

(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
2012 年 6 月 21 日(21.06.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/081320 A1

- (51) 国際特許分類:
H05B 41/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/075130
- (22) 国際出願日: 2011 年 11 月 1 日(01.11.2011)
- (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 2010-277696 2010 年 12 月 14 日(14.12.2010) JP
特願 2010-277697 2010 年 12 月 14 日(14.12.2010) JP
特願 2010-285635 2010 年 12 月 22 日(22.12.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 山田 宏二 (YAMADA, Koji) [JP/JP]; 〒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). 松本 圭市(MATSUMOTO, Keiichi)

[JP/JP]; 〒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). 山下 高史(YAMASHITA, Takashi) [JP/JP]; 〒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). 鮫島 貴紀 (SAMEJIMA, Takanori) [JP/JP]; 〒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).

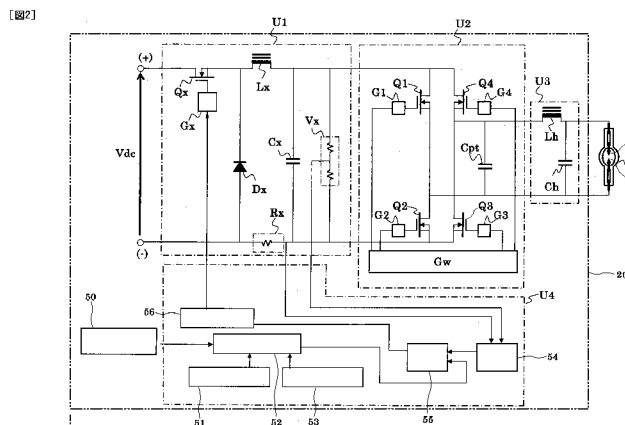
(74) 代理人: 大井 正彦(OHI, Masahiko); 〒1010062 東京都千代田区神田駿河台三丁目 4 番地 日専連朝日生命ビル Tokyo (JP).

(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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) Title: DISCHARGE LAMP LIGHTING DEVICE

(54) 発明の名称: 放電ランプ点灯装置



(57) Abstract: Provided is a discharge lamp lighting device, whereby it becomes possible to prevent or suppress the occurrence of flickering during the lighting of a discharge lamp by a second lighting mode in which a lower alternate current electric power than a rated electric power is fed when the switching from a first lighting mode in which an alternate current electric power that is the rated electric power is fed into the second lighting mode is carried out. A discharge lamp lighting device comprises a discharge lamp which has a pair of tungsten-made electrodes each having a protrusion formed at the tip thereof and an electric power feeding device which feeds an alternate current electric power to the discharge lamp, and is characterized in that the power feeding device has a function of switching between a first lighting mode in which a rated electric power is fed to the discharge lamp and a second lighting mode in which a lower electric power than the rated electric power is fed to the discharge lamp and, therefore, can control an electric power to be fed to the discharge lamp under such conditions that the average electric power change rate becomes 0.01-2.1 W/s during a mode switching period in which the switching from the first lighting mode into the second lighting mode is carried out.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/081320 A1



(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
- 補正された請求の範囲及び説明書 (条約第 19 条(1))

定格電力の交流電力を供給する第 1 点灯モードから定格電力より低い交流電力を供給する第 2 点灯モードに切り替えたときに、第 2 点灯モードによる放電ランプの点灯中においてフリッカの発生が防止または抑制される放電ランプ点灯装置を提供する。それぞれ先端に突起が形成されたタングステン製の一对の電極を有する放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具えてなる放電ランプ点灯装置において、前記給電装置は、前記放電ランプに定格電力を供給する第 1 点灯モードと、前記放電ランプに定格電力より低い電力を供給する第 2 点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第 1 点灯モードから前記第 2 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が $0.01 \sim 2.1 \text{ W/s}$ となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：放電ランプ点灯装置

技術分野

[0001] 本発明は、プロジェクタ装置の光源として好適に用いることができる放電ランプ点灯装置に関する。

背景技術

[0002] 投射型プロジェクタ装置においては、矩形状のスクリーンに対して、均一でかつ十分な演色性をもった画像を投影させることが要求されており、このため、光源としては、点灯時の水銀蒸気圧が例えば150気圧以上となるショートアーク型の放電ランプが採用されている。

而して、最近においては、使用環境の明るさや投影する画像の種類に応じて画面の明るさを調整することが可能な調光機能を有するプロジェクタ装置が開発され、かかるプロジェクタ装置に用いられる放電ランプ点灯装置としては、放電ランプに定格電力を供給する定格電力点灯モードと、放電ランプに定格電力より低い電力、例えば定格電力の80%の電力を供給する低電力点灯モードとを切り替えて放電ランプを点灯する給電装置を具えてなるものが知られている（特許文献1参照。）。

[0003] しかしながら、このような放電ランプ点灯装置においては、定格電力点灯モードから低電力点灯モードに切り替えたときに、放電ランプにフリッカが発生する、という問題がある。

このように低電力点灯モードに切り替えたときに、当該低電力点灯モードにおいて放電ランプにフリッカが発生する理由は、以下のように考えられる。

[0004] 定格電力点灯モードにより放電ランプが点灯されているときには、図14(a)に示すように、放電ランプにおける一対の電極90, 91間にアークAが形成されることにより、電極90, 91の各々の先端におけるアークAの起点が位置する箇所には、ハロゲンサイクルによって、蒸発した電極物質

が堆積するため、当該アーク A の起点の大きさに応じた突起 p 1 が形成される。

そして、定格電力点灯モードから低電力点灯モードに切り替えるモード切替期間においては、図 1 4 (b) に示すように、放電ランプに供給される電力の値が低下するに伴って、電極 9 0, 9 1 間に形成されたアーク A の形状が細くなることにより、電極 9 0, 9 1 の各々における突起 p 1 の表面には、蒸発した電極物質がアーク A の起点が位置する箇所に堆積するため、図 1 4 (c) に示すように、電極 9 0, 9 1 の各々における突起 p 1 の表面に微小突起 p 2 が形成される。

然るに、放電ランプに供給される電力が低下するモード切替期間においては、電極 9 0, 9 1 間に形成されたアーク A の形状が急激に細くなるため、電極 9 0, 9 1 間に形成されたアーク A は、図 1 4 (d) に破線で示すように、起点が電極 9 0, 9 1 の各々における突起 p 1 の表面を移動することにより不安定な状態となる結果、図 1 4 (e) に示すように、電極 9 0, 9 1 の各々における突起 p 1 の表面には、複数の微小突起 p 2 が形成されてしまう。

このように電極 9 0, 9 1 の先端に複数の微小突起 p 2 が形成された状態で、低電力点灯モードによって放電ランプを点灯させた場合には、アーク A の起点が複数の微小突起 p 2 間を移動する結果、当該放電ランプにフリッカが発生する。

[0005] また、調光機能を有する従来の放電ランプ点灯装置においては、低電力点灯モードにおいて、電極の各々の先端が損耗してフリッカが発生する、という問題がある。

このように低電力点灯モードにおいて、放電ランプに電極の先端の損耗およびフリッカが発生する理由は、以下のように考えられる。

[0006] 放電ランプの点灯中においては、電極が高い温度に発熱することによって電極から電極物質が蒸発するが、ハロゲンサイクルによって蒸発した電極物質が電極の表面に堆積する。そして、定格電力点灯モードによって放電ラン

プを点灯させたときには、電極からの電極物質の蒸発と、電極に対する蒸発した電極物質の堆積とが平衡な状態となるため、電極の損耗が抑制される。

然るに、低電力点灯モードによって放電ランプを点灯させたときには、電極周辺に存在する蒸発した電極物質の量が著しく減少することにより、電極に対する電極物質の堆積が十分に行われなため、電極からの電極物質の蒸発が進行する結果、電極の先端が損耗してフリッカが発生する。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特許第4 2 7 4 0 5 3号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、以上のような事情に基づいてなされたものであって、その目的は、定格電力の交流電力を供給する第1の点灯モードから、定格電力より低い交流電力を供給する第2の点灯モードに切り替えたときに、当該第2点灯モードによる放電ランプの点灯中においてフリッカの発生を防止または抑制することができる放電ランプ点灯装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、放電ランプの定格電力より低い交流電力を供給する低電力点灯モードで放電ランプを点灯させたときに、放電ランプの電極の損耗およびフリッカの発生を防止または抑制することができる放電ランプ点灯装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 本発明の放電ランプ点灯装置は、それぞれ先端に突起が形成されたタングステン製の一对の電極を有する放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具備する放電ランプ点灯装置において、

前記給電装置は、前記放電ランプに定格電力を供給する第1点灯モードと、前記放電ランプに定格電力より低い電力を供給する第2点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第1点灯モードから前

記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が $0.01 \sim 2.1 \text{ W/s}$ となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする。

[0010] 上記の放電ランプ点灯装置においては、前記給電装置は、前記第2点灯モードから前記第1点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が 2.1 W/s 以下となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることが好ましい。また、前記給電装置は、前記第2点灯モードと、前記放電ランプに前記第2点灯モードによる供給電力より低い電力を供給する第3点灯モードとを切り換えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第2点灯モードから前記第3点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が $0.01 \sim 2.1 \text{ W/s}$ となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであってもよい。

このような放電ランプ点灯装置においては、前記給電装置は、前記第3点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が 2.1 W/s 以下となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることが好ましい。

[0011] また、本発明の放電ランプ点灯装置は、それぞれ先端に突起が形成された一对の電極を有する放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具備する放電ランプ点灯装置において、

前記給電装置は、前記放電ランプに定格電力を供給する第1点灯モードと、前記放電ランプに定格電力より低い電力を供給する第2点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第1点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記第1点灯モードによる供給電力以下で前記第2点灯モードによる供給電力以上である任意の電力値 P_1 から当該電力値 P_1 より低い電力値 P_2 に低下させた後、この電力値 P_2 から当該電力値 P_2 より高くかつ前記電力値 P_1 より低い電力値 P_3 に上昇させる電力変化を含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする。

[0012] 上記の放電ランプ点灯装置においては、前記給電装置は、前記第1点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記電力値P1から当該電力値P1より低い電力値P2に低下させた後、この電力値P2から当該電力値P2より高くかつ前記電力値P1より低い電力値P3に上昇させる電力変化を2回以上含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることが好ましい。

また、前記給電装置は、前記第2点灯モードと、前記放電ランプに前記第2点灯モードによる供給電力より低い電力を供給する第3点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第2点灯モードから前記第3点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記第1点灯モードによる供給電力以下で前記第2点灯モードによる供給電力以上である任意の電力値P1から当該電力値P1より低い電力値P2に低下させた後、この電力値P2から当該電力値P2より高くかつ前記電力値P1より低い電力値P3に上昇させる電力変化を含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであってもよい。

このような放電ランプ点灯装置においては、前記給電装置は、前記第2点灯モードから前記第3点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記電力値P1から当該電力値P1より低い電力値P2に低下させた後、この電力値P2から当該電力値P2より高くかつ前記電力値P1より低い電力値P3に上昇させる電力変化を2回以上含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることが好ましい。

[0013] また、本発明の放電ランプ点灯装置は、放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具備する放電ランプ点灯装置において、

前記給電装置は、前記放電ランプに定格電力を供給する定格電力点灯モードと、前記放電ランプに定格電力より低い電力を供給する低電力点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプに対して、所定の電力値の基本交流電力を連続して供給すると共に、この基本交流電力に重畳される重畳電力を周期的に供

給し、かつ、当該放電ランプの点灯電圧の測定値に応じて、重畳電力の供給時期、重畳電力の電力値若しくは重畳電力の供給時間を制御するものであることを特徴とする。

[0014] 上記の放電ランプ点灯装置においては、前記給電装置は、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプの点灯電圧の測定値が所定の基準値より高いときには、当該測定値が所定の基準値より低いときよりも短い時間間隔で前記重畳電力を前記放電ランプに供給するよう、前記重畳電力の供給時期を制御するものであることが好ましい。

また、前記給電装置は、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプの点灯電圧の測定値が所定の基準値より高いときには、当該測定値が所定の基準値より低いときよりも高い電力値で前記重畳電力を前記放電ランプに供給するよう、前記重畳電力の電力値を制御するものであることが好ましい。

また、前記給電装置は、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプの点灯電圧の測定値が所定の基準値より高いときには、当該測定値が所定の基準値より低いときよりも長い時間で前記重畳電力を前記放電ランプに供給するよう、前記重畳電力の供給時間を制御するものであることが好ましい。

また、前記放電ランプの点灯電圧の測定値が、前記重畳電力が供給されていないときに測定されたものであっても、前記重畳電力が供給されているときに測定されたものであってもよい。

発明の効果

[0015] 請求項 1 に係る放電ランプ点灯装置によれば、給電装置によって、第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が $0.01 \sim 2.1 \text{ W/s}$ となる条件で放電ランプに供給する電力が制御されることにより、アークの起点が電極の各々における突起の表面を移動せずに安定なアークが形成されるため、電極の各々における突起の表面に、複数の微小突起が形成されることがなく、従って、第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えたときに、当該第 2 点灯モードによる放電ランプの点灯中においてフリッカの発生を防止または抑制することができる。

請求項 2 に係る放電ランプ点灯装置によれば、給電装置によって、第 2 点灯モードから第 1 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が 2.1 W/s 以下となる条件で放電ランプに供給する電力が制御されることにより、放電ランプの発光管にクラックが生じることを防止または抑制することができる。

[0016] 請求項 5 に係る放電ランプ点灯装置によれば、第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、電力値 P_1 から電力値 P_2 に低下させた後、この電力値 P_2 から当該電力値 P_2 より高くかつ電力値 P_1 より低い電力値 P_3 に上昇させる電力変化を含む条件で、放電ランプに供給する交流電力を制御するため、放電ランプに供給される交流電力を電力値 P_1 から電力値 P_2 に低下させたときに、電極の突起の表面に複数の微小突起が形成されても、放電ランプに供給される交流電力を電力値 P_2 から電力値 P_3 に上昇させたときに、複数の微小突起が 1 つの微小突起に収斂されることによって電極が修復されるので、第 2 点灯モードによる放電ランプの点灯中においてフリッカの発生を防止または抑制することができる。

[0017] 請求項 9 に係る放電ランプ点灯装置によれば、給電装置によって、放電ランプに定格電力より低い電力を供給する低電力点灯モードにおいて、放電ランプに対して所定の電力値の基本交流電力に重畳される重畳電力が周期的に供給されると共に、当該放電ランプの点灯電圧の測定値に応じて、重畳電力の供給時期、重畳電力の電力値若しくは重畳電力の供給時間が制御されることにより、電極周辺に存在する蒸発した電極物質の量が増加し、これにより、放電ランプの電極に対する蒸発した電極物質の堆積が促進されるので、放電ランプの電極の損耗およびフリッカの発生を防止または抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の放電ランプ点灯装置に用いられる放電ランプの一例における構成を示す説明用断面図である。

[図2]第 1 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置に用いられる給電装置の一

例における回路の構成を示す説明図である。

[図3]第1の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えた場合における放電ランプに供給される電力の値の変化の一例を示すグラフである。

[図4]第1の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、放電ランプに供給される交流電力の電流波形の一例を示す説明図である。

[図5]第1の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えるモード切替期間における放電ランプの電極およびアークの形状変化を示す説明図である。

[図6]第2の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えた場合における放電ランプに供給される電力の値の変化の一例を示すグラフである。

[図7]第2の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えるモード切替期間における放電ランプの電極およびアークの形状変化を示す説明図である。

[図8]第3の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、給電装置の一例における低電力点灯モードにおいて放電ランプに供給される電力値の変化を、放電ランプの点灯電圧の変化と共に示す図である。

[図9]第3の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、給電装置の他の例における低電力点灯モードにおいて放電ランプに供給される電力値の変化を、放電ランプの点灯電圧の変化と共に示す図である。

[図10]第3の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、給電装置の更に他の例における低電力点灯モードにおいて放電ランプに供給される電力値の変化を、放電ランプの点灯電圧の変化と共に示す図である。

[図11]第1の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えた場合における放電ランプに供給される電力の値の変化の他の例を示すグラフである。

[図12]第2の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、第1点灯モー

ドから第2点灯モードに切り替えた場合における放電ランプに供給される電力の値の変化の他の例を示すグラフである。

[図13]第2の実施の形態に係る実施例において、実験例1における放電ランプに供給される電力の値の変化を示すグラフである。

[図14]従来の放電ランプ点灯装置において、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えるモード切替期間における放電ランプの電極およびアークの形状変化を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の放電ランプ点灯装置の実施の形態について説明する。

本発明の放電ランプ点灯装置は、例えば調光機能を有するプロジェクタ装置に内蔵されるものであって、放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具えてなるものである。

[0020] [放電ランプ]

図1は、本発明の放電ランプ点灯装置に用いられる放電ランプの一例における構成を示す説明用断面図である。

この放電ランプ10の発光管11は、内部に放電空間Sを形成する外形が略楕円球状の発光部12と、この発光部12の両端の各々に一体に連設された、管軸に沿って外方に伸びるロッド状の封止部13とを有し、この発光管11における発光部12内には、それぞれタングステンよりなる一対の電極14、15が互いに対向するよう配置されている。具体的に説明すると、一対の電極14、15の各々は、発光管11の管軸方向に沿って伸びる棒状の軸部14b、15bと、この軸部14b、15bの各々の先端に連続して形成された、先端に突起p1が形成された略球状の頭部14a、15aと、頭部14a、15aの後端部分および軸部14b、15bの先端部分に巻き回されたコイル部14c、15cとにより構成されており、それぞれの頭部14a、15aが互いに対向するよう配置されると共に、各軸部14b、15bの基端部分が封止部13の各々に埋設されることによって保持されている。

発光管 10 における封止部 13 の各々の内部には、モリブデンよりなる金属箔 16, 17 が気密に埋設され、金属箔 16, 17 の各々の一端には、一对の電極 14, 15 の各々における軸部 14b, 15b の基端が溶接されて電氣的に接続されており、一方、金属箔 16, 17 の他端には、封止部 13 の外端から外方に突出する外部リード 18, 19 が溶接されて電氣的に接続されている。

[0021] 発光管 11 は石英ガラスにより構成され、この発光管 11 の発光部 12 内には、例えば、水銀、希ガスおよびハロゲンが封入されている。

発光部 12 内に封入される水銀は、必要な可視光波長、例えば波長 360 ~ 780 nm の放射光を得るためのものであり、点灯時に例えば 150 気圧以上の高い水銀蒸気圧を確保するために、その封入量が 0.15 mg/mm^3 以上とされており、この水銀の封入量を増加することにより、点灯時に 200 気圧以上、または 300 気圧以上の高い水銀蒸気圧を得ることができ、プロジェクタ装置に適した光源を実現することができる。

発光部 12 内に封入される希ガスは、点灯始動性を改善するためのものであり、その封入圧は、静圧で例えば 10 ~ 26 kPa である。また、希ガスとしては、アルゴンガスを好適に用いることができる。

発光部 12 内に封入されるハロゲンは、発光部 12 内においてハロゲンサイクルを形成すると共に、これにより、電極物質であるタングステンが発光部 12 の内壁に付着することを抑制するためのものであり、水銀その他の金属との化合物の形態で封入される。ハロゲンの封入量は、例えば $1 \times 10^{-6} \sim 1 \times 10^{-2} \mu\text{mol/mm}^3$ である。また、ハロゲンとしては、沃素、臭素、塩素などを用いることができる。

また、発光部 12 内には、更に他の放電媒体としてハロゲン化金属を封入することもできる。

[0022] このような放電ランプ 10 の具体的な仕様の一例を示すと、発光管 11 における発光部 12 の最大外径が 10 mm、電極間距離が 1.0 mm、発光管 11 における発光部 12 の内容積が 60 mm^3 、定格電圧が 75 V、定格電力

が200Wである。

また、放電ランプ10においては、その点灯中に発光管11における発光部12内の水銀蒸気圧が例えば150気圧以上となり、また、放電ランプ点灯装置が内蔵されるプロジェクタ装置においては、装置全体の小型化が図られる一方、高い光量が要求されることから、放電ランプ10の発光管11における発光部12内の熱的条件は極めて厳しいものであり、例えばランプの管壁負荷値は $0.8 \sim 3.0 \text{ W/mm}^2$ 、より具体的には 2.0 W/mm^2 である。

このような高い水銀蒸気圧や管壁負荷値を有することにより、プロジェクタ装置の光源として用いられる場合に演色性の良好な放射光を得ることができる。

[0023] [第1の実施の形態]

第1の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、給電装置は、上記の放電ランプ10に定格電力を供給する第1点灯モードと、放電ランプ10に定格電力より低い電力を供給する第2点灯モードとを切り替えて放電ランプ10を点灯する機能を有すると共に、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が $0.01 \sim 2.1 \text{ W/s}$ 、好ましくは $0.08 \sim 0.77 \text{ W/s}$ となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものである。

ここで、第2点灯モードにおいて放電ランプ10に供給される電力の値は、定格電力の値より低いものであれば特に制限されないが、通常、定格電力の40～80%の範囲で選択される。

第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が 0.01 W/s 未満である場合には、供給電力の低下が長時間にわたって行われることになるため、放電ランプ10における発光管11に黒化が生じるおそれがある。一方、平均電力変化率が 2.1 W/s を超える場合には、供給電力の低下が短時間で急激に行われることになるため、モード切替期間後の第2点灯モードによる放電ランプ10の点灯中におい

て、フリッカが生じるおそれがある。

[0024] また、給電装置は、第2点灯モードから第1点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が 2.1 W/s 以下となる条件で、放電ランプ10に供給する電力を制御するものであることが好ましい。

第2点灯モードから第1点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が 2.1 W/s を超える場合には、供給電力の上昇が短時間で急激に行われることになるため、放電ランプ10の発光管11にクラックが生じるおそれがある。

また、第2点灯モードから第1点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率の下限は特に制限されないが、平均電力変化率が小さい程、モード切替に必要な時間が長くなるため、平均電力変化率は 0.01 W/s 以上であることが好ましい。

[0025] 図2は、第1の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置に用いられる給電装置の一例における回路の構成を示す説明図である。この給電装置20は、チョッパ回路U1、フルブリッジ回路U2、スタータ回路U3および制御部U4により構成されている。

チョッパ回路U1は、直流電圧 V_{dc} が供給される+側電源端子に接続されたスイッチング素子 Q_x と、リアクトル L_x と、スイッチング素子 Q_x およびリアクトル L_x の接続点と一側電源端子との間において当該接続点にカソード側端子が接続されたダイオード D_x と、リアクトル L_x の出力側端子に接続された平滑コンデンサ C_x と、平滑コンデンサ C_x の一側端子およびダイオード D_x のアノード側端子に接続された電流検出部 R_x とによって構成されている。スイッチング素子 Q_x は、制御部U4から出力される信号に基づいて駆動回路 G_x が作動することによって駆動され、所定のデューティによってオン／オフ駆動されるものであり、このデューティによって、放電ランプ10に供給される電力が制御される。

[0026] フルブリッジ回路U2は、ブリッジ状に接続された4つのスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ によって構成されている。これらのスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$

4は、フルブリッジ制御回路Gwから出力される信号に基づいて、スイッチング素子Q1～Q4の各々に対応する駆動回路G1～G4が作動することによって駆動され、互いに対角に配置されたスイッチング素子Q1, Q4およびスイッチング素子Q2, Q3を交互にオン状態にすることにより、スイッチング素子Q1, Q2の接続点とスイッチング素子Q3, Q4の接続点との間に矩形波状の交流電圧が発生する。

[0027] スタータ回路U3は、コイルLhとコンデンサChとによって構成されている。このようなスタータ回路U3においては、コイルLhとコンデンサChとによる共振回路の共振周波数を、フルブリッジ回路U2から出力することにより、その共振作用によってコンデンサChに高い電圧を発生させることができる。従って、スタータ回路U3は放電ランプ10の始動時のみ高い周波数で動作し、これにより、高い電圧が放電ランプ10における一對の電極間に印加されて当該放電ランプ10が点灯する。

[0028] このような給電装置20において、放電ランプ10に供給される電力は、チョッパ回路U1のスイッチング素子Qxのオンオフデューティにより設定される。チョッパ回路U1のスイッチング素子Qxは、制御部U4から出力される信号に基づく駆動回路Gxによる所定のデューティによりオン／オフ駆動され、これにより、放電ランプ10に供給される電力が調整される。例えば放電ランプ10に供給される電力の値を上昇させる場合には、デューティを下げるなどにより、放電ランプ10に供給される電力の値が、設定された基準電力値に合致するよう駆動回路Gxによって制御される。

このように、制御部U4は、定常点灯時においては、放電ランプ10に供給する電力の値を基準電力値に一致するよう制御する機能を有すると共に、放電ランプ10の点灯モードを変更するときに、当該放電ランプ10に供給される電力の値を瞬時に変化させるのではなく、所定の電力変化率で変化させる機能を有するものである。

[0029] 具体的に説明すると、制御部U4においては、電力設定部50に所要の電力値が設定される。例えば放電ランプ10を第1点灯モードにより点灯する

ときには、電力設定部 50 に定格電力値が設定され、放電ランプ 10 を第 2 点灯モードにより点灯するときには、電力設定部 50 に定格電力値より低い電力値が設定される。この電力設定部 50 は、給電装置 20 の内部に設けられていても、給電装置 20 の外部例えばプロジェクタ装置における放電ランプ点灯装置以外の装置内に設けられていてもよい。

電力変化率設定部 51 には、電力設定部 50 における電力を変化させるときの電力変化率が設定されている。

[0030] 基準電力設定部 52 には、電力設定部 50 からの設定電力信号と、電力変化率設定部 51 からの変化率信号と、タイマ回路 53 からの時間信号が入力され、これらの信号に基づいて、時間が経過すると共に変化する基準電力信号が出力される。例えば、電力設定部 50 には当初において定格電力値が設定されており、ある時点において定格電力値より低い低電力値が設定されたときには、基準電力設定部 52 においては、電力変化率設定部 51 に設定された電力変化率に基づいて、タイマ回路 53 からの時間信号を受けながら、基準電力値を定格電力値から低電力値に変化させる。例えば、定格電力値が 230W、低電力値が 180W、電力変化率が 2.00W/s のときには、基準電力値が定格電力値 (230W) から低電力値 (180W) に 25 秒間かけて変更され、その後、電力設定部 50 に新たな電力値が設定されない限り、基準電力設定部 52 は、低電力値 (180W) の基準電力信号を出力する。

電力算出回路 54 においては、電圧検出部 V_x および電流検出部 R_x からの信号が入力され、これらの信号に基づいて点灯電力の電力値が算出され、得られた点灯電力信号が比較部 55 に入力され、この比較部 55 において、当該点灯電力信号が電力設定部 50 からの基準電力信号と比較される。比較部 55 から出力された信号は、PWM 回路 56 を経由してスイッチング素子 Q_x の駆動回路 G_x に入力される。

なお、フルブリッジ回路 U_2 は、前述したように、放電ランプ 10 の点灯周波数に寄与するものであり、フルブリッジ回路 U_2 に設定された周波数に

なるように、各駆動回路G 1 ～G 4 が駆動される。

[0031] 第 1 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置においては、給電装置 2 0 から放電ランプ 1 0 に交流電力が供給されることにより、当該放電ランプ 1 0 が点灯されると共に、給電装置 2 0 によって、放電ランプ 1 0 に供給される電力が、例えば以下のように制御される。

[0032] 図 3 は、第 1 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えた場合における放電ランプに供給される電力の値の変化の一例を示すグラフである。このグラフにおいて、縦軸は、放電ランプ 1 0 の定格電力値に対する実際に放電ランプ 1 0 に供給される電力の値の比率（定格電力値を 1 0 0 % としたときの供給電力値の比率）を示し、横軸は放電ランプ 1 0 の点灯時間を示す。

先ず、点灯モードが第 1 点灯モードに選択された状態で給電装置 2 0 が駆動されると、給電装置 2 0 から放電ランプ 1 0 には、第 1 点灯モードによる電力、具体的には放電ランプ 1 0 の定格電力に相当する電力値の交流電力が供給され、これにより、放電ランプ 1 0 が点灯される。次いで、第 1 点灯モードによる放電ランプ 1 0 の点灯を開始してから時間 T 1 が経過したときに、給電装置 2 0 において点灯モードが第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに変更されると、第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、給電装置 2 0 から供給される交流電力の電力値が 0. 0 1 ～ 2. 1 W / s の範囲から選択された所定の平均電力変化率で低下し、点灯モードが第 1 点灯モードから第 2 点灯モードが変更されてから時間 T 2 が経過すると、放電ランプ 1 0 に供給される交流電力の電力値が第 2 点灯モードによる電力の電力値に達し、第 2 点灯モードによる放電ランプ 1 0 の点灯が開始する。

ここで、モード切替期間の長さすなわち放電ランプ 1 0 に供給される電力の値が第 1 点灯モードによる供給電力の値から第 2 点灯モードによる供給電力の値に低下するまでの時間 T 2 について具体的な例を挙げて示すと、例えば放電ランプ 1 0 の定格電力値が 2 0 0 W、第 2 点灯モードによる供給電力

の値が120W（定格電力の60%）、モード切替期間における平均電力変化率が2.0W/sである場合には、 $T2 = (200W - 120W) \div 2.0W/s = 40s$ である。

[0033] また、給電装置20において点灯モードが第2点灯モードから第1点灯モードに変更されると、第2点灯モードから第1点灯モードに切り替えるモード切替期間において、給電装置20から供給される交流電力の値が2.1W/s以下の所定の平均電力変化率で上昇し、その後、放電ランプ10に供給される交流電力の電力値が第1点灯モードによる電力の電力値に達し、第1点灯モードによる放電ランプ10の点灯が開始する。

[0034] 以上において、放電ランプ10に供給される交流電力の電流波形は、基本周波数成分中に、当該基本周波数成分より低い周波数の低周波数成分が周期的に挿入された態様のものであることが好ましい。

放電ランプ10に供給される交流電力の電流波形の一例を図4に示す。この図において、縦軸は放電ランプ10に供給される電力の電流値を示し、横軸は放電ランプ10の点灯時間を示す。この電流波形においては、基本周波数成分F1中に、当該基本周波数成分より低い周波数の低周波数成分F2が周期的に挿入されている。

基本周波数成分F1の周波数は、例えば60～1000Hzの範囲から選択される。一方、低周波数成分F2の周波数は、基本周波数成分F1の周波数より低い周波数であって、例えば5～200Hzの範囲から選択される。

また、低周波数成分F2は、半サイクルの長さのものであってもよく、低周波数成分F2の挿入間隔（或る低周波数成分が挿入されてから次の低周波数成分が挿入されるまでの時間の間隔）は、120秒間以下が好ましく、より好ましくは0.01～120秒間である。基本周波数成分F1および低周波数成分F2の具体的な周波数、低周波数成分F2の挿入間隔、低周波数成分F2の振幅は、用いられる放電ランプ10の設計、特に電極14、15の熱的な設計との関係や、各点灯モードによる電力の値などを考慮して適宜選定される。

電流波形の具体的な一例を示すと、基本周波数成分 F_1 の周波数 370 Hz 、一の基本周波数成分 F_1 の長さが 37.5 サイクル、低周波数成分 F_2 の周波数が 90 Hz で、一の低周波数成分 F_2 の長さが 1 サイクルである。

[0035] 第1の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置においては、給電装置20から放電ランプ10に第1点灯モードによる電力が供給されているときには、放電ランプ10における一对の電極14, 15間には、図5(a)に示すように、電極14, 15の各々における頭部14a, 15aの先端に形成された突起p1を起点としてアークAが形成される。そして、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えるモード切替期間においては、図5(b)に示すように、放電ランプに供給される電力の値が低下するに伴って、電極14, 15間に形成されたアークAの形状が細くなるため、電極14, 15の各々における突起p1の表面には、ハロゲンサイクルによって、蒸発した電極物質がアークAの起点が位置する箇所に堆積し、これにより、図5(c)に示すように、電極14, 15の各々における突起p1の表面に微小突起p2が形成される。

[0036] 而して、第1の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置によれば、給電装置20によって、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が $0.01 \sim 2.1\text{ W/s}$ となる条件で放電ランプ10に供給する電力が制御されることにより、アークAの起点が電極14, 15の各々における突起p1の表面を移動せずに安定なアークAが形成されるため、電極14, 15の各々における突起p1の表面に、複数の微小突起p2が形成されることがなく、従って、第2点灯モードによる放電ランプ10の点灯中においてフリッカの発生を防止または抑制することができる。

[0037] [第2の実施の形態]

第2の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、給電装置は、上記の放電ランプ10に定格電力を供給する第1点灯モードと、放電ランプ10に定格電力より低い電力を供給する第2点灯モードとを切り替えて放電ラン

プ 1 0 を点灯する機能を有すると共に、第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、第 1 点灯モードによる供給電力以下で第 2 点灯モードによる供給電力以上である任意の電力値 P_1 から当該電力値 P_1 より低い電力値 P_2 に低下させた後、この電力値 P_2 から当該電力値 P_2 より高くかつ電力値 P_1 より低い電力値 P_3 に上昇させる電力変化（以下、「特定の電力変化」という。）を含む条件で、放電ランプ 1 0 に供給する電力を制御するものである。ここで、第 2 点灯モードにおいて放電ランプ 1 0 に供給される電力の値は、定格電力の値より低いものであれば特に制限されないが、通常、定格電力の 40～80% の範囲で選択される。

[0038] 第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、特定の電力変化は、少なくとも 1 回行われればよいが、2 回以上行われることが好ましく、特に第 1 点灯モードによる供給電力と第 2 点灯モードによる供給電力との電力値の差が大きい場合には、3 回以上で細かく行われることが好ましい。

[0039] 特定の電力変化において、電力値 P_1 は、第 1 点灯モードによる供給電力以下で第 2 点灯モードによる供給電力以上の値であれば、特に制限されず任意に定めることができる。電力値 P_2 は、電力値 P_1 より低い値であればよく、例えば第 2 点灯モードによる供給電力より低い値であってもよいが、電力値 P_1 と電力値 P_2 との差 ($P_1 - P_2$) が第 1 点灯モードによる供給電力の電力値の 5～50% 程度であることが好ましい。

電力値 P_3 は、電力値 P_2 より高くかつ電力値 P_1 より低い値であればよいが、電力値 P_3 と電力値 P_2 との差 ($P_3 - P_2$) が電力値 P_1 と電力値 P_2 との差 ($P_1 - P_2$) の 2～50% 程度であることが好ましい。

[0040] 特定の電力変化を 2 回以上行う場合には、最後の特定の電力変化が、電力値 P_1 から第 2 点灯モードによる供給電力より低い値の電力値 P_2 に低下させた後、第 2 点灯モードによる供給電力に相当する値の電力値 P_2 に上昇させる電力変化であることが好ましい。

[0041] また、放電ランプ 1 0 に供給される電力を電力値 P_1 から電力値 P_2 に低

下する際に、その平均電力変化率は、 $0.1 \sim 10 \text{ W/s}$ であることが好ましい。

また、放電ランプ 10 に供給される電力を電力値 P_2 から電力値 P_3 に上昇する際に、その平均電力変化率は、 $0.1 \sim 10 \text{ W/s}$ であることが好ましい。

[0042] 第 2 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置においては、給電装置から放電ランプ 10 に交流電力が供給されることにより、当該放電ランプ 10 が点灯されると共に、給電装置によって、放電ランプ 10 に供給される電力が、例えば以下のように制御される。

[0043] 図 6 は、第 2 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えた場合における放電ランプに供給される電力の値の変化の一例を示すグラフである。このグラフにおいて、縦軸は、放電ランプ 10 の定格電力値に対する実際に放電ランプ 10 に供給される電力の値の比率（定格電力値を 100% としたときの供給電力値の比率）を示し、横軸は放電ランプ 10 の点灯時間を示す。

先ず、点灯モードが第 1 点灯モードに選択された状態で給電装置が駆動されると、給電装置から放電ランプ 10 には、第 1 点灯モードによる電力、具体的には放電ランプ 10 の定格電力に相当する電力値の交流電力が供給され、これにより、放電ランプ 10 が点灯される。次いで、第 1 点灯モードによる放電ランプ 10 の点灯を開始してから時間 T_1 が経過したときに、給電装置において点灯モードが第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに変更されると、第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、第 1 点灯モードによる供給電力以下で第 2 点灯モードによる供給電力以上である任意の電力値 P_1 から当該電力値 P_1 より低い電力値 P_2 に低下させた後、この電力値 P_2 から当該電力値 P_2 より高くかつ電力値 P_1 より低い電力値 P_3 に上昇させる電力変化を行いながら、放電ランプ 10 に供給される電力が低下し、点灯モードが第 1 点灯モードから第 2 点灯モードが変更されてから時間 T_2 が経過すると、放電ランプ 10 に供給される交流電力の電

力値が第2点灯モードによる電力の電力値に達し、第2点灯モードによる放電ランプ10の点灯が開始する。

[0044] 以上において、放電ランプ10に供給される交流電力の電流波形は、基本周波数成分中に、当該基本周波数成分より低い周波数の低周波数成分が周期的に挿入された態様のものであることが好ましい。

放電ランプ10に供給される交流電力の電流波形の一例としては、第1の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において例示したもの、すなわち図4に示すものを挙げることができる。

基本周波数成分F1の周波数は、例えば60～1000Hzの範囲から選択される。一方、低周波数成分F2の周波数は、基本周波数成分F1の周波数より低い周波数であって、例えば5～200Hzの範囲から選択される。

また、低周波数成分は、半サイクルの長さのものであってもよく、低周波数成分の挿入間隔（或る低周波数成分が挿入されてから次の低周波数成分が挿入されるまでの時間の間隔）は、120秒間以下が好ましく、より好ましくは0.01～120秒間である。

基本周波数成分F1および低周波数成分F2の具体的な周波数、低周波数成分F2の挿入間隔、低周波数成分F2の振幅は、用いられる放電ランプ10の設計、特に電極14、15の熱的な設計との関係や、各点灯モードによる電力の値などを考慮して適宜選定される。

電流波形の具体的な一例を示すと、基本周波数成分F1の周波数370Hz、一の基本周波数成分F1の長さが37.5サイクル、低周波数成分F2の周波数が90Hzで、一の低周波数成分F2の長さが1サイクルである。

[0045] 第2の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置においては、給電装置から放電ランプ10に第1点灯モードによる電力が供給されているときには、放電ランプ10における一对の電極14、15間には、図7(a)に示すように、電極14、15の各々における頭部14a、15aの先端に形成された突起p1を起点としてアークAが形成される。

そして、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えるモード切替期間

において、放電ランプ 10 に供給される電力を、電力値 P 1 から電力値 P 2 に低下させたときには、図 7 (b) に示すように、電極 14, 15 間に形成されたアーク A の形状が細くなるため、電極 14, 15 の各々における突起 p 1 の表面には、ハロゲンサイクルによって、蒸発した電極物質がアーク A の起点が位置する箇所に堆積し、これにより、図 7 (c) に示すように、電極 14, 15 の各々における突起 p 1 の表面に微小突起 p 2 が形成される。このとき、電極 14, 15 間に形成されたアーク A の形状が急激に細くなるため、電極 14, 15 間に形成されたアーク A は、図 7 (d) に破線で示すように、起点が電極 14, 15 の各々における突起 p 1 の表面を移動することにより不安定な状態となる結果、図 7 (e) に示すように、電極 14, 15 の各々における突起 p 1 の表面には、複数の微小突起 p 2 が形成される。而して、放電ランプ 10 に供給される電力を、電力値 P 2 から電力値 P 3 に上昇させたときには、図 7 (f) に示すように、電極 14, 15 間に形成されたアーク A の形状が太くなると共に、複数の微小突起 p 2 が溶融し、これにより、図 7 (g) に示すように、微小突起 p 2 が 1 つに収斂する。

[0046] このように、第 2 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置によれば、第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、電力値 P 1 から電力値 P 2 に低下させた後、この電力値 P 2 から当該電力値 P 2 より高くかつ電力値 P 1 より低い電力値 P 3 に上昇させる電力変化を含む条件で、放電ランプ 10 に供給する交流電力を制御するため、放電ランプ 10 に供給される交流電力を電力値 P 1 から電力値 P 2 に低下させたときに、電極 14, 15 における突起 p 1 の表面に複数の微小突起 p 2 が形成されても、放電ランプ 10 に供給される交流電力を電力値 P 2 から電力値 P 3 に上昇させたときに、複数の微小突起 p 2 が 1 つの微小突起 p 2 に収斂されて電極 14, 15 が修復されるので、第 2 点灯モードによる放電ランプ 10 の点灯中においてフリッカの発生を防止または抑制することができる。

[0047] [第 3 の実施の形態]

第 3 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、給電装置は、上記

の放電ランプ 10 に定格電力を供給する定格電力点灯モードと、放電ランプ 10 に定格電力より低い電力を供給する低電力点灯モードとを切り替えて放電ランプ 10 を点灯する機能を有し、低電力点灯モードにおいて、放電ランプ 10 に対して、所定の電力値の基本交流電力を連続して供給すると共に、この基本交流電力に重畳される重畳電力を周期的に供給するものである。

ここで、低電力点灯モードにおける基本交流電力の電力値は、定格電力の値より低いものであれば特に制限されないが、通常、定格電力の 40～80% の範囲で選択される。

[0048] 放電ランプ 10 に供給される交流電力の電流波形は、基本周波数成分中に、当該基本周波数成分より低い周波数の低周波数成分が周期的に挿入された態様のものであることが好ましい。

放電ランプ 10 に供給される交流電力の電流波形の一例としては、第 1 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において例示したもの、すなわち図 4 に示すものを挙げることができる。

基本周波数成分 F 1 の周波数は、例えば 60～1000 Hz の範囲から選択される。一方、低周波数成分 F 2 の周波数は、基本周波数成分 F 1 の周波数より低い周波数であって、例えば 5～200 Hz の範囲から選択される。

また、低周波数成分は、半サイクルの長さのものであってもよく、低周波数成分の挿入間隔（或る低周波数成分が挿入されてから次の低周波数成分が挿入されるまでの時間の間隔）は、120 秒間以下が好ましく、より好ましくは 0.01～120 秒間である。

基本周波数成分 F 1 および低周波数成分 F 2 の具体的な周波数、低周波数成分 F 2 の挿入間隔、低周波数成分 F 2 の振幅は、用いられる放電ランプ 10 の設計、特に電極 14, 15 の熱的な設計との関係や、各点灯モードによる電力の値などを考慮して適宜選定される。

[0049] また、低電力点灯モードにおける基本交流電力の基本周波数成分は、定格電力点灯モードにおける交流電流の基本周波数成分よりも高い周波数であることが好ましく、例えば定格電力点灯モードにおける交流電流の基本周波数

成分の周波数の1. 1～10倍であることが好ましい。

また、低電力点灯モードにおける重畳電力の低周波数成分は、定格電力点灯モードの低周波数成分よりも低い周波数であることが好ましく、例えば定格電力の低周波数成分の周波数の10～95%であることが好ましい。

具体的な例を挙げると、放電ランプ10の定格電力が230W、低電力点灯モードによる基本交流電力が定格電力の75%である場合には、定格電圧点灯モードにおける交流電流の基本周波数成分が370Hz、低周波数成分が46.25Hz、低電力点灯モードにおける基本交流電力の基本周波数成分が518Hz、重畳電力の低周波数成分が37Hzである。

[0050] そして、給電装置によって、放電ランプ10の点灯電圧の測定値に応じて、重畳電力の供給時期、重畳電力の電力値若しくは重畳電力の供給時間が制御される。ここで、放電ランプ10の点灯電圧の測定値は、重畳電力が供給されているとき（以下、「電力重畳時」という。）に測定された値であっても、重畳電力が供給されていないとき（以下、「電力非重畳時」という。）に測定された値であってもよい。

[0051] 図8は、給電装置の一例における低電力点灯モードにおいて、放電ランプに供給される電力値の変化を、放電ランプの点灯電圧の変化と共に示す図である。

この例の給電装置は、低電力点灯モードにおいて、放電ランプ10の点灯電圧の測定値に応じて重畳電力の供給時期を制御するものである。具体的に説明すると、放電ランプ10の点灯電圧の測定値が所定の基準値 V_0 より低いときには、当該放電ランプ10には、電力値 P_1 の基本交流電力が供給されると共に、電力値 P_2 の重畳電力が所定の供給時間 T および所定の時間間隔 t_1 で基本交流電力に周期的に重畳されて供給されている。そして、放電ランプ10の点灯電圧の測定値が基準値 V_0 より高くなったときには、放電ランプ10に電力値 P_2 の重畳電力が所定の供給時間 T および時間間隔 t_1 より短い所定の時間間隔 t_2 で基本交流電力に周期的に重畳されて供給される、すなわち重畳電力の時間間隔が t_1 からそれより短い t_2 に変更される。また、放電ラ

ンプ 10 の点灯電圧の測定値が所定の基準値 V_0 より再び低くなったときには、放電ランプ 10 に電力値 P_2 の重畳電力が所定の供給時間 T および所定の時間間隔 t_1 で基本交流電力に周期的に重畳されて供給される、すなわち重畳電力の時間間隔が t_2 から t_1 に変更される。

[0052] 以上において、点灯電圧の基準値 V_0 は、放電ランプ 10 の仕様、低電力点灯モードにおいて放電ランプ 10 に供給される基本交流電力の電力値 P_1 、重畳電力の電力値 P_2 、重畳電力の供給時間 T 、重畳電力の時間間隔 t_1 、 t_2 などを考慮して適宜設定される。例えば重畳電力の時間間隔 t_1 、 t_2 の設定を長くするに従って、点灯電圧の基準値 V_0 の設定を高くすることが好ましい。

また、点灯電圧が基準値 V_0 より低いときの重畳電力の時間間隔 t_1 は、基本交流電力 P_1 、重畳電力の電力値 P_2 、重畳電力の供給時間 T などにもよるが、例えば 1 ～ 60 分間の範囲で設定されることが好ましい。

また、点灯電圧が基準値 V_0 より高いときの重畳電力の時間間隔 t_2 は、時間間隔 t_1 より短ければよく、基本交流電力の電力値 P_1 、重畳電力の電力値 P_2 、重畳電力の供給時間 T 、点灯電圧の基準値 V_0 などを考慮して適宜設定される。例えば点灯電圧の基準値 V_0 の設定を大きくするに従って、重畳電力の時間間隔 t_2 の設定を短くすることが好ましい。

また、重畳電力の供給時間 T は、基本交流電力の電力値 P_1 、重畳電力の電力値 P_2 、重畳電力の時間間隔 t_1 などにもよるが、例えば 1 ～ 10 分間の範囲で選定されることが好ましい。

また、重畳電力の電力値 P_2 は、基本交流電力の電力値 P_1 、重畳電力の供給時間 T 、重畳電力の時間間隔 t_1 などにもよるが、例えば定格電力の 65 ～ 120% の範囲で設定されることが好ましい。

[0053] さらに具体的な例を挙げると、以下の通りである。

定格電力点灯モードにおける供給電力 230W および低電力点灯モードにおける供給電力 138W に重畳電力 173W を供給し、いずれかのモードにおけるランプ電圧に従って、低電力点灯モードにおける供給電力および重畳電力のパラメータを設定する。

ランプ電圧が点灯電圧の基準値より低いときには重畳電力の時間間隔を長くし、ランプ電圧が上記基準値より高いときには重畳電力の時間間隔を短くする。例えば、

ランプ電圧が基準値 100 V 未満のときには、重畳電力の時間間隔を 15 分間とし、

ランプ電圧が基準値 100 V 以上のときには、重畳電力の時間間隔を 5 分間とする。

なお、このときいずれも重畳電力の供給時間は 2 分間である。

または、ランプ電圧が点灯電圧の基準値より低いときには重畳電力の供給時間を短くし、基準値より高いときには重畳電力の供給時間を長くする。例えば、

ランプ電圧が基準値 100 V 未満のときには、重畳電力の供給時間を 2 分間とし、

ランプ電圧が基準値 100 V 以上のときには、重畳電力の供給時間を 4 分間とする。

また、このときいずれも重畳電力の時間間隔は 15 分間である。

[0054] このような給電装置において、低電力点灯モードにおける供給電力の設定値の具体的な一例を挙げると、放電ランプ 10 の定格電力が 230 W である場合には、基本交流電力の電力値 P_1 が 138 W（定格電力の 60%）、重畳電力の電力値 P_2 が 35 W、重畳電力の供給時間が 2 分間、重畳電力の時間間隔 t_1 が 15 分間および時間間隔 t_2 が 5 分間、電力重畳時において測定される点灯電圧の基準値 V_0 が 80 V である。

[0055] 図 9 は、第 3 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、給電装置の他の例における低電力点灯モードにおいて放電ランプに供給される電力値の変化を、放電ランプの点灯電圧の変化と共に示す図である。

この例の給電装置は、低電力点灯モードにおいて、放電ランプ 10 の点灯電圧の測定値に応じて重畳電力の電力値を制御するものである。具体的に説明すると、放電ランプ 10 の点灯電圧の測定値が所定の基準値 V_0 より低いと

きには、当該放電ランプ 10 には、電力値 P_1 の基本交流電力が供給されると共に、電力値 P_2 の重畳電力が所定の供給時間 T および所定の時間間隔 t で基本交流電力に周期的に重畳されて供給されている。そして、放電ランプ 10 の点灯電圧の測定値が所定の基準値 V_0 より高くなったときには、放電ランプ 10 に電力値 P_2 より高い所定の電力値 P_3 の重畳電力が所定の供給時間 T および時間間隔 t で基本交流電力に周期的に重畳されて供給される、すなわち重畳電力の電力値が P_2 からそれより高い P_3 に変更される。また、放電ランプ 10 の点灯電圧の測定値が所定の基準値 V_0 より再び低くなったときには、放電ランプ 10 に所定の電力値 P_2 の重畳電力が所定の供給時間 T および時間間隔 t で基本交流電力に周期的に重畳されて供給される、すなわち重畳電力の電力値が P_3 から P_2 に変更される。

[0056] このような給電装置において、低電力点灯モードにおける供給電力の設定値の具体的な一例を挙げると、放電ランプ 10 の定格電力が 230W である場合には、基本交流電力の電力値 P_1 が 138W（定格電力の 60%）、重畳電力の電力値 P_2 が 35W および電力値 P_3 が 92W、重畳電力の供給時間 T が 2 分間、重畳電力の時間間隔 t が 15 分間、電力非重畳時において測定される点灯電圧の基準値 V_0 が 70V である。

[0057] 図 10 は、第 3 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置において、給電装置の更に他の例における低電力点灯モードにおいて放電ランプに供給される電力値の変化を、放電ランプの点灯電圧の変化と共に示す図である。

この例の給電装置は、低電力点灯モードにおいて、放電ランプ 10 の点灯電圧の測定値に応じて重畳電力の供給時間を制御するものである。具体的に説明すると、放電ランプ 10 の点灯電圧の測定値が所定の基準値 V_0 より低いときには、当該放電ランプ 10 には、電力値 P_1 の基本交流電力が供給されると共に、電力値 P_2 の重畳電力が所定の供給時間 T_1 および所定の時間間隔 t で基本交流電力に周期的に重畳されて供給されている。そして、放電ランプ 10 の点灯電圧の測定値が所定の基準値 V_0 より高くなったときには、放電ランプ 10 に電力値 P_2 の重畳電力が供給時間 T_1 より長い所定の供給時間 T_2 お

よび時間間隔 t で基本交流電力に周期的に重畳されて供給される、すなわち重畳電力の供給時間が T_1 からそれより長い T_2 に変更される。また、放電ランプ 10 の点灯電圧の測定値が所定の基準値 V_0 より再び低くなったときには、放電ランプ 10 に所定の電力値 P_2 の重畳電力が所定の供給時間 T_1 および時間間隔 t で基本交流電力に周期的に重畳されて供給される、すなわち重畳電力の供給時間が T_2 から T_1 に変更される。

[0058] このような給電装置において、低電力点灯モードにおける供給電力の設定値の具体的な一例を挙げると、放電ランプ 10 の定格電力が 230W である場合には、基本交流電力の電力値 P_1 が 138W（定格電力の 60%）、重畳電力の電力値 P_2 が 35W、重畳電力の供給時間 T_1 が 2 分間および供給時間 T_2 が 4 分間、重畳電力の時間間隔 t が 15 分間、電力非重畳時において測定される点灯電圧の基準値 V_0 が 70V である。

[0059] 第 3 の実施の形態に係る放電ランプ点灯装置によれば、給電装置によって、放電ランプ 10 に定格電力より低い電力を供給する低電力点灯モードにおいて、放電ランプ 10 に対して所定の電力値の基本交流電力に重畳される重畳電力が周期的に供給されると共に、当該放電ランプ 10 の点灯電圧の測定値に応じて、重畳電力の供給時期、重畳電力の電力値若しくは重畳電力の供給時間が制御されることにより、放電ランプ 10 の電極 14、15 の周辺に存在する蒸発した電極物質の量が増加し、これにより、放電ランプ 10 の電極 14、15 に対する蒸発した電極物質の堆積が促進されるので、放電ランプ 10 の電極 14、15 の損耗およびフリッカの発生を防止または抑制することができる。

[0060] 本発明の放電ランプ点灯装置は、上記の実施の形態に限定されず、種々の変更を加えることが可能である。

例えば放電ランプの電極の形態は、図 1 に示すものに限定されず、例えば円錐台状の頭部を有するものであってもよい。

[0061] 第 1 の実施の形態において、例えば給電装置は、上記の第 2 点灯モードと、放電ランプに第 2 点灯モードによる供給電力より低い電力を供給する第 3

点灯モードとを切り替えて放電ランプを点灯する機能を有するものであってもよい。

このような放電ランプ点灯装置においては、給電装置は、第2点灯モードから第3点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が $0.01 \sim 2.1 \text{ W/s}$ となる条件で、放電ランプに供給する電力を制御するものであることが好ましく、更に、第3点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が 2.1 W/s 以下となる条件で、放電ランプに供給する電力を制御するものであることが好ましい。

[0062] また、給電装置においては、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、放電ランプに供給される電力を、電力変化率が常に一定となる条件で低下させる必要はなく、図11に示すように、電力値の低下および電力値の維持を交互に繰り返しながら、放電ランプに供給される電力が第1点灯モードによる電力値から第2点灯モードによる電力値に低下するように制御されてもよい。

また、第2点灯モードから第1点灯モードに切り替えるモード切替期間において、電力値の上昇および電力値の維持を交互に繰り返しながら、放電ランプに供給される電力が第2点灯モードによる電力値から第1点灯モードによる電力値に上昇するように制御されてもよい。

更に、給電装置が、第2点灯モードと、放電ランプに第2点灯モードによる供給電力より低い電力を供給する第3点灯モードとを切り換えて放電ランプを点灯する機能を有するものである場合には、第2点灯モードから第3点灯モードに切り替えるモード切替期間または第3点灯モードから第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、電力値の低下および電力値の維持を交互に繰り返しながら、或いは電力値の上昇および電力値の維持を交互に繰り返しながら、放電ランプに供給される電力が第2点灯モードによる電力値から第3点灯モードによる電力値に低下する、或いは第3点灯モードによる電力値から第2点灯モードによる電力値に上昇するように制御されてもよい。

い。

このような電力制御を行う場合には、各モード切替期間、すなわち図 11 において t_1 から t_2 までの期間における平均電力変化率が $0.01 \sim 2.1 \text{ W/s}$ となる条件で、放電ランプに供給する電力が制御されればよい。

また、給電装置としては、図 2 に示す構成のものに限定されず、種々の回路構成のものを用いることができる。

[0063] 第 2 の実施の形態において、例えば給電装置は、上記の第 2 点灯モードと、放電ランプに第 2 点灯モードによる供給電力より低い電力を供給する第 3 点灯モードとを切り替えて放電ランプを点灯する機能を有するものであってもよい。

このような放電ランプ点灯装置においては、給電装置は、第 2 点灯モードから第 3 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、第 2 点灯モードによる供給電力以下で前記第 3 点灯モードによる供給電力以上である任意の電力値 P_1 から当該電力値 P_1 より低い電力値 P_2 に低下させた後、この電力値 P_2 から当該電力値 P_2 より高くかつ電力値 P_1 より低い電力値 P_3 に上昇させる電力変化を含む条件で、放電ランプに供給する電力を制御するものであることが好ましい。

[0064] また、給電装置においては、第 1 点灯モードから第 2 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、電力値 P_1 から電力値 P_2 に低下させる電力変化に連続して電力値 P_2 から電力値 P_3 に上昇させる電力変化を行う必要はなく、例えば図 12 に示すように、電力値 P_1 から電力値 P_2 に低下させ、この電力値 P_2 を維持した後、電力値 P_2 から電力値 P_3 に上昇させてもよい。

また、放電ランプに第 2 点灯モードによる供給電力より低い電力を供給する第 3 点灯モードとを切り換えて放電ランプを点灯する機能を有するものである場合には、第 2 点灯モードから第 3 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、電力値 P_1 から電力値 P_2 に低下させ、この電力値 P_2 を維持した後、電力値 P_2 から電力値 P_3 に上昇させてもよい。

[0065] 第3の実施の形態において、給電装置は、いずれも放電ランプ10の点灯電圧の測定値に応じて、重畳電力の供給時期、重畳電力の電力値および重畳電力の供給時間のうち一つを制御するものであるが、重畳電力の供給時期、重畳電力の電力値および重畳電力の供給時間のうち二つを制御するものであっても、重畳電力の供給時期、重畳電力の電力値および重畳電力の供給時間の全てを制御するものであってもよい。

また、給電装置は、放電ランプ10の点灯電圧の基準値が二つ以上設定され、それぞれの基準値に基づいて、重畳電力の供給時期、重畳電力の電力値若しくは重畳電力の供給時間を制御するものであってもよい。

また、給電装置は、放電ランプの点灯電圧の測定値が所定の基準値より低いときには、重畳電力の供給が0（重畳電力が供給されない状態）に設定されたものであってもよい。

実施例

[0066] 〔放電ランプの作製〕

図1に示す構成に従い、下記の仕様の放電ランプ（A）および放電ランプ（B）を作製した。

[0067] 放電ランプ（A）：

- ・発光管は石英ガラス製で、発光部の最大外径が10 mm、発光部の内容積が65 mm³である。
- ・電極の各々はタングステン製で、電極間距離が1.0 mmである。
- ・発光管内には、0.3 mg/mm³の水銀、静圧で13 kPaのアルゴンガス、および $4.0 \times 10^{-4} \mu\text{mol/mm}^3$ のハロゲン（Br）が封入されている。
- ・放電ランプ（A）の定格電力は230 W、定格電圧は80 V、管壁負荷値は2.5 W/mm²である。

[0068] 放電ランプ（B）：

- ・発光管は石英ガラス製で、発光部の最大外径が9.4 mm、発光部の内容積が50 mm³である。

- ・電極の各々はタングステン製で、電極間距離が0.7 mmである。
- ・発光管内には、0.3 mg/mm³の水銀、静圧で13 kPaのアルゴンガス、および $5.0 \times 10^{-4} \mu\text{mol/mm}^3$ のハロゲン(Br)が封入されている。
- ・放電ランプ(B)の定格電力は180 W、定格電圧は65 V、管壁負荷値は2.5 W/mm²である。

[0069] [第1の実施の形態に係る実施例]

〈実験例1〉

放電ランプ(A)に230 W(定格電力値)の交流電力(370 Hzの基本周波数成分37.5サイクル毎に90 Hzの低周波数成分が1サイクル挿入されたもの)を供給して点灯させ、当該放電ランプ(A)に供給される電力の値を、下記表1に示す平均電力変化率で、230 Wから138 W(定格電力値の60%)に低下させた後、放電ランプ(A)から放射される光を目視で観察してフリッカの発生状況を調べ、さらにフリッカの発生が視認されない場合には、照度計などの計測器を用いて照射面の照度を測定し、照度値の変動率が±2%以内の場合を◎、変動率が±2%の範囲を超えて±3%以内の場合を○、目視でフリッカの発生が確認された場合を×として評価した。

また、上記の操作を5回繰り返して行い、その後、放電ランプ(A)の発光管を観察して黒化の発生状況を調べ、黒化の発生が認められない場合を○、黒化の発生が認められた場合を×として評価した。

以上の結果を下記表1に示す。

[0070] [表1]

電力変化率 (W/s)	9.20	3.07	2.04	1.53	1.02	0.77	0.51	0.44	0.38	0.31	0.15	0.08	0.05	0.03
モード切替期間の時間(s)	10	30	45	60	90	120	180	210	240	300	600	1200	1800	3600
フリッカの発生状況	×	×	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○
黒化の発生状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0071] 〈実験例2〉

放電ランプ（Ａ）に１８４Ｗ（定格電力値の８０％）の交流電力（３７０Ｈｚの基本周波数成分３７．５サイクル毎に９０Ｈｚの低周波数成分が１サイクル挿入されたもの）を供給して点灯させ、当該放電ランプ（Ａ）に供給される電力の値を、下記表２に示す平均電力変化率で、１８４Ｗから１１５Ｗ（定格電力値の５０％）に低下させた後、放電ランプ（Ａ）から放射される光を目視で観察してフリッカの発生状況を調べ、さらにフリッカの発生が視認されない場合には、照度計などの計測器を用いて照射面の照度を測定し、照度値の変動率が±２％以内の場合を◎、変動率が±２％の範囲を超えて±３％以内の場合を○、目視でフリッカの発生が確認された場合を×として評価した。

また、上記の操作を５回繰り返して行い、その後、放電ランプ（Ａ）の発光管を観察して黒化の発生状況を調べ、黒化の発生が認められない場合を○、黒化の発生が認められた場合を×として評価した。

以上の結果を下記表２に示す。

[0072] [表２]

電力変化率 (W/s)	6.90	2.30	1.97	1.15	0.77	0.58	0.38	0.33	0.29	0.23	0.12	0.06	0.04	0.02
モード切替期間の時間 (s)	10	30	45	60	90	120	180	210	240	300	600	1200	1800	3600
フリッカの発生状況	×	×	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○
黒化の発生状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0073] 〈実験例３〉

放電ランプ（Ａ）に１８４Ｗ（定格電力値の８０％）の交流電力（３７０Ｈｚの基本周波数成分３７．５サイクル毎に９０Ｈｚの低周波数成分が１サイクル挿入されたもの）を供給して点灯させ、当該放電ランプ（Ａ）に供給される電力の値を、下記表３に示す平均電力変化率で、１８４Ｗから１３８Ｗ（定格電力値の６０％）に低下させた後、放電ランプ（Ａ）から放射される光を目視で観察してフリッカの発生状況を調べ、さらにフリッカの発生が視認されない場合には、照度計などの計測器を用いて照射面の照度を測定し、照度値の変動率が±２％以内の場合を◎、変動率が±２％の範囲を超えて

± 3 %以内の場合を○、目視でフリッカの発生が確認された場合を×として評価した。

また、上記の操作を 5 回繰り返して行い、その後、放電ランプ（A）の発光管を観察して黒化の発生状況を調べ、黒化の発生が認められない場合を○、黒化の発生が認められた場合を×として評価した。

以上の結果を下記表 3 に示す。

[0074] [表3]

電力変化率 (W/s)	4.60	2.30	1.53	0.77	0.51	0.38	0.26	0.22	0.19	0.15	0.08	0.04	0.03	0.013
モード切替期間の時間 (s)	10	30	45	60	90	120	180	210	240	300	600	1200	1800	3600
フリッカの発生状況	×	×	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○
黒化の発生状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0075] 〈実験例 4〉

放電ランプ（A）に 1 6 1 W（定格電力値の 7 0 %）の交流電力（3 7 0 H z の基本周波数成分 3 7 . 5 サイクル毎に 9 0 H z の低周波数成分が 1 サイクル挿入されたもの）を供給して点灯させ、当該放電ランプ（A）に供給される電力の値を、下記表 4 に示す平均電力変化率で、1 8 4 W から 1 3 8 W（定格電力値の 6 0 %）に低下させた後、放電ランプ（A）から放射される光を目視で観察してフリッカの発生状況を調べ、さらにフリッカの発生が視認されない場合には、照度計などの計測器を用いて照射面の照度を測定し、照度値の変動率が ± 2 % 以内の場合を◎、変動率が ± 2 % の範囲を超えて ± 3 % 以内の場合を○、目視でフリッカの発生が確認された場合を×として評価した。

また、上記の操作を 5 回繰り返して行い、その後、放電ランプ（A）の発光管を観察して黒化の発生状況を調べ、黒化の発生が認められない場合を○、黒化の発生が認められた場合を×として評価した。

以上の結果を下記表 4 に示す。

[0076]

[表4]

電力変化率 (W/s)	2.30	1.53	0.77	0.38	0.26	0.19	0.13	0.10	0.10	0.08	0.04	0.02	0.013	0.006
モード切替期間の時間(s)	10	30	45	60	90	120	180	210	240	300	600	1200	1800	3600
フリッカの発生状況	×	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	○	○
黒化の発生状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×

[0077] 〈実験例5〉

放電ランプ（B）に180W（定格電力値）の交流電力（370Hzの基本周波数成分37.5サイクル毎に90Hzの低周波数成分が1サイクル挿入されたもの）を供給して点灯させ、当該放電ランプ（B）に供給される電力の値を、下記表5に示す平均電力変化率で、180Wから108W（定格電力値の60％）に低下させた後、放電ランプ（B）から放射される光を目視で観察してフリッカの発生状況を調べ、さらにフリッカの発生が視認されない場合には、照度計などの計測器を用いて照射面の照度を測定し、照度値の変動率が±2％以内の場合を◎、変動率が±2％の範囲を超えて±3％以内の場合を○、目視でフリッカの発生が確認された場合を×として評価した。

また、上記の操作を5回繰り返して行い、その後、放電ランプ（B）の発光管を観察して黒化の発生状況を調べ、黒化の発生が認められない場合を○、黒化の発生が認められた場合を×として評価した。

以上の結果を下記表5に示す。

[0078] [表5]

電力変化率 (W/s)	7.20	2.40	2.06	1.20	0.80	0.60	0.40	0.34	0.30	0.24	0.12	0.06	0.04	0.02
モード切替期間の時間(s)	10	30	45	60	90	120	180	210	240	300	600	1200	1800	3600
フリッカの発生状況	×	×	○	○	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○
黒化の発生状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0079] 表1から表5の結果から明らかなように、平均電力変化率が0.01～2.1W/sとなる条件で、放電ランプに供給される電力を低下させたときには、フリッカが発生せず、また、上記の条件で放電ランプに供給される電力を低下させることを繰り返し行っても、放電ランプの発光管に黒化が発生し

ないことが確認された。

[0080] 〈実験例 6〉

放電ランプ（A）に 138 W（定格電力値の 60％）の交流電力（370 Hz の基本周波数成分 37.5 サイクル毎に 90 Hz の低周波数成分が 1 サイクル挿入されたもの）を供給して点灯させ、当該放電ランプ（A）に供給される電力の値を、下記表 6 に示す平均電力変化率で、138 W から 230 W（定格電力値）に上昇させた後、発光管を目視で観察してクラックの発生状況を調べ、発光管にクラックが発生していない場合を○、発光管にクラックが発生した場合を×として評価した。

また、上記の操作を 5 回繰り返して行い、その後、放電ランプ（A）の発光管を観察して黒化の発生状況を調べ、黒化の発生が認められない場合を○、黒化の発生が認められた場合を×として評価した。

以上の結果を下記表 6 に示す。

[0081] [表6]

電力変化率 (W/s)	9.20	3.07	2.04	1.53	1.02	0.77	0.51	0.44	0.38	0.31	0.15	0.08	0.05	0.03
モード切替期間の時間 (s)	10	30	45	60	90	120	180	210	240	300	600	1200	1800	3600
クラックの発生状況	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
黒化の発生状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0082] 〈実験例 7〉

放電ランプ（A）に 115 W（定格電力値の 50％）の交流電力（370 Hz の基本周波数成分 37.5 サイクル毎に 90 Hz の低周波数成分が 1 サイクル挿入されたもの）を供給して点灯させ、当該放電ランプ（A）に供給される電力の値を、下記表 7 に示す平均電力変化率で、115 W から 184 W（定格電力値の 80％）に上昇させた後、発光管を目視で観察してクラックの発生状況を調べ、発光管にクラックが発生していない場合を○、発光管にクラックが発生した場合を×として評価した。

また、上記の操作を 5 回繰り返して行い、その後、放電ランプ（A）の発光管を観察して黒化の発生状況を調べ、黒化の発生が認められない場合を○

、黒化の発生が認められた場合を×として評価した。

以上の結果を下記表 7 に示す。

[0083] [表7]

電力変化率 (W/s)	6.90	2.30	1.97	1.15	0.77	0.58	0.38	0.33	0.29	0.23	0.12	0.06	0.04	0.02
モード切替期間の時間(s)	10	30	45	60	90	120	180	210	240	300	600	1200	1800	3600
クラックの発生状況	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
黒化の発生状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0084] 〈実験例 8〉

放電ランプ (A) に 1 3 8 W (定格電力値の 6 0 %) の交流電力 (3 7 0 H z の基本周波数成分 3 7 . 5 サイクル毎に 9 0 H z の低周波数成分が 1 サイクル挿入されたもの) を供給して点灯させ、当該放電ランプ (A) に供給される電力の値を、下記表 8 に示す平均電力変化率で、1 3 8 W から 1 8 4 W (定格電力値の 8 0 %) に上昇させた後、発光管を目視で観察してクラックの発生状況を調べ、発光管にクラックが発生していない場合を○、発光管にクラックが発生した場合を×として評価した。

また、上記の操作を 5 回繰り返して行い、その後、放電ランプ (A) の発光管を観察して黒化の発生状況を調べ、黒化の発生が認められない場合を○、黒化の発生が認められた場合を×として評価した。

以上の結果を下記表 8 に示す。

[0085] [表8]

電力変化率 (W/s)	4.60	2.30	1.53	0.77	0.51	0.38	0.26	0.22	0.19	0.15	0.08	0.04	0.03	0.013
モード切替期間の時間(s)	10	30	45	60	90	120	180	210	240	300	600	1200	1800	3600
クラックの発生状況	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
黒化の発生状況	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

[0086] 〈実験例 9〉

放電ランプ (A) に 1 3 8 W (定格電力値の 6 0 %) の交流電力 (3 7 0 H z の基本周波数成分 3 7 . 5 サイクル毎に 9 0 H z の低周波数成分が 1 サイクル挿入されたもの) を供給して点灯させ、当該放電ランプ (A) に供給される電力の値を、下記表 9 に示す平均電力変化率で、1 8 4 W から 1 6 1

W（定格電力値の70％）に上昇させた後、発光管を目視で観察してクラックの発生状況を調べ、発光管にクラックが発生していない場合を○、発光管にクラックが発生した場合を×として評価した。

また、上記の操作を5回繰り返して行い、その後、放電ランプ（A）の発光管を観察して黒化の発生状況を調べ、黒化の発生が認められない場合を○、黒化の発生が認められた場合を×として評価した。

以上の結果を下記表 9 に示す。

[0087] [表9]

[illegible]

[0088] 〈実験例 10〉

放電ランプ（Ｂ）に１０８Ｗ（定格電力値の６０％）の交流電力（３７０Ｈｚの基本周波数成分３７．５サイクル毎に９０Ｈｚの低周波数成分が１サイクル挿入されたもの）を供給して点灯させ、当該放電ランプ（Ｂ）に供給される電力の値を、下記表１０に示す平均電力変化率で、１０８Ｗから１８０Ｗ（定格電力値）に上昇させた後、発光管を目視で観察してクラックの発生状況を調べ、発光管にクラックが発生していない場合を○、発光管にクラックが発生した場合を×として評価した。結果を下記表１０に示す。

また、上記の操作を5回繰り返して行い、その後、放電ランプ（B）の発光管を観察して黒化の発生状況を調べ、黒化の発生が認められない場合を○、黒化の発生が認められた場合を×として評価した。

以上の結果を下記表 10 に示す。

〔0089〕〔表10〕

[illegible]

[0090] 表6から表10の結果から明らかなように、平均電力変化率が0.01～2.1W/sとなる条件で、放電ランプに供給される電力を上昇させたときには、発光管にクラックが発生せず、また、上記の条件で放電ランプに供給される電力を低下させることを繰り返し行っても、放電ランプの発光管に黒化が発生しないことが確認された。

[0091] [第2の実施の形態に係る実施例]

〈実験例1〉

放電ランプ(A)に定格電力値の75%の電力(172.5W)の交流電力(370Hzの基本周波数成分37.5サイクル毎に90Hzの低周波数成分が1サイクル挿入されたもの)を供給して点灯させ、当該放電ランプ(A)に供給する電力を、4秒間で定格電力の7%(16.1W)低下させ(平均電力変化率4.025W/s)、その後、1秒間で定格電力の2%(4.6W)上昇させる(平均電力変化率4.6W/s)電力変化(5秒間のサイクルで定格電力の5%(11.5W)低下させる電力変化)を3回繰り返すことによって、定格電力値の60%(132W)に低下させた。実験例1における放電ランプに供給される電力の値の変化のグラフを図13に示す。

そして、放電ランプ(A)に供給される電力を定格電力値の60%(132W)に維持した状態で、放電ランプ(A)から放射される光を目視で観察したところ、フリッカの発生は認められなかった。

[0092] 〈比較実験例1〉

放電ランプ(A)に定格電力値の75%の電力(172.5W)の交流電力(370Hzの基本周波数成分37.5サイクル毎に90Hzの低周波数成分が1サイクル挿入されたもの)を供給して点灯させ、当該放電ランプ(A)に供給する電力を、30秒間で定格電力の15%(34.5W)低下させる(平均電力変化率2.3W/s)ことによって、定格電力値の60%(132W)に低下させ、この状態で、放電ランプ(A)から放射される光を目視で観察したところ、フリッカが発生していることが認められた。

[0093] [第3の実施の形態に係る実施例]

〈実験例 1〉

放電ランプ（A）に、基本交流電力および重畳電力を下記の条件に従って供給することによって、当該放電ランプ（A）を 200 時間点灯させた後に、放電ランプ（A）から放射される光を目視で観察したところ、フリッカの発生は認められず、また、放電ランプ（A）の電極を観察したところ、異常は認められなかった。

[0094] [基本交流電力]

- ・ 電流周波数：740 Hz
- ・ 電力値：138 W（定格電力値の 60%）

[重畳電力]

- ・ 電流周波数：518 Hz
- ・ 重畳電力値：35 W（基本交流電力および重畳電力の合計が 173 W）
- ・ 供給時間：2 分間
- ・ 時間間隔：

重畳電力が供給されているときの点灯電圧の測定値が 80 V 以下のとき；
15 分間

重畳電力が供給されているときの点灯電圧の測定値が 80 V を超えるとき；
5 分間

[0095] 〈実験例 2〉

放電ランプ（A）に、基本交流電力および重畳電力を下記の条件に従って供給することによって、当該放電ランプ（A）を 200 時間点灯させた後に、放電ランプ（A）から放射される光を目視で観察したところ、フリッカの発生は認められず、また、放電ランプ（A）の電極を観察したところ、異常は認められなかった。

[0096] [基本交流電力]

- ・ 電流周波数：740 Hz
- ・ 電力値：138 W（定格電力値の 60%）

[重畳電力]

- ・ 電流周波数：5 1 8 H z
- ・ 重畳電力値：3 5 W（基本交流電力および重畳電力の合計が1 7 3 W）
- ・ 供給時間：2 分間
- ・ 時間間隔：
重畳電力が供給されているときの点灯電圧の測定値が8 0 V未満のとき；
1 5 分間
重畳電力が供給されているときの点灯電圧の測定値が8 0 V以上で1 0 0 V未満のとき；1 0 分間
重畳電力が供給されているときの点灯電圧の測定値が1 0 0 V以上のとき；
5 分間

[0097] 〈実験例3〉

放電ランプ（A）に、基本交流電力および重畳電力を下記の条件に従って供給することによって、当該放電ランプ（A）を2 0 0時間点灯させた後に、放電ランプ（A）から放射される光を目視で観察したところ、フリッカの発生は認められず、また、放電ランプ（A）の電極を観察したところ、異常は認められなかった。

[0098] [基本交流電力]

- ・ 電流周波数：7 4 0 H z
- ・ 電力値：1 3 8 W（定格電力値の6 0 %）

[重畳電力]

- ・ 電流周波数：5 1 8 H z
- ・ 重畳電力値：3 5 W（基本交流電力および重畳電力の合計が1 7 3 W）
- ・ 時間間隔：
重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が7 5 V未満のとき；
5 分間
重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が7 5 V以上のとき；
1 5 分間
- ・ 供給時間：2 分間

[0099] 〈実験例 4〉

放電ランプ（A）に、基本交流電力および重畳電力を下記の条件に従って供給することによって、当該放電ランプ（A）を 200 時間点灯させた後に、放電ランプ（A）から放射される光を目視で観察したところ、フリッカの発生は認められず、また、放電ランプ（A）の電極を観察したところ、異常は認められなかった。

[0100] [基本交流電力]

- ・ 電流周波数：740 Hz
- ・ 電力値：138 W（定格電力値の 60%）

[重畳電力]

- ・ 電流周波数：518 Hz
- ・ 重畳電力値：35 W（基本交流電力および重畳電力の合計が 173 W）
- ・ 供給時間：

重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が 70 V 未満のとき
； 2 分間

重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が 70 V 以上のとき
； 4 分間

- ・ 時間間隔：15 分間

[0101] 〈実験例 5〉

放電ランプ（A）に、基本交流電力および重畳電力を下記の条件に従って供給することによって、当該放電ランプ（A）を 200 時間点灯させた後に、放電ランプ（A）から放射される光を目視で観察したところ、フリッカの発生は認められず、また、放電ランプ（A）の電極を観察したところ、異常は認められなかった。

[0102] [基本交流電力]

- ・ 電流周波数：740 Hz
- ・ 電力値：138 W（定格電力値の 60%）

[重畳電力]

- ・電流周波数：5 1 8 H z

- ・重畳電力値：

重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が7 0 V以下のとき
； 3 5 V（基本交流電力および重畳電力の合計が1 7 3 W）

重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が7 0 Vを超えると
き； 9 2 V（基本交流電力および重畳電力の合計が2 3 0 W）

- ・時間間隔：1 5 分間

- ・供給時間：2 分間

[0103] 〈実験例6〉

放電ランプ（A）に、基本交流電力および重畳電力を下記の条件に従って供給することによって、当該放電ランプ（A）を2 0 0時間点灯させた後に、放電ランプ（A）から放射される光を目視で観察したところ、フリッカの発生は認められず、また、放電ランプ（A）の電極を観察したところ、異常は認められなかった。

[0104] [基本交流電力]

- ・電流周波数：7 4 0 H z

- ・電力値：1 3 8 W（定格電力値の6 0 %）

[重畳電力]

- ・電流周波数：5 1 8 H z

- ・重畳電力値：

重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が7 0 V以下のとき
； 3 5 V（基本交流電力および重畳電力の合計が1 7 3 W）

重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が7 0 Vを超えると
き； 9 2 V（基本交流電力および重畳電力の合計が2 3 0 W）

- ・時間間隔：1 5 分間

- ・供給時間：2 分間

重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が7 0 V以下のとき
； 3 分間

重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が70Vを超えると
き；4分間

[0105] 〈実験例7〉

放電ランプ（A）に、基本交流電力および重畳電力を下記の条件に従って供給することによって、当該放電ランプ（A）を200時間点灯させた後に、放電ランプ（A）から放射される光を目視で観察したところ、フリッカの発生は認められず、また、放電ランプ（A）の電極を観察したところ、異常は認められなかった。

[0106] [基本交流電力]

- ・ 電流周波数：740Hz
- ・ 電力値：138W（定格電力値の60%）

[重畳電力]

- ・ 電流周波数：518Hz
- ・ 重畳電力値：35V
- ・ 時間間隔：最短で5分間
- ・ 供給時間：

重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が70V以下のとき
；0分間

重畳電力が供給されていないときの点灯電圧の測定値が70Vを超えると
き；2分間

[0107] 〈比較実験例1〉

放電ランプ（A）に、電流周波数が740Hzで電力値が138W（定格電力値の60%）の交流電力を供給することによって、当該放電ランプ（A）を200時間点灯させた後に、放電ランプ（A）から放射される光を目視で観察したところ、フリッカの発生が認められた。また、放電ランプ（A）の電極を観察したところ、先端が損耗していることが認められた。

符号の説明

[0108] 10 放電ランプ

- 1 1 発光管
- 1 2 発光部
- 1 3 封止部
- 1 4, 1 5 電極
- 1 4 a, 1 5 a 頭部
- 1 4 b, 1 5 b 軸部
- 1 4 c, 1 5 c コイル部
- 1 6, 1 7 金属箔
- 1 8, 1 9 外部リード
- 2 0 給電装置
- 5 0 電力設定部
- 5 1 電力変化率設定部
- 5 2 基準電力設定部
- 5 3 タイマ回路
- 5 4 電力算出回路
- 5 5 比較部
- 5 6 PWM回路
- 9 0, 9 1 電極
- C h コンデンサ
- C x 平滑コンデンサ
- D x ダイオード
- G 1, G 2, G 3, G 4, G x 駆動回路
- G w フルブリッジ制御回路
- L h コイル
- L x リアクトル
- Q 1, Q 2, Q 3, Q 4, Q x スイッチング素子
- R x 電流検出部
- U 1 チョッパ回路

U 2 フルブリッジ回路

U 3 スタータ回路

U 4 制御部

V x 電圧検出部

A アーク

p 1 突起

p 2 微小突起

S 放電空間

請求の範囲

- [請求項1] それぞれ先端に突起が形成されたタングステン製の一对の電極を有する放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具備する放電ランプ点灯装置において、
- 前記給電装置は、前記放電ランプに定格電力を供給する第1点灯モードと、前記放電ランプに定格電力より低い電力を供給する第2点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第1点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が $0.01 \sim 2.1 \text{ W/s}$ となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする放電ランプ点灯装置。
- [請求項2] 前記給電装置は、前記第2点灯モードから前記第1点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が 2.1 W/s 以下となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであ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] 前記給電装置は、前記第2点灯モードと、前記放電ランプに前記第2点灯モードによる供給電力より低い電力を供給する第3点灯モードとを切り換えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第2点灯モードから前記第3点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が $0.01 \sim 2.1 \text{ W/s}$ となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の放電ランプ点灯装置。
- [請求項4] 前記給電装置は、前記第3点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が 2.1 W/s 以下となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする請求項3に記載の放電ランプ点灯装置。
- [請求項5] それぞれ先端に突起が形成された一对の電極を有する放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具備する放電

ランプ点灯装置において、

前記給電装置は、前記放電ランプに定格電力を供給する第1点灯モードと、前記放電ランプに定格電力より低い電力を供給する第2点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第1点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記第1点灯モードによる供給電力以下で前記第2点灯モードによる供給電力以上である任意の電力値P1から当該電力値P1より低い電力値P2に低下させた後、この電力値P2から当該電力値P2より高くかつ前記電力値P1より低い電力値P3に上昇させる電力変化を含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする放電ランプ点灯装置。

[請求項6]

前記給電装置は、前記第1点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記電力値P1から当該電力値P1より低い電力値P2に低下させた後、この電力値P2から当該電力値P2より高くかつ前記電力値P1より低い電力値P3に上昇させる電力変化を2回以上含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであ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]

前記給電装置は、前記第2点灯モードと、前記放電ランプに前記第2点灯モードによる供給電力より低い電力を供給する第3点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第2点灯モードから前記第3点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記第2点灯モードによる供給電力以下で前記第3点灯モードによる供給電力以上である任意の電力値P1から当該電力値P1より低い電力値P2に低下させた後、この電力値P2から当該電力値P2より高くかつ前記電力値P1より低い電力値P3に上昇させる電力変化を含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする請求項5または請求項6に記載の放電ランプ点灯装置

。

[請求項8] 前記給電装置は、前記第2点灯モードから前記第3点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記電力値P1から当該電力値P1より低い電力値P2に低下させた後、この電力値P2から当該電力値P2より高くかつ前記電力値P1より低い電力値P3に上昇させる電力変化を2回以上含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする請求項7に記載の放電ランプ点灯装置。

[請求項9] 放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具えてなる放電ランプ点灯装置において、

前記給電装置は、前記放電ランプに定格電力を供給する定格電力点灯モードと、前記放電ランプに定格電力より低い電力を供給する低電力点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプに対して、所定の電力値の基本交流電力を連続して供給すると共に、この基本交流電力に重畳される重畳電力を周期的に供給し、かつ、当該放電ランプの点灯電圧の測定値に応じて、重畳電力の供給時期、重畳電力の電力値若しくは重畳電力の供給時間を制御するものであることを特徴とする放電ランプ点灯装置。

[請求項10] 前記給電装置は、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプの点灯電圧の測定値が所定の基準値より高いときには、当該測定値が所定の基準値より低いときよりも短い時間間隔で前記重畳電力を前記放電ランプに供給するよう、前記重畳電力の供給時期を制御するものであることを特徴とする請求項9に記載の放電ランプ点灯装置。

[請求項11] 前記給電装置は、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプの点灯電圧の測定値が所定の基準値より高いときには、当該測定値が所定の基準値より低いときよりも高い電力値で前記重畳電力を前記放電ランプに供給するよう、前記重畳電力の電力値を制御するものであ

ることを特徴とする請求項 9 または請求項 10 に記載の放電ランプ点灯装置。

[請求項12] 前記給電装置は、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプの点灯電圧の測定値が所定の基準値より高いときには、当該測定値が所定の基準値より低いときよりも長い時間で前記重畳電力を前記放電ランプに供給するよう、前記重畳電力の供給時間を制御するものであることを特徴とする請求項 9 乃至請求項 11 のいずれかに記載の放電ランプ点灯装置。

[請求項13] 前記放電ランプの点灯電圧の測定値が、前記重畳電力が供給されていないときに測定されたものであることを特徴とする請求項 9 乃至請求項 12 のいずれかに記載の放電ランプ点灯装置。

[請求項14] 前記放電ランプの点灯電圧の測定値が、前記重畳電力が供給されているときに測定されたものであることを特徴とする請求項 9 乃至請求項 12 のいずれかに記載の放電ランプ点灯装置。

補正された請求の範囲
[2012年4月6日(06.04.2012)国際事務局受理]

〔請求項1〕 (補正後) それぞれ先端に突起が形成されたタングステン製の一对の電極を有する放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具備する放電ランプ点灯装置において、

前記給電装置は、前記放電ランプに定格電力を供給する第1点灯モードと、前記放電ランプに定格電力より低い電力を供給する第2点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、かつ、

前記放電ランプに対して60～1000Hzの範囲から選択される基本周波数成分中に、当該基本周波数成分より低い周波数の低周波数成分が周期的に挿入された電力波形の交流電力を供給するものであり、

前記第1点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が0.01～2.1W/sとなる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする放電ランプ点灯装置。

〔請求項2〕 前記給電装置は、前記第2点灯モードから前記第1点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が2.1W/s以下となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであ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〕 前記給電装置は、前記第2点灯モードと、前記放電ランプに前記第2点灯モードによる供給電力より低い電力を供給する第3点灯モードとを切り換えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第2点灯モードから前記第3点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が0.01～2.1W/sとなる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の放電ランプ点灯装置。

〔請求項4〕 前記給電装置は、前記第3点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、平均電力変化率が2.1W/s以

下となる条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする請求項3に記載の放電ランプ点灯装置。

[請求項5] それぞれ先端に突起が形成された一対の電極を有する放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具備する放電ランプ点灯装置において、

前記給電装置は、前記放電ランプに定格電力を供給する第1点灯モードと、前記放電ランプに定格電力より低い電力を供給する第2点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第1点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記第1点灯モードによる供給電力以下で前記第2点灯モードによる供給電力以上である任意の電力値P1から当該電力値P1より低い電力値P2に低下させた後、この電力値P2から当該電力値P2より高くかつ前記電力値P1より低い電力値P3に上昇させる電力変化を含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする放電ランプ点灯装置。

[請求項6] 前記給電装置は、前記第1点灯モードから前記第2点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記電力値P1から当該電力値P1より低い電力値P2に低下させた後、この電力値P2から当該電力値P2より高くかつ前記電力値P1より低い電力値P3に上昇させる電力変化を2回以上含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであ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] 前記給電装置は、前記第2点灯モードと、前記放電ランプに前記第2点灯モードによる供給電力より低い電力を供給する第3点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記第2点灯モードから前記第3点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記第2点灯モードによる供給電力以下で前記第3点灯モードによる供給電力以上である任意の電力値P1から当該電力値P1より低い

電力値 P 2 に低下させた後、この電力値 P 2 から当該電力値 P 2 より高くかつ前記電力値 P 1 より低い電力値 P 3 に上昇させる電力変化を含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする請求項 5 または請求項 6 に記載の放電ランプ点灯装置。

[請求項 8] 前記給電装置は、前記第 2 点灯モードから前記第 3 点灯モードに切り替えるモード切替期間において、前記電力値 P 1 から当該電力値 P 1 より低い電力値 P 2 に低下させた後、この電力値 P 2 から当該電力値 P 2 より高くかつ前記電力値 P 1 より低い電力値 P 3 に上昇させる電力変化を 2 回以上含む条件で、前記放電ランプに供給する電力を制御するものであることを特徴とする請求項 7 に記載の放電ランプ点灯装置。

[請求項 9] 放電ランプと、この放電ランプに交流電力を供給する給電装置とを具えてなる放電ランプ点灯装置において、

前記給電装置は、前記放電ランプに定格電力を供給する定格電力点灯モードと、前記放電ランプに定格電力より低い電力を供給する低電力点灯モードとを切り替えて前記放電ランプを点灯する機能を有し、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプに対して、所定の電力値の基本交流電力を連続して供給すると共に、この基本交流電力に重畳される重畳電力を周期的に供給し、かつ、当該放電ランプの点灯電圧の測定値に応じて、重畳電力の供給時期、重畳電力の電力値若しくは重畳電力の供給時間を制御するものであることを特徴とする放電ランプ点灯装置。

[請求項 10] 前記給電装置は、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプの点灯電圧の測定値が所定の基準値より高いときには、当該測定値が所定の基準値より低いときよりも短い時間間隔で前記重畳電力を前記放電ランプに供給するよう、前記重畳電力の供給時期を制御するものであることを特徴とする請求項 9 に記載の放電ランプ点灯装置。

- [請求項11] 前記給電装置は、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプの点灯電圧の測定値が所定の基準値より高いときには、当該測定値が所定の基準値より低いときよりも高い電力値で前記重畳電力を前記放電ランプに供給するよう、前記重畳電力の電力値を制御するものであることを特徴とする請求項9または請求項10に記載の放電ランプ点灯装置。
- [請求項12] 前記給電装置は、前記低電力点灯モードにおいて、前記放電ランプの点灯電圧の測定値が所定の基準値より高いときには、当該測定値が所定の基準値より低いときよりも長い時間で前記重畳電力を前記放電ランプに供給するよう、前記重畳電力の供給時間を制御するものであることを特徴とする請求項9乃至請求項11のいずれかに記載の放電ランプ点灯装置。
- [請求項13] 前記放電ランプの点灯電圧の測定値が、前記重畳電力が供給されていないときに測定されたものであることを特徴とする請求項9乃至請求項12のいずれかに記載の放電ランプ点灯装置。
- [請求項14] 前記放電ランプの点灯電圧の測定値が、前記重畳電力が供給されているときに測定されたものであることを特徴とする請求項9乃至請求項12のいずれかに記載の放電ランプ点灯装置。

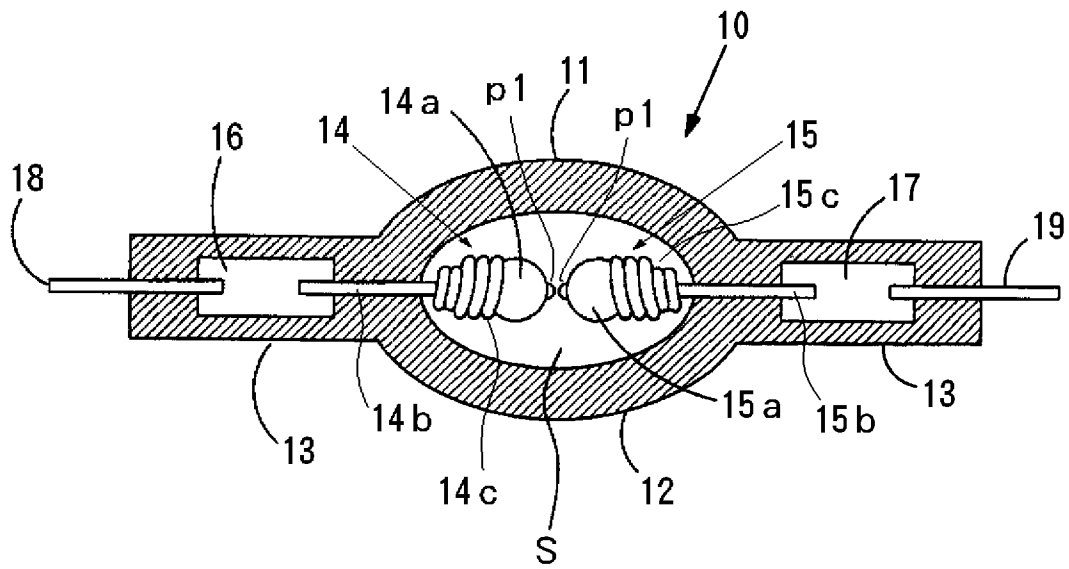
条約第19条(1)に基づく説明書

請求項1においては、給電装置が、放電ランプに対して60～1000Hzの範囲から選択される基本周波数成分中に、当該基本周波数成分より低い周波数の低周波数成分が周期的に挿入された電力波形の交流電力を供給するものであることが規定された。

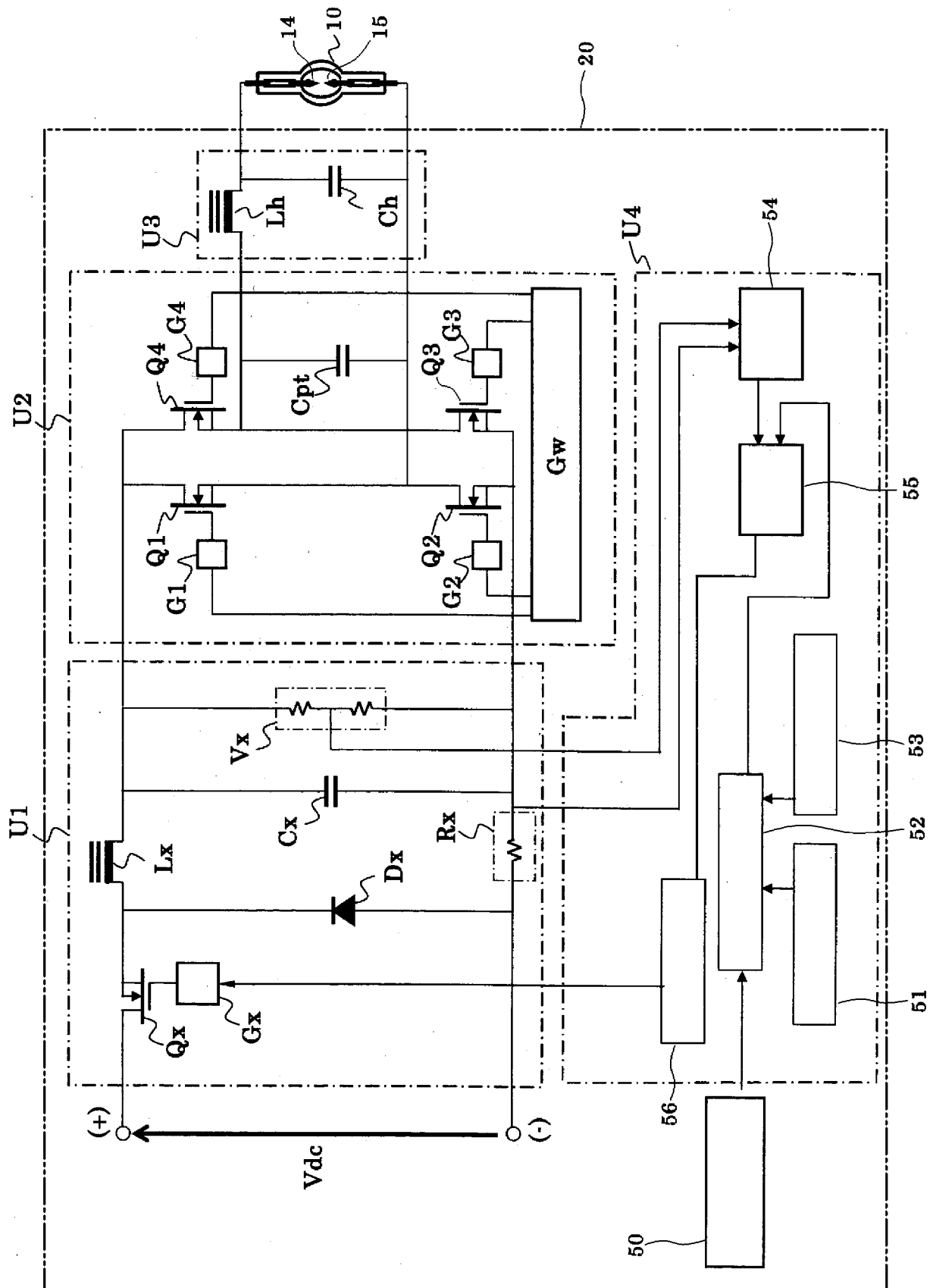
上記の特定の電力波形の交流電力を放電ランプに供給することは、国際調査機関の見解書に記載の文献1～文献3には何も記載されていない。

そして、本発明によれば、アークの起点が電極の各々における突起の表面を移動せずに安定なアークが形成されるため、電極の各々における突起の表面に、複数の微小突起が形成されることがなく、従って、第1点灯モードから第2点灯モードに切り替えたときに、当該第2点灯モードによる放電ランプの点灯中においてフリッカの発生を防止または抑制することができる。

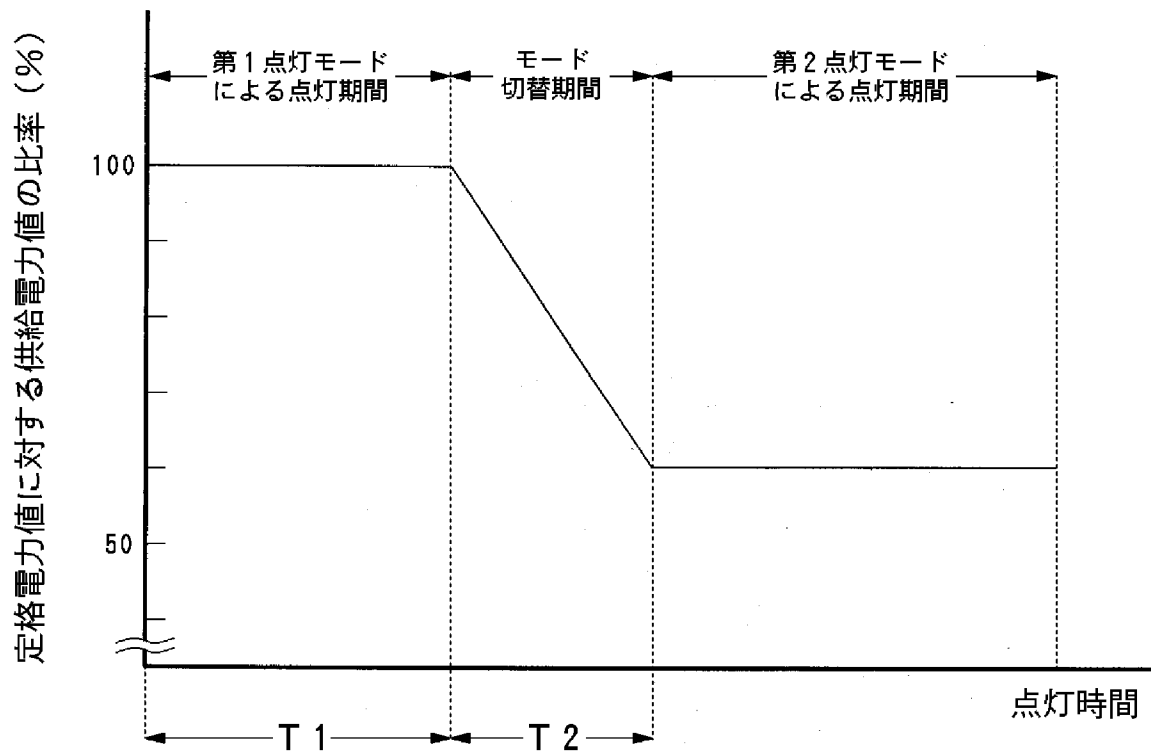
[図1]



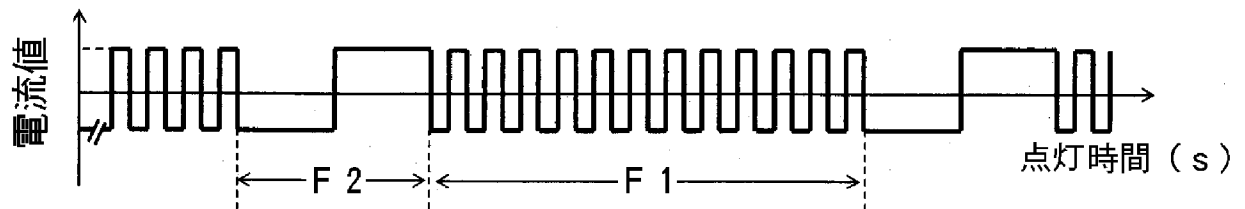
[図2]



[図3]

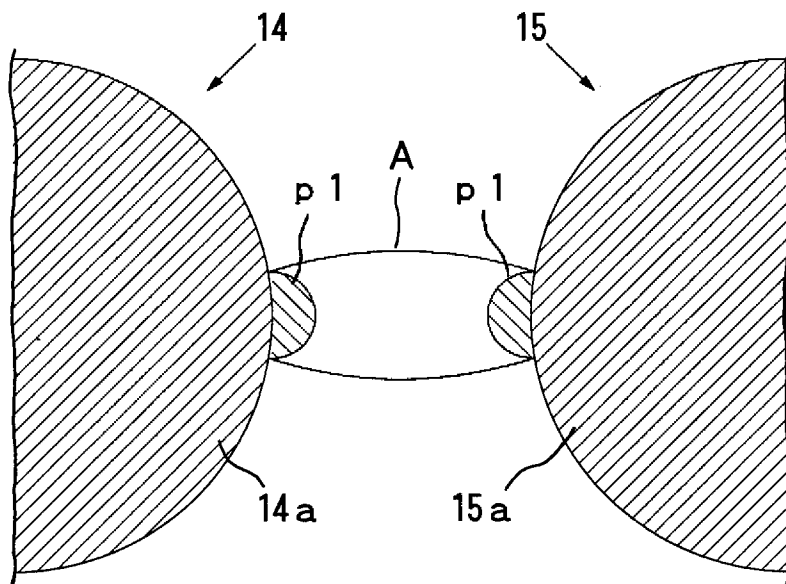


[図4]

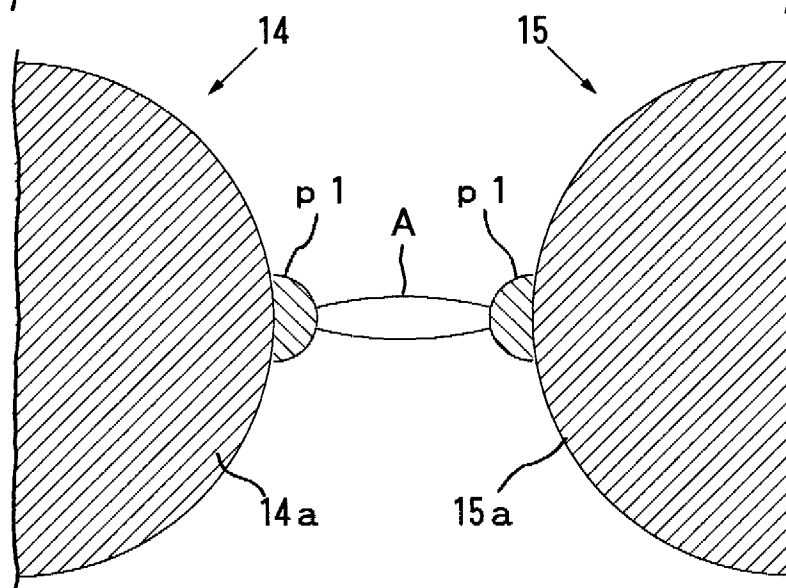


[図5]

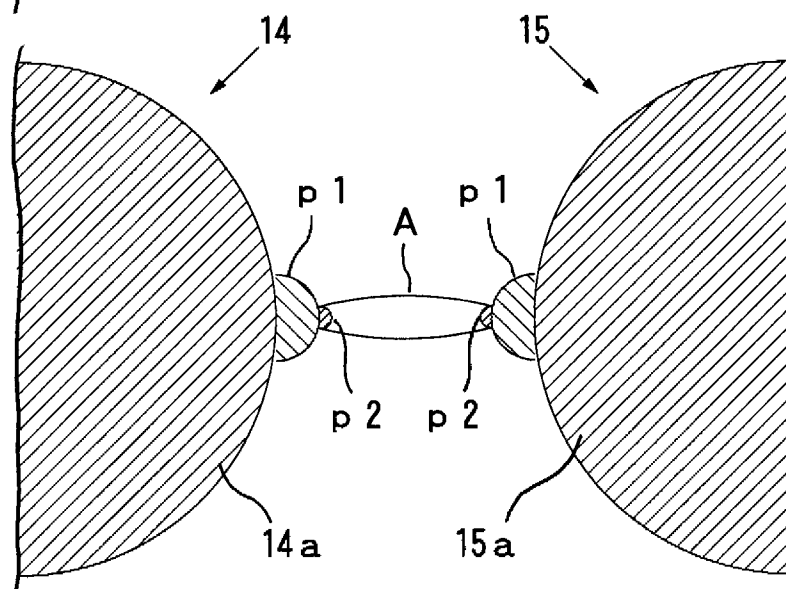
(a)



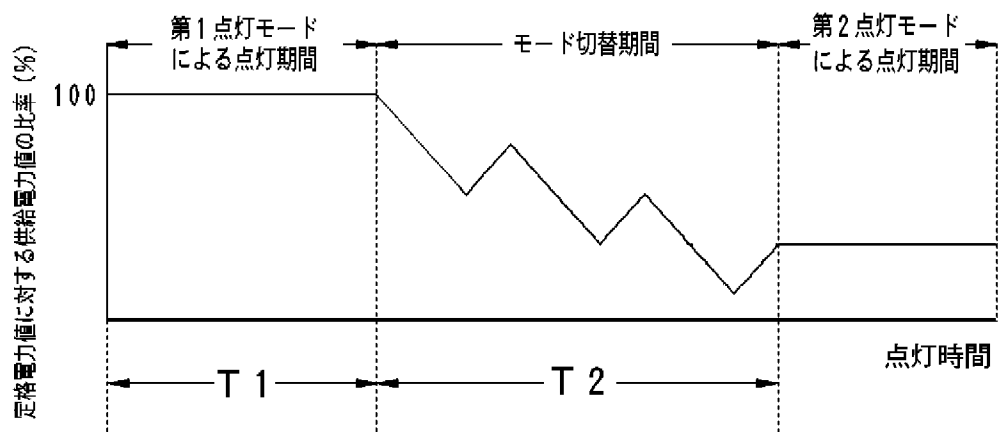
(b)



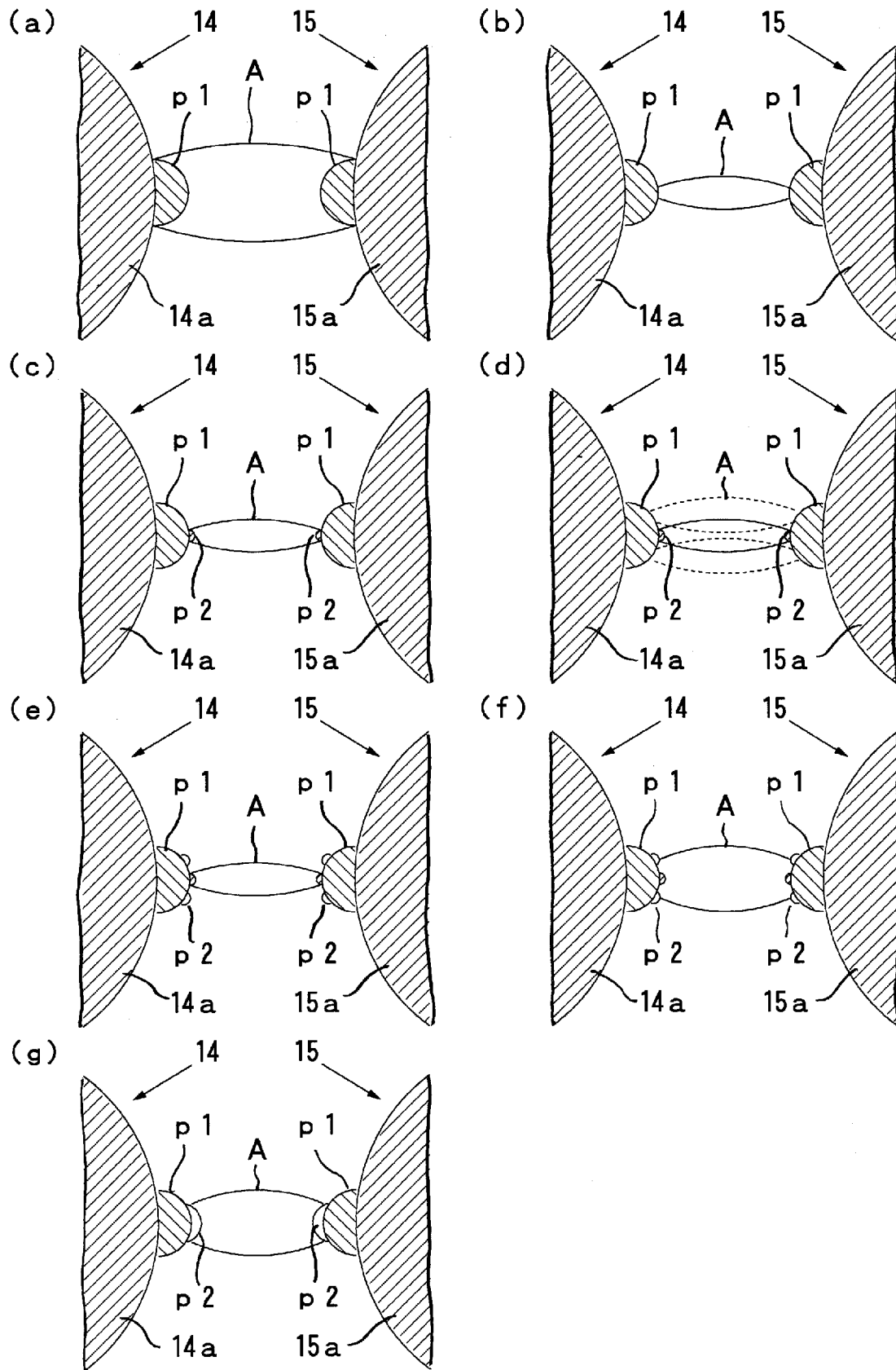
(c)



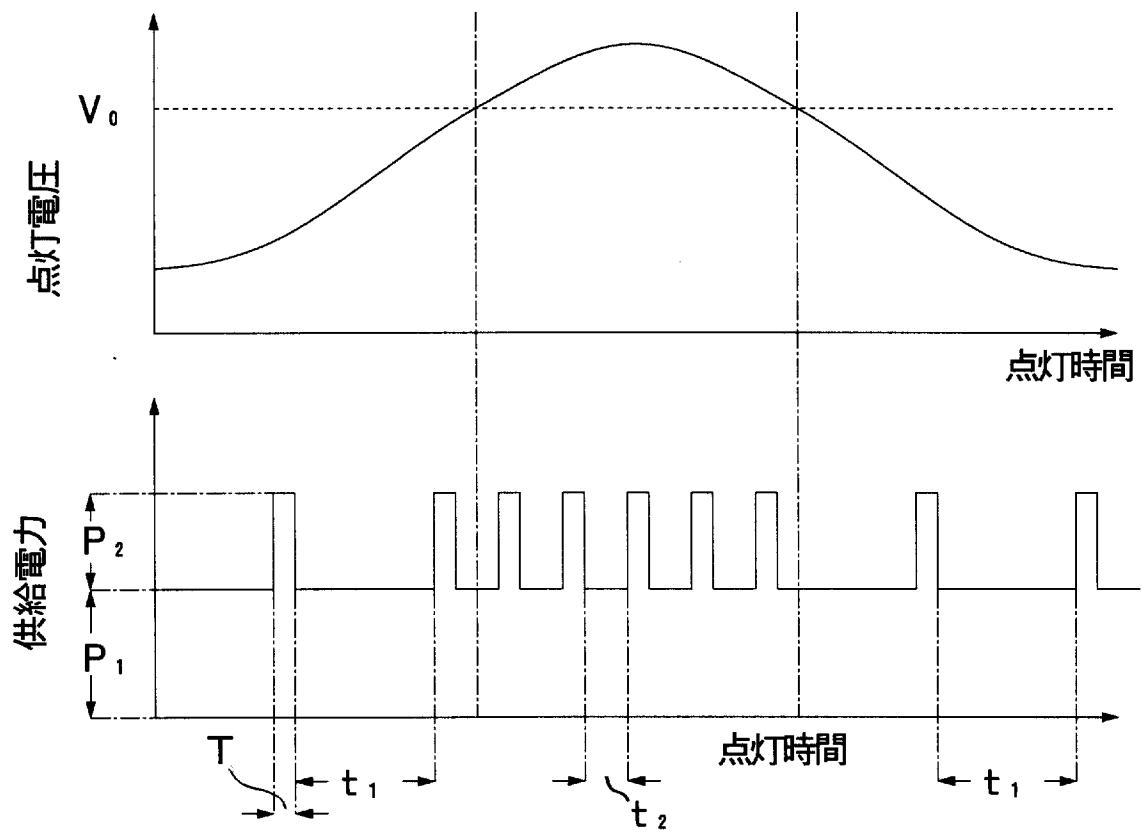
[図6]



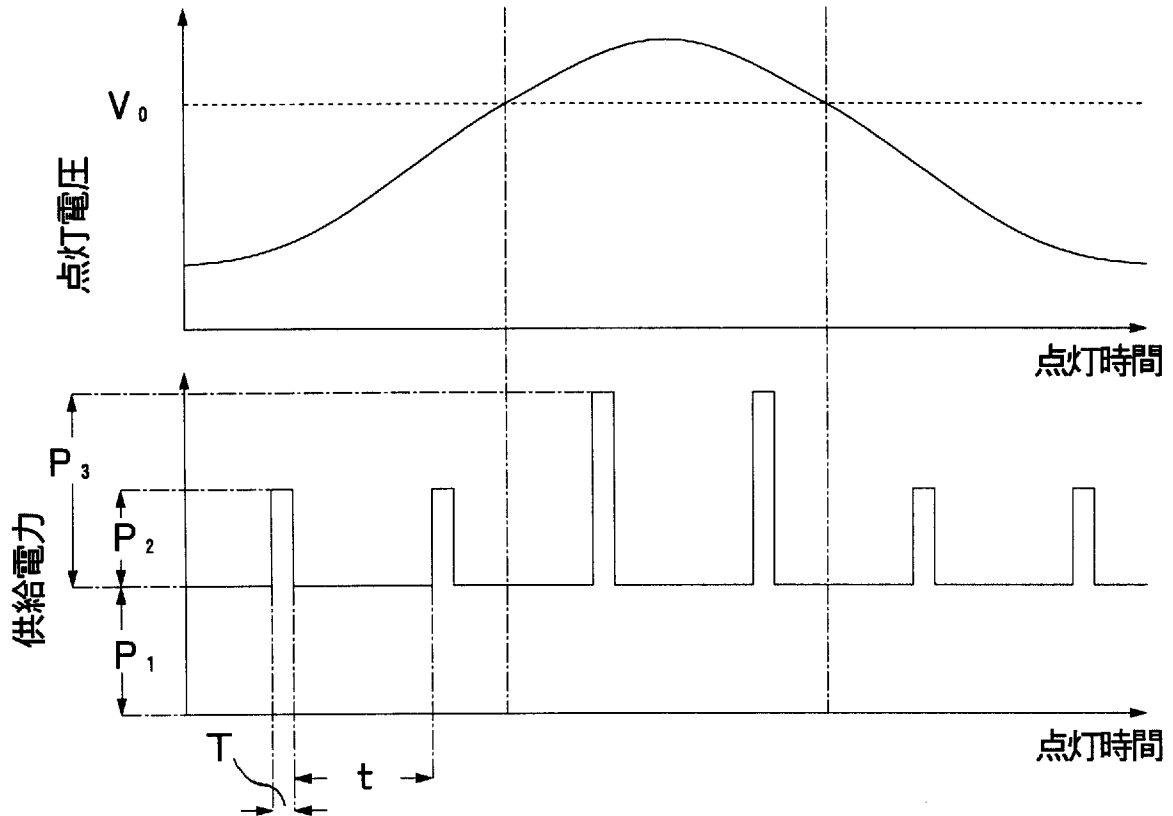
[図7]



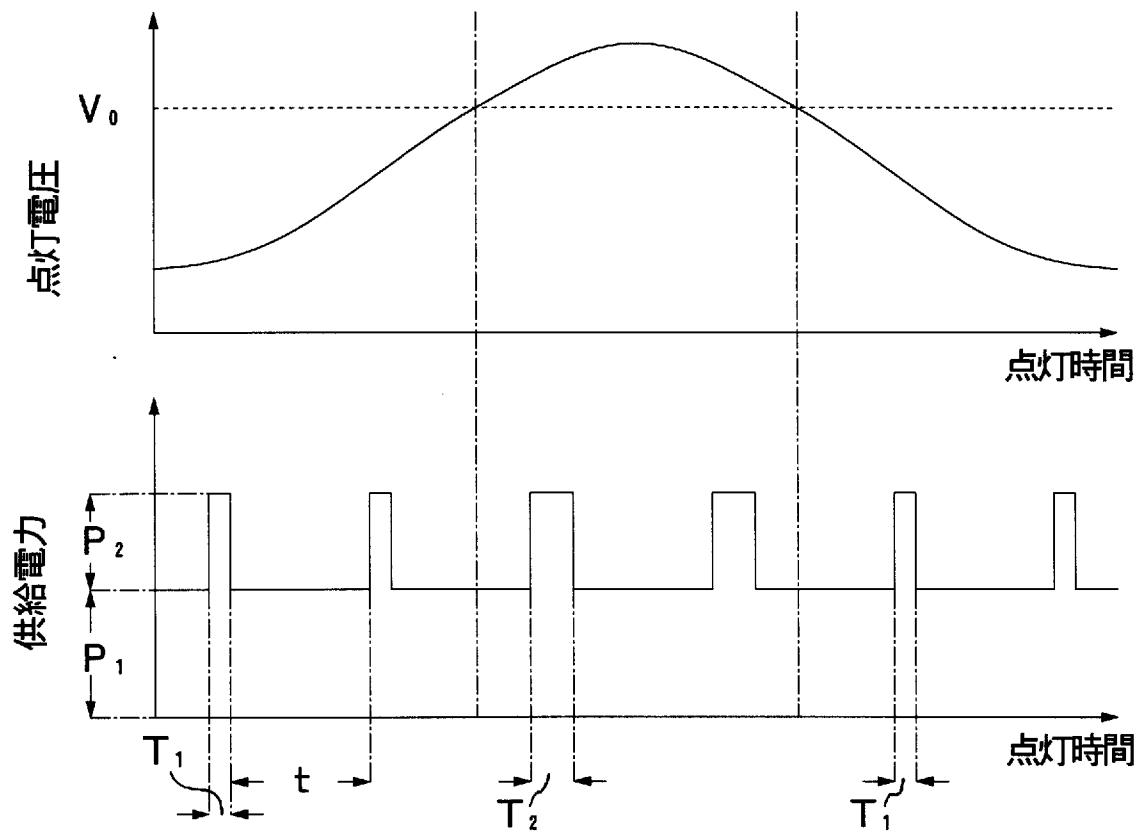
[図8]



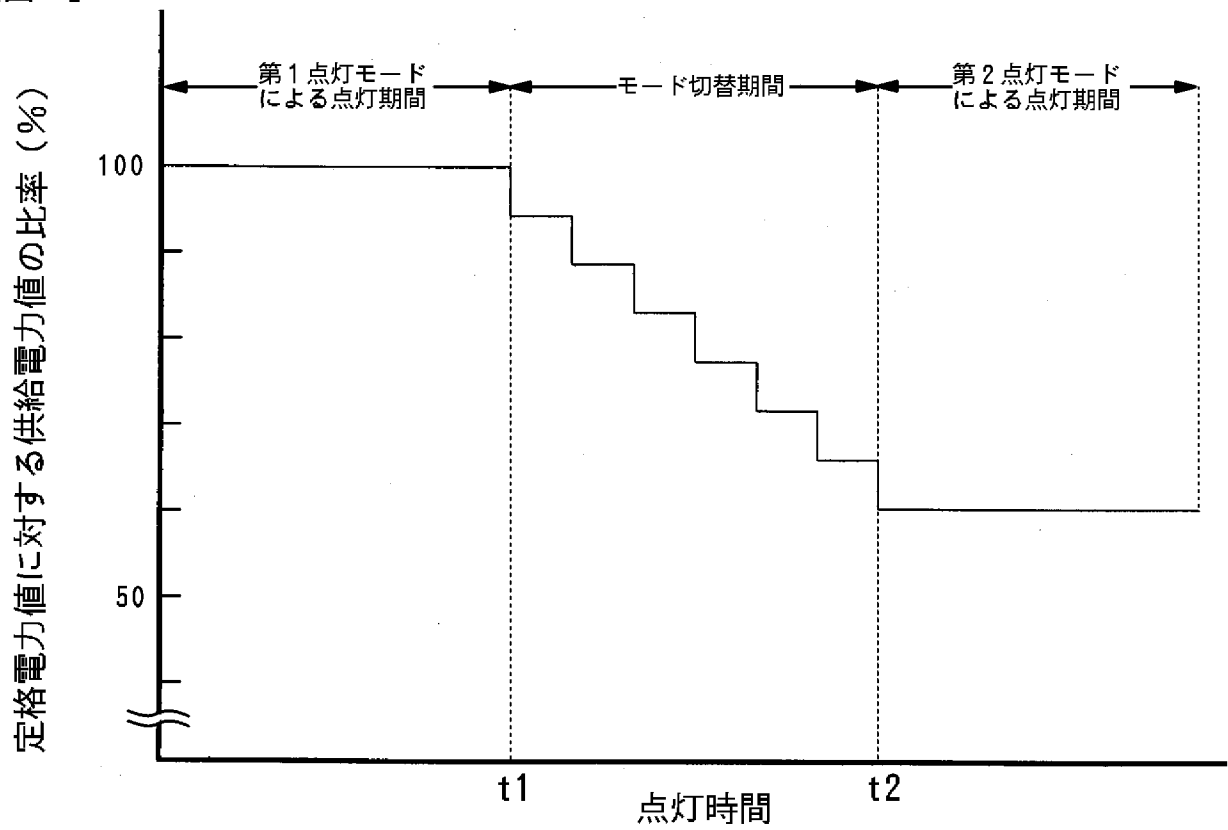
[図9]



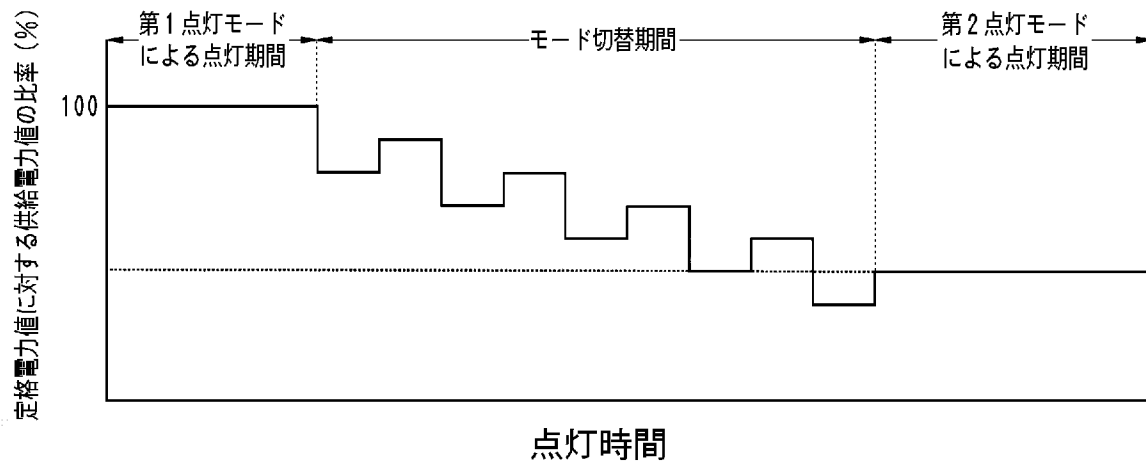
[図10]



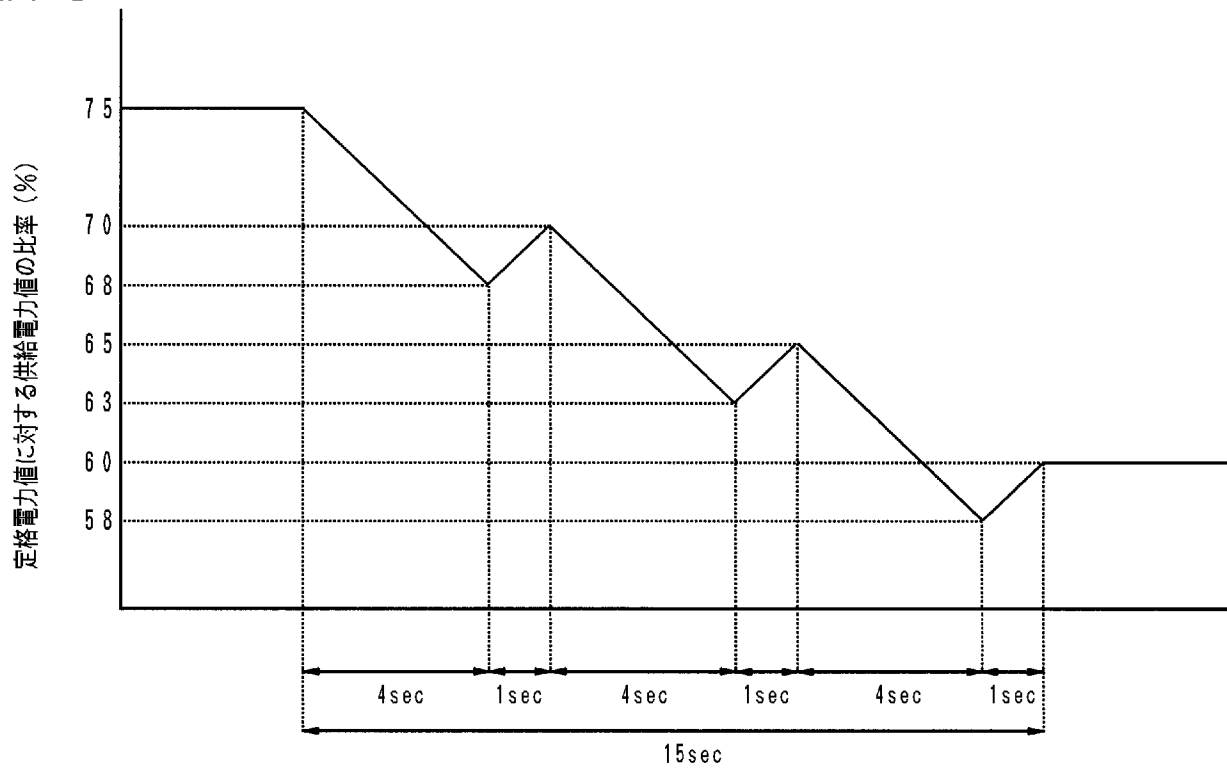
[図11]



[図12]

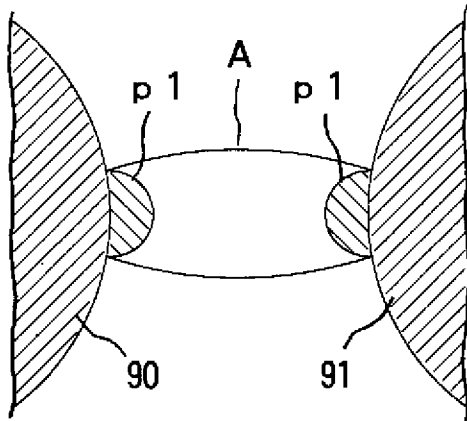


[図13]

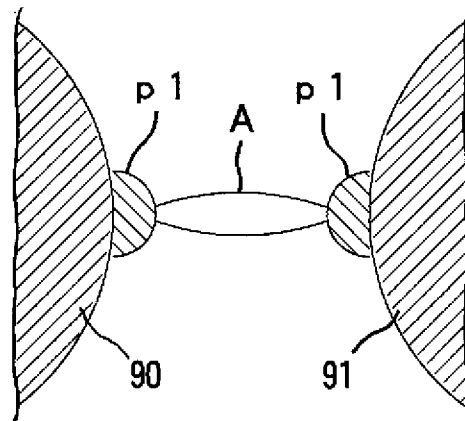


[図14]

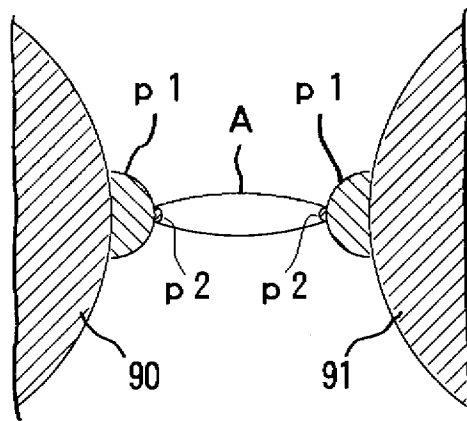
(a)



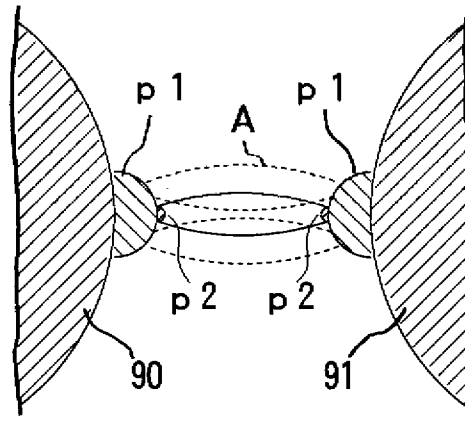
(b)



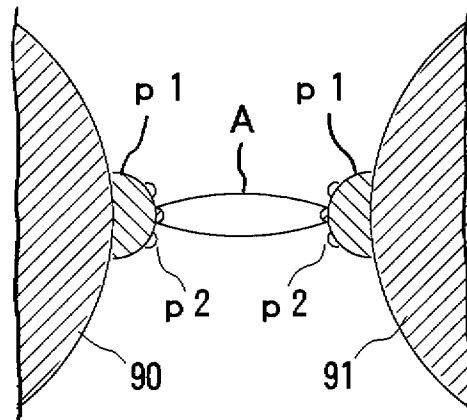
(c)



(d)



(e)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/075130

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B41/24 (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)

H05B41/24

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
Y A	JP 2005-235445 A (Ushio Inc.), 02 September 2005 (02.09.2005), paragraph [0025]; fig. 4 (Family: none)	1-4 5-14
Y	JP 2010-165607 A (Iwasaki Electric Co., Ltd.), 29 July 2010 (29.07.2010), fig. 1A (Family: none)	1-4
Y	JP 2010-123567 A (Panasonic Electric Works Co., Ltd.), 03 June 2010 (03.06.2010), entire text; all drawings & EP 2180767 A2	3, 4



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

20 January, 2012 (20.01.12)

Date of mailing of the international search report

31 January, 2012 (31.01.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H05B41/24(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（I P C）） Int.Cl. H05B41/24			
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 1971-2012年 日本国実用新案登録公報 1996-2012年 日本国登録実用新案公報 1994-2012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	
Y A	JP 2005-235445 A（ウシオ電機株式会社）2005.09.02, 段落【0025】、【図4】（ファミリーなし）	1-4 5-14	
Y	JP 2010-165607 A（岩崎電気株式会社）2010.07.29, 【図1A】等参照（ファミリーなし）	1-4	
Y	JP 2010-123567 A（パナソニック電工株式会社）2010.06.03, 全文、全図 & EP 2180767 A2	3, 4	
☐ 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 「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 「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） 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「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 「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 「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 「&」 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 20.01.2012		国際調査報告の発送日 31.01.2012	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / 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） ▲桑▼原 恭雄 電話番号 03-3581-1101 内線 3372	3X 4484