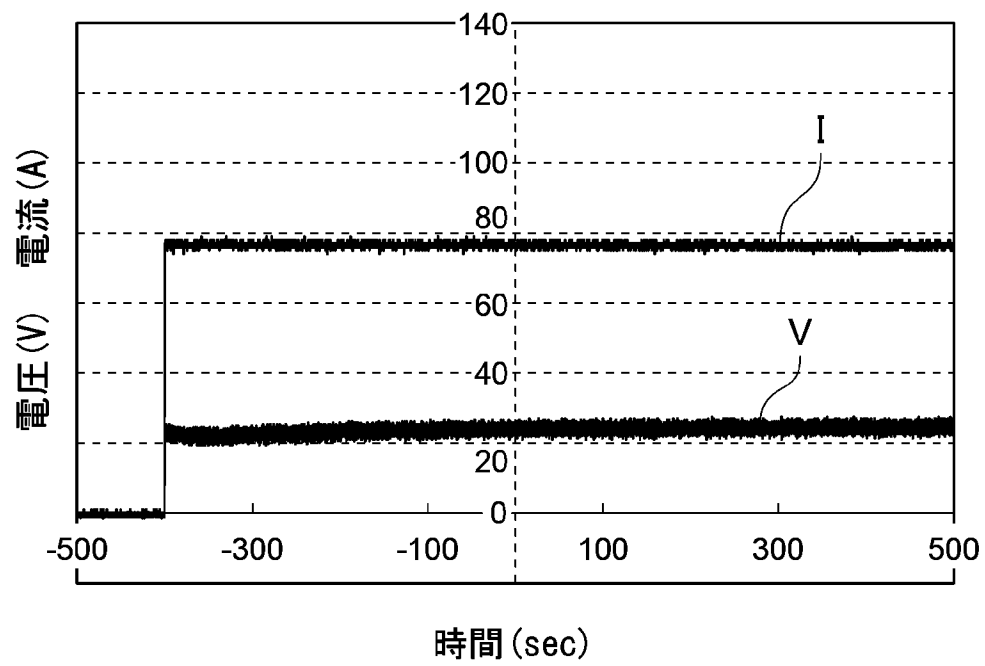
[図3]



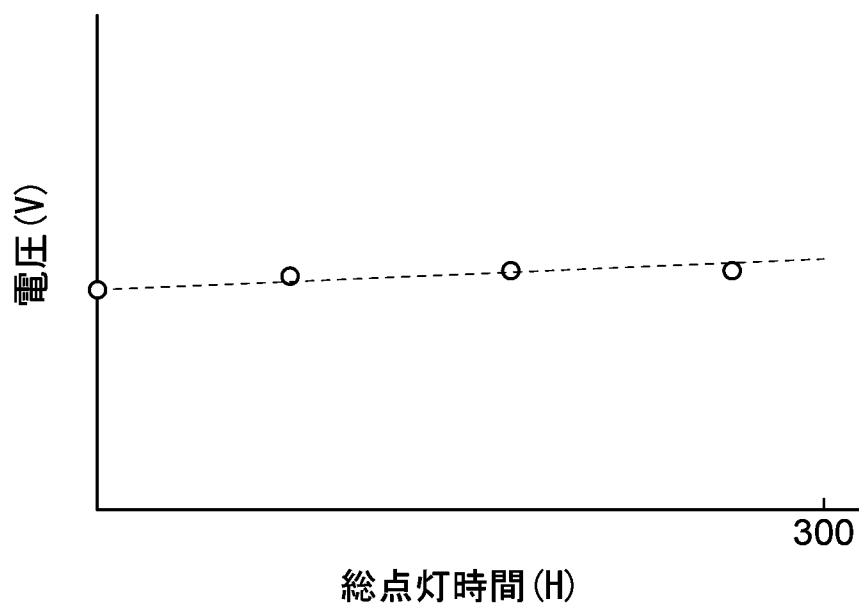
[図4]

電力(W)	電圧(V)	電流(A)
1000	22.2	44
2000	24.7	79
3000	28.2	106

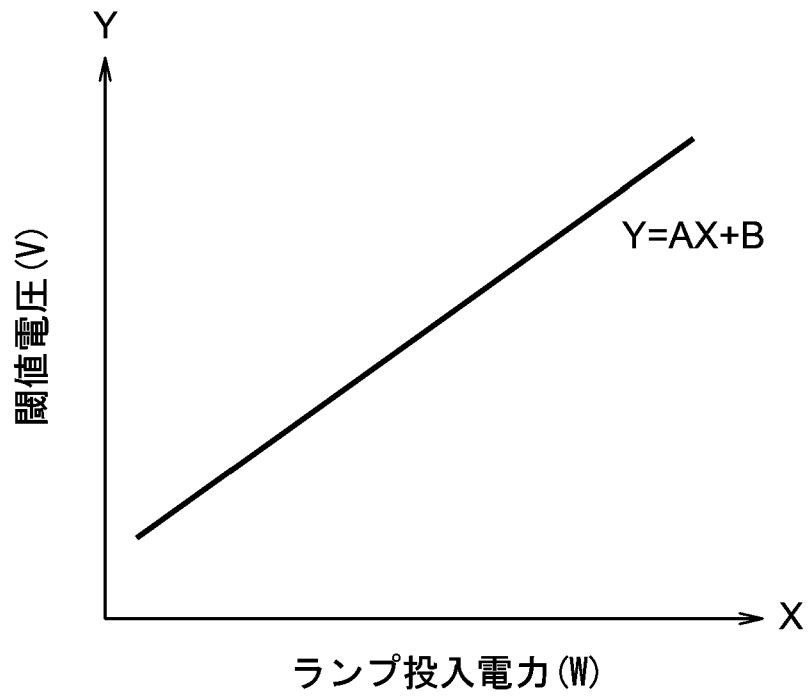
[図5]



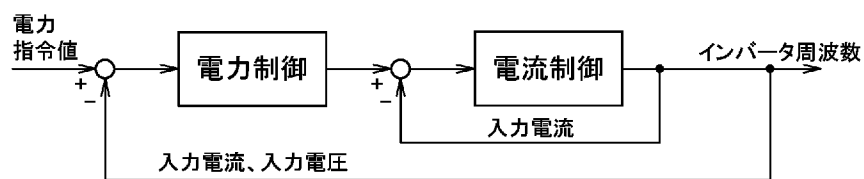
[図6]



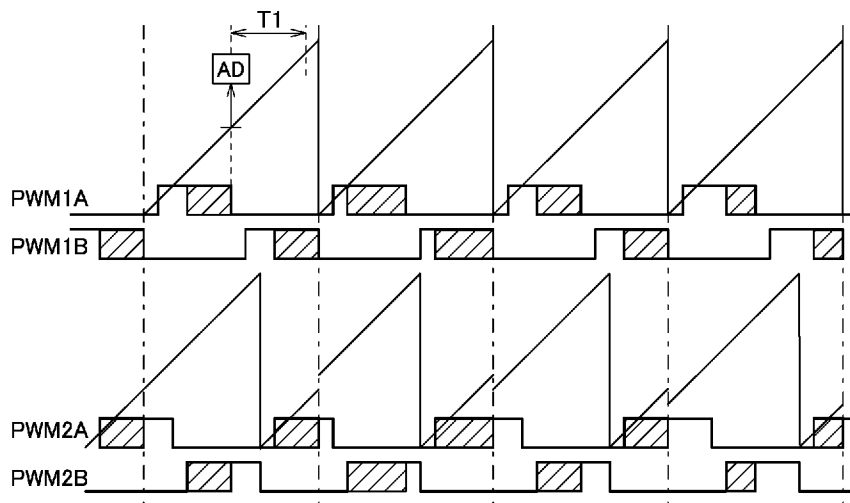
[図7]



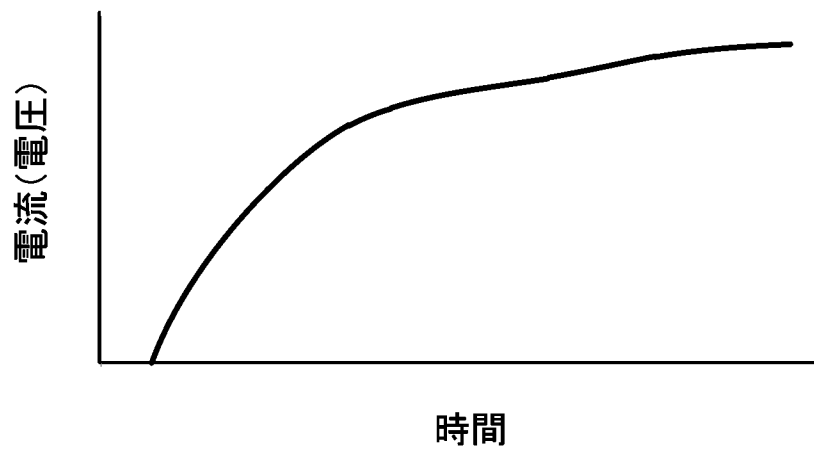
[図8]



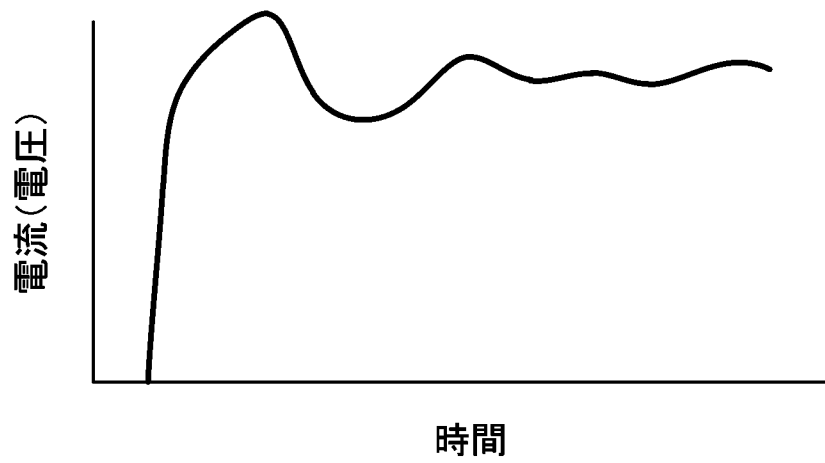
[図9]



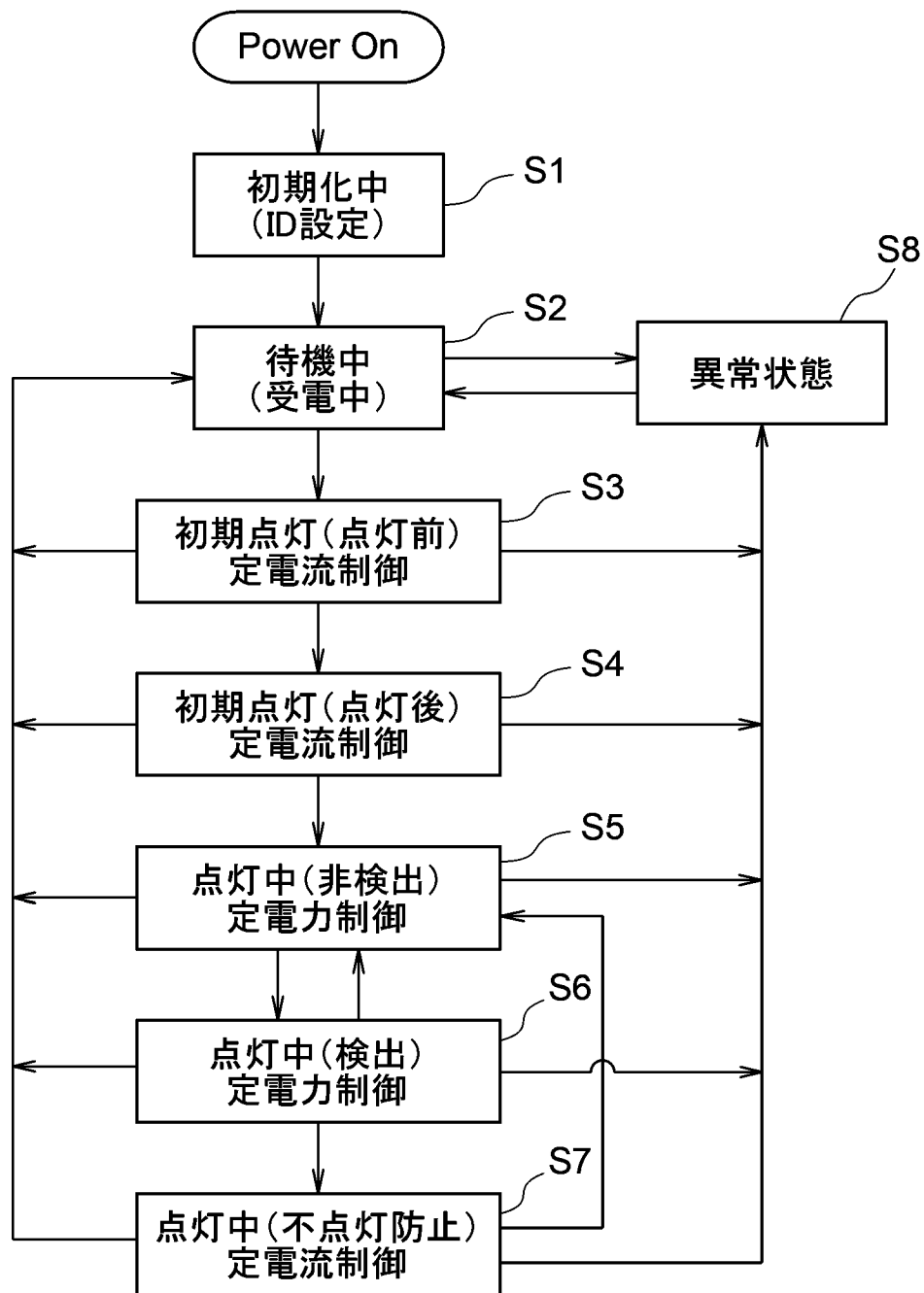
[図10]



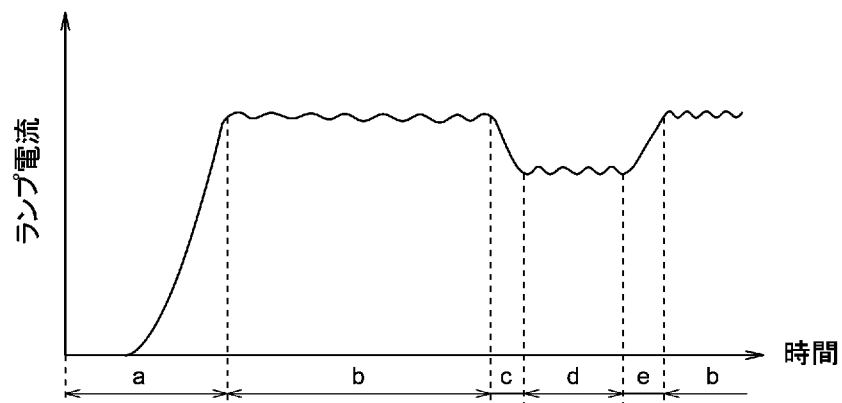
[図11]



[図12]



[図13]



[図14]

ID	PID値	環境係数
1	100, 20, 1	0.7
2	500, 20, 1	0.7
3	5, 20, 1	0.6
4	1	0.8
:	:	:
N	*, *, *	*

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/006501

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B41/288 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B41/288

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-160387 A (Ushio Inc.), 23 August 2012 (23.08.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2002-117990 A (Ushio Inc.), 19 April 2002 (19.04.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-10
A	JP 2009-277609 A (Iwasaki Electric Co., Ltd.), 26 November 2009 (26.11.2009), entire text; all drawings & WO 2009/142092 A1	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
29 February 2016 (29.02.16)

Date of mailing of the international search report
08 March 2016 (08.03.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05B41/288(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05B41/288

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-160387 A（ウシオ電機株式会社）2012.08.23, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-10
A	JP 2002-117990 A（ウシオ電機株式会社）2002.04.19, 全文, 全図 （ファミリーなし）	1-10
A	JP 2009-277609 A（岩崎電気株式会社）2009.11.26, 全文, 全図 & WO 2009/142092 A1	1-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

29.02.2016

国際調査報告の発送日

08.03.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

杉浦 貴之

3 X

9723

電話番号 03-3581-1101 内線 3371