



本発明は、小電力点灯モードへの移行を円滑に行い、二次突起を長時間の間維持することのできる放電ランプ点灯装置を提供することを目的とする。突起が先端に形成された電極を備えた放電ランプを、定常点灯モードと小電力点灯モードとを切り替え可能に駆動する給電装置を備えており、当該給電装置は、小電力点灯モードにおいては、定常点灯モードの基本周波数以上の周波数を有する交流電流を供給する二次突起形成工程の後に、定常点灯モードの基本周波数よりも周波数の高い高周波交流電流および当該高周波交流電流よりも周波数が低い低周波交流電流を交互に供給する二次突起維持工程に移行されるよう、放電ランプに対する給電制御を行う。

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、放電ランプ点灯装置に関し、特にランプ点灯時のランプ消費電力を定格消費電力の25～80%まで小さくしても、安定に点灯させることができる放電ランプ点灯装置に関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、プロジェクタなどの画像形成装置の光源として、発光管の内部に水銀を0.20mg/mm³以上封入した放電ランプを搭載した、放電ランプ点灯装置が知られている。例えば特許第469736号公報（特許文献1）がそれである。

この種の放電ランプ点灯装置が用いられているプロジェクタ装置では、定格消費電力よりもランプ消費電力を下げて使用するいわゆる「エコモード」を採用した装置が多くなってきており、特に最近は「スーパーエコモード」と呼ばれる、定格消費電力比で40～80%にまでランプ消費電力を抑えた小電力点灯機能を備えている。

[0003] このような小電力点灯モードでは、放電ランプに投入される電力が小さいため、電極先端での温度が低下し、アークが収縮することになる。これにより、アークの位置が不安定になりフリッカ現象を起こし易いという問題点がある。

[0004] このような問題点を解決するために特許文献1に記載の発明では、放電ランプの電極先端において、定常点灯時にアークを保持する一次突起とは別に、小電力点灯モードでのランプ点灯時（以下、「小電力点灯時」ともいう。）においてもアークを保持することができる二次突起を積極的に形成し、アークが細くなった状態でも、フリッカによるチラツキを低減することができる技術が開示されている。

[0005] 従来の放電ランプ点灯装置では、図11Aに示すように、放電ランプが例

例えば定格消費電力で点灯される定常点灯時において、高周波の交流電流が供給される期間H Tと、低周波の交流電流が供給される期間L Tとを有する点灯波形で放電ランプを点灯している。放電ランプの点灯モードを小電力点灯モードに切替えた場合、図11Bに示すように、高周波の交流電流が供給される期間H Tと、低周波の交流電流が供給される期間L Tとを有する点灯波形において、低周波の交流電流の半サイクル時に電流値Bのブースト電流を当該低周波の交流電流の電流値Nに付加することで、積極的に二次突起を形成するというものである。

上記技術によれば、二次突起を形成することにより、小電力点灯モード（スーパーエコモード）においてもアークを安定的に維持することができる、とされている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4697326号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、従来例の放電ランプ点灯装置では、小電力点灯モードの点灯波形において、二次突起の生成に寄与する点灯波形と、二次突起の維持に寄与する点灯波形とが混在していた。

そのため、二次突起の形成と二次突起の維持の個別の過程については必ずしも合理化されておらず、二次突起が成長するのに時間がかかり、また形成した二次突起を長時間維持することができなかった。

[0008] 上記の課題について本発明者らが検討した結果について簡単に説明すると、二次突起の形成に関しては、従来例の小電力点灯モードでの点灯波形における高周波の交流電流が供給される期間H Tでは二次突起が成長していくが、低周波の交流電流が供給される期間L Tでは必ずしも二次突起が成長し続けるわけではなく、温度上昇によって溶けて縮小したりもしていた。

かといって、高周波の交流電流のみを供給して放電ランプを点灯させると、二次突起が損耗しすぎて過剰に蒸発し黒化してしまう結果となった。

[0009] そこで、本発明では、小電力点灯モードへの移行を円滑に行い、二次突起を長時間の間維持することのできる放電ランプ点灯装置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

[0010] 上記課題を解決するために、本発明は、発光管内に、先端に突起が形成された一対の電極が2.0mm以下の間隔で対向配置されると共に、0.20mg/mm³以上の水銀とハロゲンが封入された放電ランプと、この放電ランプに対して交流電流を供給する給電装置から構成される放電ランプ点灯装置において、

前記給電装置は、前記放電ランプを60Hz～1000Hzの範囲内から選択された基本周波数で点灯させる定常点灯モードと、前記放電ランプを当該放電ランプの定格消費電力に対して25～80%の範囲内の電力値で駆動する小電力点灯モードとを切り替え可能に駆動するものであって、

前記給電装置は、前記小電力点灯モードにおいては、

ランプ電力を低下させながら、200Hz～2000Hzの範囲内から選択された、前記定常点灯モードにおける基本周波数以上の周波数を有する二次突起形成用交流電流を供給する二次突起形成工程の後に、

当該定常点灯モードにおける基本周波数よりも周波数が高い100Hz～1500Hzの範囲から選択された周波数の二次突起維持用高周波電流、および当該二次突起維持用高周波電流よりも周波数が低い二次突起維持用低周波電流を二次突起維持用交流電流として交互に供給する二次突起維持工程に移行されるよう、

前記放電ランプに対する給電制御を行うことを特徴とする。

また、本発明では、前記二次突起形成用交流電流の周波数は、前記二次突起維持用高周波電流の周波数以上の大きさとしてもよい。

また、本発明では、前記二次突起維持工程における、前記二次突起維持用

低周波電流の前記二次突起維持用高周波電流に対する時間的比率、又は点灯波形を、ランプ電力、ランプ電圧、若しくはランプ電流、又はこれらの合算パラメータに応じて変化させてもよい。

また、本発明では、前記二次突起形成工程においては、前記選択された周波数の通常ランプ電流に対して所定の時間的頻度でブースト電流を重畳した二次突起形成用交流電流を供給してもよい。

また、本発明では、前記二次突起維持工程においては、前記選択された周波数の通常ランプ電流に対して所定の時間的頻度でブースト電流を重畳した二次突起維持用交流電流を供給してもよい。

また、本発明では、前記ブースト電流の重畳比率、若しくは時間的頻度を、ランプ電力、ランプ電圧、若しくはランプ電流、又はこれらの合算パラメータに応じて変化させてもよい。

また、本発明では、前記ブースト電流の重畳比率を変化させるに際して、目標重畳比率に向けて段階的に重畳比率を変化させてもよい。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、小電力点灯モードを、新たに二次突起形成工程と、二次突起維持工程という2つの工程に分け、従来はまとめて小電力点灯モードとしていた点灯波形を、それぞれに適した点灯波形とすることにより、小電力点灯モードへの移行を円滑に行い、長時間二次突起を維持することができ、ランプ消費電力の節約および放電ランプの長寿命化を達成することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の実施形態に係る放電ランプを示す図である。

[図2]図1に示す放電ランプの電極の構成例を示す図である。

[図3]本発明に係る点灯モードの切り替えについて示す図である。

[図4A]本発明の実施形態1に係る定格点灯モードの点灯波形の一例を示す説明図である。

[図4B]本発明の実施形態1に係る小電力点灯モードの二次突起形成工程にお

ける点灯波形の一例を示す説明図である。

[図4C]二次突起形成工程における電極の状態を示す説明図である。

[図4D]本発明の実施形態1に係る小電力点灯モードの二次突起維持工程における点灯波形の一例である。

[図4E]二次突起維持工程における電極の状態を示す説明図である。

[図5]本発明の実施形態2に係る二次突起維持工程での点灯波形の変化についての一例を示す図である。

[図6A]本発明の実施形態3に係る小電力点灯モードの二次突起形成工程における点灯波形の一例である。

[図6B]本発明の実施形態3に係る小電力点灯モードの二次突起維持工程における点灯波形の一例である。

[図7A]本発明の実施形態に係る二次突起形成工程における点灯波形の応用例について示す図である。

[図7B]本発明の実施形態に係る二次突起形成工程における点灯波形の他の応用例について示す図である。

[図7C]本発明の実施形態に係る二次突起形成工程における点灯波形のさらに他の応用例について示す図である。

[図7D]本発明の実施形態に係る二次突起形成工程における点灯波形のさらに他の応用例について示す図である。

[図8A]本発明の実施形態に係る二次突起維持工程における高周波パートの点灯波形の応用例について示す図である。

[図8B]本発明の実施形態に係る二次突起維持工程における低周波パートの点灯波形の応用例について示す図である。

[図9A]本発明の実施形態に係る二次突起維持工程における高周波パートの点灯波形の応用例について示す図である。

[図9B]本発明の実施形態に係る二次突起維持工程における低周波パートの点灯波形の応用例について示す図である。

[図10]本発明の実施形態に係る放電ランプ点灯装置の構成例を示す図である

。

[図11A]従来の放電ランプ点灯装置における定格点灯モードでのランプ点灯時の点灯波形の一例である。

[図11B]従来の放電ランプ点灯装置における小電力点灯モードでのランプ点灯時の点灯波形の一例である。

発明を実施するための形態

[0013] 図1は本発明の実施形態に係る放電ランプの構成を示す図、図2は図1に示す放電ランプの電極の構成例を示す図である。

図1に示すように、放電ランプ10の発光管は石英ガラスからなり、略楕円球形の発光部11とその両端に連設されたロッド状の封止管部12とを備えている。

発光部11の内部にはタングステンよりなる一対の電極20a、20bが、電極間距離が2mm以下の間隔で対向配置されている。電極20a、20bは、図2に示すように、一次突起21a、21bを先端に有し、小電力点灯モードでのランプ点灯時においては、一次突起21a、21bの先端にさらに二次突起22a、22bが形成された形態とされる。

なお、この実施形態にかかる放電ランプ10は、定常点灯モードでは交流点灯方式で点灯されるものであり、電極20a、20bの構成は、定常点灯モードでのランプ点灯時における熱的設計を容易にする目的で、すべて同一の構成とされている。

発光管の両端に位置する封止管部12の各々の内部にはモリブデンよりなる帯状の金属箔13が埋設されている。この金属箔13の発光部11側の端部には電極20a、20bの軸部202、202が接続されており、他方の端部には外部リード棒14、14が接続されている。

[0014] 発光管部12の内部には、放電媒体としての水銀と、希ガスと、ハロゲンガスが封入され、発光空間Sが形成される。

水銀は、必要な可視光波長、例えば、波長360～780nmという放射光を得るためのものであり、0.15mg/mm³以上封入されている。この

封入量は、温度条件によっても異なるが、ランプ点灯時に150気圧以上という極めて高い水銀蒸気圧を得るためのものである。また、水銀を 0.20 mg/mm^3 以上封入することでランプ点灯時に200気圧以上、あるいは300気圧以上という高い水銀蒸気圧が得られる放電ランプを作ることができ、水銀蒸気圧が高くなるほど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。

希ガスは、静圧で約10～26kPa封入される。希ガスとしては、例えばアルゴンガスが用いられる。このように希ガスを封入する理由は、点灯始動性を改善するためである。

また、ハロゲンは、沃素、臭素、塩素などが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、 $10^{-6} \sim 10^{-2} \mu\text{mol/mm}^3$ の範囲から選択される。

ハロゲンの機能は、ハロゲンサイクルを利用した長寿命化（黒化防止）もあるが、本発明の放電ランプ10のように極めて小型で高い水銀蒸気圧を有するものの場合、発光部の失透防止である。なお、発光空間S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。

[0015] このような放電ランプ10について具体的数値例を示すと、例えば、発光部11の最大外径が10mm、電極間距離が0.7mm、発光部11の内容積が 80 mm^3 、定格電圧が65V、定格消費電力が270Wである。この放電ランプ10は、交流方式で点灯される。

また、この種の放電ランプは、小型化するプロジェクタ装置に内蔵されるものであり、装置の全体寸法が極めて小型化される一方で高い光量が要求されることから、発光部11内の熱的条件は極めて厳しいものとなる。例えば、放電ランプの管壁負荷値は $1.5 \sim 3.5\text{ W/mm}^2$ 、具体的には 2.9 W/mm^2 となる。このような高い水銀蒸気圧や管壁負荷を有することにより、プロジェクタ装置等のプレゼンテーション用機器に搭載された場合に演色性の良い放射光を提供することができる。

[0016] 本発明において、定格消費電力に対し平均して25～80%の電力値で動

作されるモードを「小電力点灯モード」という。また、定格消費電力に対し平均して80%より大きい電力値で動作されるモードを「定常点灯モード」といい、特に、定格消費電力で動作されるモードを「定格点灯モード」という。

定格消費電力の25～80%という小さいランプ電力値の範囲で放電ランプ10を点灯する場合、後述の点灯条件を採用することにより、二次突起22a, 22bの成長を円滑にし、かつ、二次突起22a, 22bの形状を長期間維持することができるので、安定的に点灯することができるとともに、電極20a, 20bの摩耗を防ぐことができる。

[0017] 図3を用いて、本発明の点灯モードの切り替えについて説明する。

図3において、横軸が時間、縦軸が定格消費電力を100%とする、ランプ電力の定格消費電力に対する比率となっている。

放電ランプ10を点灯させてから時間T1が経過するまでの間は、放電ランプ10は、定格消費電力に対し100%の電力値で点灯されている。すなわち、この期間は定常点灯モード、具体的には定格点灯モードである。時間T1が経過した時点において、プロジェクタなどの外部の制御部から、本点灯装置の制御部に対して点灯電力調整指令信号が送信されると、これを受けて、定常点灯モードRMから、小電力点灯モードEMへと点灯モードが切り替わる。

[0018] 小電力点灯モードEMでは、まず二次突起形成工程S1を行うことにより、一次突起21a, 21bの先端に二次突起22a, 22bを生成する。この際、ランプ電力は一次突起21a, 21bのみでもフリッカが生じない大きさ（一次突起フリッカ安定電力）まで一旦低下させる予備調光を行うと、二次突起形成工程S1に移った際に、明るさの差によるちらつきが生じにくく好ましい。この例における一次突起フリッカ安定電力は、定格消費電力の例えば80%の大きさである。なお、この予備調光は行わなくても良い。

[0019] 二次突起形成工程S1では、ランプ電力を下げながら素早く二次突起22a, 22bを形成していく。この際に、ランプ電力を段階的に下げながら二

次突起 2 2 a, 2 2 b を形成していくと、電力の差による明るさの差がちらつきとならず好適である。

[0020] 時間 T 2 が経過した時点において二次突起 2 2 a, 2 2 b が形成されたら、二次突起維持工程 S 2 に移る。

二次突起維持工程 S 2 に移るタイミング、すなわち二次突起 2 2 a, 2 2 b が所望の形状に形成されたタイミングについては、種々の手段によって決定することができる。具体的には、実験に基づき T 1 から T 2 までの最も好ましい期間について求め、タイマー等によってこの期間を設定してもいいし、ランプ電流、ランプ電圧、もしくはランプ電力、またはこれらの合算パラメータによってタイミングを決定してもよい。

[0021] 時間 T 2 が経過した後は、小電力点灯モード E M の目標設定電力に到達し、二次突起維持工程 S 2 が行われる。以後、小電力点灯モード E M が指示されている限り、二次突起維持工程における点灯波形での点灯が継続される。この例における目標設定電力は、例えば定格消費電力の 6 5 % の大きさである。

[0022] 以下、具体的に二次突起形成工程 S 1、および二次突起維持工程 S 2 での点灯波形について説明する。図 4 A、図 4 B および図 4 D は本発明の実施形態 1 に係る点灯波形の一例を示す説明図である。以降、点灯波形は縦軸をランプ電流 I_L による電流値、横軸を時間とする、極性反転する矩形波パルスの交流電流波形を用いて説明する。

図 4 A は、定格点灯モードの点灯波形の一例を示す説明図である。この点灯波形は、6 0 ~ 1 0 0 0 H z の範囲内から選択された高周波の基本周波数で極性反転する高周波交流電流が供給される期間（以下、「高周波パート」ともいう。）R H T と、5 ~ 2 0 0 の範囲内から選択された、基本周波数よりも低い周波数で極性反転する低周波交流電流が供給される期間（以下、「低周波パート」ともいう。）R L T とによるサイクルの組合せで成立している。なお、低周波パート R L T は、基本周波数どおりに極性判定しないことによって生成されている。この例における高周波交流電流の基本周波数は、

例えば 370 Hz であり、低周波交流電流の周波数は、例えば 30 Hz である。

[0023] これに対し、図 4 B は、小電力点灯モードの二次突起形成工程における点灯波形である。二次突起形成工程 S 1 において供給される二次突起形成用交流電流 S P F は、定常点灯モードにおける交流電流と同じく極性反転する高周波交流電流である。二次突起形成用交流電流 S P F は、例えば 200 ~ 2000 Hz の範囲内から選択された、定常点灯モード R M における基本周波数よりも高い周波数を有する。この例における二次突起形成用交流電流 S P F の周波数は、例えば 1000 Hz である。

このように周波数を高くする理由は、交流点灯において電極 20 a, 20 b の一次突起 21 a, 21 b の先端から根元側に向かって加わる熱の範囲の長さ、すなわち熱拡散長を短くして、一次突起 21 a, 21 b の先端のみに効率よく熱を伝えて素早く二次突起 22 a, 22 b を形成するためである。

二次突起形成用交流電流 S P F の周波数は、所定の熱拡散長、および温度変化を設定する観点から、500 ~ 1500 Hz であることがより好ましく、また 600 ~ 1100 Hz であることがさらに好ましい。

[0024] このような点灯波形とすることで、図 4 C に示すように、電極 20 a の先端に位置する一次突起 21 a のさらに限られた領域（図 4 C において便宜上斜線を付した領域）に効率よく熱が伝わり、一次突起 21 a の先端より二次突起 22 a が突出するように形成される。

[0025] 次に、小電力点灯モード E M における、二次突起維持工程 S 2 について説明する。

図 4 D は、二次突起維持工程における点灯波形の一例である。二次突起維持工程 S 2 においては、二次突起維持用高周波電流 S P M H と二次突起維持用低周波電流 S P M L が、二次突起維持用交流電流 S P M として供給される。

この点灯波形は、二次突起形成工程 S 1 に係る点灯波形と同じように、二次突起維持用高周波電流 S P M H が供給される期間（高周波パート）M H T

と、二次突起維持用低周波電流 S P M L が供給される期間（低周波パート） M L T とによるサイクルの組合せで成立している。二次突起維持用高周波電流 S P M H は、1 0 0 H z ～ 1 5 0 0 H z の範囲内から選択された、定常点灯モード例えば定格点灯モード R M における基本周波数よりも高い周波数を有する。二次突起維持用低周波電流 S P M L は、二次突起維持用高周波電流 S P M H よりも低い周波数を有する。

[0026] 二次突起維持用低周波電流 S P M L は、簡単にいえば二次突起 2 2 a をあえて計画的に潰す電流である。

もし二次突起維持工程 S 2 においても、前段の二次突起形成用交流電流 S P F での点灯をそのまま続けたとするならば、二次突起 2 2 a, 2 2 b の成長が過剰になってしまい、電極材料であるタングステンのアーク熱による蒸発等による損耗が激しくなる。これにより、ハロゲンサイクルでタングステンが電極 2 0 a, 2 0 b に帰還する際に、一次突起 2 1 a, 2 1 b の先端ではない不所望な位置に帰還したり、損耗によって一次突起 2 1 a, 2 1 b 自体のタングステン量が減少したりする。

[0027] そこで、二次突起 2 2 a, 2 2 b が成長しすぎないように、成長を抑制するために二次突起 2 2 a, 2 2 b を溶融させて小さくする。具体的には、低周波パート M L T において、一方の電極にのみ比較的長期間熱エネルギーが投入されることによって、二次突起 2 2 a, 2 2 b の先端が溶けて消失するものと推測される。

また、それだけではなく、低周波パート M L T では熱拡散長が長いので、根元側である一次突起 2 1 a, 2 1 b に投入される熱エネルギーも増加し、一次突起 2 1 a, 2 1 b が温度上昇することによって、次の二次突起 2 2 a, 2 2 b が形成されやすくなる。

このように、低周波パート M L T においては、二次突起 2 2 a, 2 2 b の成長を抑制しつつ、次の二次突起 2 2 a, 2 2 b の成長の準備をしているのであって、単に二次突起 2 2 a, 2 2 b を潰しているというわけではない。

[0028] しかし、二次突起 2 2 a, 2 2 b の成長を抑制しているのみでは、二次突

起 2 2 a, 2 2 b 自体が消失してしまうので、ある程度二次突起 2 2 a, 2 2 b を成長させるフェーズが必要となる。それが、二次突起維持用高周波電流 S P M H が供給される高周波パートである。

二次突起維持用高周波電流 S P M H は、簡単に言うと、二次突起 2 2 a, 2 2 b をほどほどに成長させるものである。そのためには、熱拡散長を短く、すなわち定常点灯モードにおける基本周波数よりも高い周波数とする必要がある。なお、二次突起 2 2 a, 2 2 b を過剰に成長させないために、二次突起維持用高周波電流 S P M H の周波数を、二次突起形成用交流電流 S P F の周波数以下にしてもよい。すなわち、二次突起維持用高周波電流 S P M H の役割は、二次突起形成用交流電流 S P F と類似しているといえる。

[0029] 而して、二次突起維持工程 S 2 において重要なことは、二次突起維持用高周波電流 S P M H と、二次突起維持用低周波電流 S P M L とが交互に供給されるということである。これによって、図 4 E に示すように、電極 2 0 a の一次突起 2 1 a の先端に形成された二次突起 2 2 a に投入される熱エネルギーに変化が生じ、二次突起 2 2 a が縮小されまた拡大するというサイクルが実行されることによって長期的に見れば二次突起 2 2 a が所望の形状に維持されているという効果がある。

二次突起維持用高周波電流 S P M H の周波数は、二次突起 2 2 a をほどほどに成長させるという目的のもと、所定の熱拡散長、および温度変化を設定する観点から 3 0 0 ~ 1 0 0 0 H z であることがより好ましく、5 0 0 ~ 8 0 0 H z であることがさらに好ましい。

[0030] 上記で述べたように、二次突起維持工程においては、二次突起 2 2 a, 2 2 b に投入される熱エネルギーをサイクル的に変化させることが重要であるが、放電ランプ 1 0 の発光部 1 1 の内部の状況は時々刻々と変化するために、熱エネルギーの変化のサイクルについても適宜調整をしてバランスをとる必要がある。

具体的には、定電力制御状態で電極先端の損耗があった場合には、電極間電圧は、ガス圧と電極間距離に依存していることから、ランプ電圧が上昇し

、ランプ電流が低下することとなる。ランプ電流が低下すると、電極の先端での発熱量が低下するので所望の熱エネルギーを二次突起 22a, 22b に対して投入できないという事態も生じる。

また、定電力制御に限らず、連続調光制御（ランプ電力が変化）を行った場合でも、ランプ電圧は一定であるとすればランプ電流が低下することになるため、やはり熱エネルギーの投入が不足する場合がある。

このように、ランプ電流、ランプ電圧、ランプ電力に変化が生じた場合には、これらの変化の状況に合わせる必要があり、そのために二次突起維持工程の点灯波形を調整することで、好適に二次突起 22a, 22b を維持することができると考えられる。

[0031] 図5には、本発明の第二の実施形態に係る二次突起維持工程での点灯波形の変化についての一例を示す。ここでは、定電力制御において電極 20a, 20b の損耗によってランプ電圧 V_L が上昇するモデルを例として説明する。

二次突起維持工程における点灯波形は、前述のように二次突起維持用高周波電流 SPMH の矩形波パルスと、二次突起維持用低周波電流 SPML の矩形波パルスとによるサイクルを繰り返して放電ランプ 10 を点灯するものである。

[0032] ここで、何らかの理由により電極が損耗して、ランプ電圧 V_L が上昇したとすると、ランプ電流が低下するために、二次突起 22a に伝わる熱エネルギーが減少する。

この減少した熱エネルギーを補うために、点灯波形のパターンを、パターン P1 からパターン P2 へ移行する。パターン P2 は、パターン P1 と比較すると、二次突起維持用低周波電流 SPML が供給される低周波パート MLT の、二次突起維持用高周波電流 SPMH が供給される高周波パート MHT に対する時間的比率が増加している。すなわち、低周波パート MLT の時間的比率を増やすことにより、二次突起 22a に伝達される熱エネルギーを増加させることができ、不足分を補うことができる。

[0033] さらに、ランプ電圧 V_L が上昇した場合には、パターン P2 からパターン P

3へ移行する。パターンP3も、パターンP2と比較すると、二次突起維持用低周波電流SPMLが供給される低周波パートMLTの、二次突起維持用高周波電流SPMHが供給される高周波パートMHTに対する時間的比率が増加している。

このように、定電力制御状態でランプ電圧 V_L が上昇している場合には、低周波パートMLTの時間的比率を増やすことによって、不足分の熱エネルギーを補うことができる。逆に言い換えれば、高周波パートMHTの時間的比率を減らすことで同様の効果を得ることができるともいえる。

定電力制御状態を連続調光制御状態に置き換えると、ランプ電流が低下している場合には、低周波パートの時間的比率を増やすことによって、不足分の熱エネルギーを補うことができることとなる。なお、低周波パートについては、「擬似的な低周波」としてもよい。この「擬似的な低周波」の点灯波形の具体例については後述する。

この考え方を応用すると、低周波パートの時間的比率を増やすことの他に、以下の手段を用いることもできる。

[0034] 図6Aおよび図6Bは、第三の実施形態に係る点灯波形を示すものであり、図4Bおよび図4Dに示した第一の実施形態に係る点灯波形を元にしてい

る。
図6Aは、二次突起形成工程における点灯波形の一例を示している。この点灯波形では、電流値 I_n の矩形波パルスよりなる通常ランプ電流に対して、付加的に電流成分を重畳させている。ここで重畳する電流成分をブースト電流とする。

ブースト電流は、点灯波形における通常ランプ電流の基本周波数と同一の大きさの周波数の矩形波パルス（半波）である。

ブースト電流を重畳させる時間的頻度は、通常ランプ電流の基本周波数に応じて設定することができ、例えば0.25～10msに1回の頻度であることが好ましい。時間的頻度については、後述するが熱エネルギーの調整という意味があり、より好ましくは0.5～5msに1回の頻度であり、さら

に好ましくは1～3msに1回の頻度である。

[0035] このようにブースト電流を重畳させることで、周波数を変えずに、すなわち熱拡散長を維持したまま二次突起22a, 22bを形成するために投入する熱エネルギーを増加させることができ、二次突起22a, 22bを素早く形成することができる。

ただし、常にブースト電流を重畳させると、ランプ電流の平均値自体が大きく上昇してしまい小電力点灯の趣旨が没却されることになるし、二次突起22a, 22bを形成するために投入する熱エネルギーも大きければよいというものではなく、好適な範囲に限られる。

このような範囲を適切に設定するために、ブースト電流を重畳させる時間的頻度の他に、ブースト電流の電流値 I_b の通常ランプ電流の電流値 I_n に対する重畳比率（ブースト比率） I_b/I_n を調整することで、追加投入する熱エネルギーを調整することができる。

なお、ブースト電流を重畳させることによって生じうるちらつきは、目標重畳比率を設定し、目標重畳比率に向けて段階的に重畳比率を変化させることによって低減することができる。

したがって、ブースト電流は必要に応じ適切な時間的頻度、および適切なブースト比率で重畳される。

[0036] 図6Bは、二次突起維持工程における点灯波形の一例である。図6Bは、図6Aにて示したブースト電流の重畳を二次突起維持工程に応用した点灯波形を示している。

二次突起維持工程の高周波パートMHTにおいては、二次突起形成工程と類似した役割が必要となることから、同様に電流値 I_b のブースト電流を電流値 I_n の通常ランプ電流に重畳して熱エネルギーを追加投入することによって、二次突起22a, 22bを素早く形成しやすくなるという効果がある。

[0037] 一方、低周波パートMLTにおいては、1回の極性反転の低周波パルス中に2回以上ブースト電流を重畳することで、タングステンを蒸発させるとい

う従来例と同様の効果を得ることができる。

[0038] また、図5に示したように、二次突起維持工程において、ランプ電流、ランプ電圧、ランプ電力若しくはこれらの合算パラメータが変化したときは、この変化に応じて低周波期間を増加させる代わりに、ブースト比率、または時間的頻度を変化させてもよい。

ブースト比率の上昇、また時間的頻度の上昇によって、不足分の熱エネルギーを補うことができるという効果を得ることができるからである。

[0039] 図7A～図7Dに、本発明の技術的範囲に含まれる点灯波形の応用例について示す。

図7Aには、二次突起形成工程での点灯波形の応用例を示す。図7Aにおいては、高周波交流電流によるランプ点灯時において、ブースト電流を利用して擬似的な低周波による点灯状態を作り出している。

具体的には、期間CLT1において、電流値 I_n の通常ランプ電流に対する3回の電流値 I_b のブースト電流の重畳によって、投入される電力が+側に偏っており、低周波パートのように一方の電極に対して一定期間連続して多目に熱エネルギーが投入された状態となっている。また、期間CLT2においても同様に、電流値 I_n の通常ランプ電流に対する3回の電流値 I_b のブースト電流の重畳によって、投入される電力が-側に偏っており、低周波パートのように一方の電極に対して一定期間連続して多目に熱エネルギーが投入された状態となっている。

この状態を、擬似的に低周波パートが作り出された偽装低周波期間CLT1、CLT2とする。すなわち、高周波点灯でありながら低周波点灯される状態を擬似的に作り出すことができる。

[0040] 二次突起形成工程において、擬似的に低周波パートを作り出すことについては以下のような意味がある。二次突起形成工程においては、素早く二次突起22a、22bを形成することが求められるため、周波数は高いまま維持することが好ましい。しかし、二次突起22a、22bの種となる微小突起が一次突起21a、21bの先端以外の不所望な場所に形成される場合があ

り、このような不所望な微小突起は排除したい。そこで、擬似的に低周波パートを作り出すことで、先端よりも根元側へ熱拡散領域を延ばし、不所望な位置に形成される微小突起を溶融させてしまい、排除することができる。その間も高周波点灯が維持されるので、二次突起 22 a, 22 b が素早く形成されるという効果を持続することができる。このように、擬似的な低周波パートを発生させる偽装低周波期間 C L T 1, C L T 2 を設けることによって、複数の熱拡散長を有する点灯波形を作り出すことができるのである。

[0041] 図 7 B は、図 7 A の点灯波形をさらに応用した点灯波形を示す。

図 7 B においては、微視的に観察すれば、偽装低周波期間 C L T 1 は、電流値 I_b のブースト電流が電流値 I_n の通常ランプ電流に対して 2 回重畳された第 1 の偽装低周波期間 C L T 1 1 が設けてあるといえる。さらに巨視的に観察すれば、偽装低周波期間 C L T 1 は、この第 1 の偽装低周波期間 C L T 1 1 が 7 回含まれているといえる。偽装低周波期間 C L T 2 についても同様である。

このように、偽装低周波期間を複数設けて様々な熱拡散長を有するように調整することができる。

[0042] 図 7 C は、図 7 B の点灯波形をさらに応用した点灯波形を示す。

二次突起形成工程において、定電力制御にてランプ電圧が上昇し、ランプ電流が不足して二次突起を形成するための熱エネルギーが不足する場合がある。この場合、ブースト電流を重畳することによって不足分を補うことができるが、ブースト電流を重畳してもなお熱エネルギーが不足する場合には、図 7 C のように、第 1 の偽装低周波期間 C L T 1 1 において、低周波電流成分が混在した波形としてもよい。これによって、二次突起 22 a, 22 b を形成するために不足している熱エネルギーを補充することができる。しかし、周波数としては低くなるので二次突起 22 a, 22 b を形成する速度がやや低下するが、これについては必要に応じて適宜採用するものである。

例えば図 7 C の点灯波形においては、短い熱拡散長を維持するために高周波のブースト電流を低周波の矩形波パルス上に重畳させている。これによ

て、ある程度の高周波性が確保されているといえよう。

図 7 D も、図 7 B の点灯波形をさらに応用した点灯波形である。

図 7 D では、十分に短い熱拡散長で駆動させるだけでは熱エネルギーが確保できないが場合などに、低周波電流成分を断続的に重畳させることで、熱エネルギーを確保するものである。

このように、投入する熱エネルギーを調整する手段として低周波電流成分を適宜挿入してもよいが、その場合は低周波の矩形波パルス上に高周波電流成分と同じ周波数の矩形波パルスをブースト電流として重畳することで、高周波性を確保し、二次突起 22 a, 22 b の成長をある程度確保することができる。

[0043] 図 8 A および図 8 B には、二次突起維持工程での点灯波形の応用例を示す。

図 8 A に示すように、二次突起維持用高周波交流電流 SPMH が供給される高周波パートでは、図 6 B に示した点灯波形と同様に、電流値 I_n の高周波の矩形波パルスよりなる通常ランプ電流に対して、一定の時間的頻度で電流値 I_b のブースト電流が重畳される点灯波形となっている。

一方、図 8 B に示すように、二次突起維持用低周波交流電流 SPML が供給される低周波パートでは、図 7 C で示した点灯波形と同様に、偽装低周波期間 CLT1、CLT2 を有する点灯波形となっている。このように、低周波パートについて必ずしも厳密な低周波の矩形波パルスとせずとも、実質的に低周波の機能を得ることができる偽装低周波期間を有する点灯波形としてもよい。

[0044] 図 9 A および図 9 B には、二次突起維持工程での点灯波形のさらに他の応用例を示す。

図 9 A に示すように、高周波パートでは、図 4 C に示した点灯波形と同様に、通常の高周波の矩形波パルスよりなる二次突起維持用高周波交流電流 SPMH による点灯波形となっている。

一方、図 9 B に示すように、二次突起維持用低周波交流電流 SPML が供

給される低周波パートでは、通常連続しているはずの低周波の矩形波パルスの一部を部分的に極性反転させて、断続的な極性反転となっている偽装低周波期間CLT1、CLT2を有する点灯波形となっている。

このような点灯波形とする利点は、詳しい説明については割愛するが、回路の構成、およびこの回路を構成する素子の問題として、低周波による点灯状態を一定期間以上連続して維持することができないことがあり、息継ぎ的に極性反転をすることによって、例えば所定のキャパシタンスなどで充放電を行いその問題を解決することができる。その場合、厳密に言えば低周波による点灯状態ではないが実質的に見て低周波による点灯状態とされる偽装低周波期間CLT1、CLT2を設けることで、完全な低周波による点灯状態とした場合とほぼ同等の効果を得ることができる。

以上のように二次突起形成維持用交流電流SPMとして様々な点灯波形を採用することができるが、これらの点灯波形は、前述のようにランプ電力、ランプ電圧、若しくはランプ電流、又はこれらの合算パラメータに応じて変化させてもよい。

[0045] 図10に本発明の実施形態に係る放電ランプ点灯装置の構成例を示す。

この放電ランプ点灯装置は放電ランプ10と給電装置30から構成される。

給電装置30は、直流電圧が供給される降圧チョッパ回路U1と、降圧チョッパ回路U1の出力側に接続された、直流電圧を交流電圧に変化させて放電ランプ10に供給するフルブリッジ回路U2と、フルブリッジ回路U2の出力側に接続されたスタータ回路U3と、制御部5とから構成される。制御部5は例えばマイクロプロセッサ等の処理装置で構成することができ、ここではその機能構成をブロック図で示している。

[0046] 図10において、降圧チョッパ回路U1は、直流電圧が供給される(+)側電源端子に接続されたスイッチング素子QxおよびリアクトルLxと、スイッチング素子QxとリアクトルLxの接続点と(-)側電源端子間にカソード側が接続されたダイオードDxと、リアクトルLxの出力側に接続され

た平滑コンデンサ C_x と、平滑コンデンサ C_x の一端端子とダイオード D_x のアノード側の間に接続された電流検出用の抵抗 R_x から構成される。図10における G_x は、例えば電界効果トランジスタよりなるスイッチング素子 Q_x のゲートに接続されたスイッチング素子駆動回路である。

上記スイッチング素子 Q_x を所定のデューティで駆動することにより、入力直流電圧 V_{dc} をこのデューティに応じた電圧に降圧する。降圧チョッパ回路 U_1 の出力側には、抵抗 R_1 、 R_2 の直列回路よりなる電圧検出回路 V_x が設けられている。

フルブリッジ回路 U_2 は、ブリッジ状に接続したスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ と、これらに対応するスイッチング素子駆動回路 $G_1 \sim G_4$ と、スイッチング素子駆動回路 $G_1 \sim G_4$ を作動させるドライバ4から構成され、ドライバ4から出力されるドライブ信号に応じた極性反転動作を行う。

このフルブリッジ回路 U_2 においては、スイッチング素子 Q_1 およびスイッチング素子 Q_4 を共にオンにするスイッチング動作と、スイッチング素子 Q_2 およびスイッチング素子 Q_3 を共にオンにするスイッチング動作とを交互に行うことにより、スイッチング素子 Q_1 、 Q_2 の接続点と、スイッチング素子 Q_3 、 Q_4 の接続点間に矩形波状の交流電圧を発生させる。スイッチング素子 Q_1 およびスイッチング素子 Q_4 が共にオンにされたときには、スイッチング素子 Q_2 およびスイッチング素子 Q_3 は共にオフとされ、スイッチング素子 Q_2 およびスイッチング素子 Q_3 が共にオンにされたときには、スイッチング素子 Q_1 およびスイッチング素子 Q_4 は共にオフとされる。

[0047] スタータ回路 U_3 は、各々放電ランプ10に直列接続されたコイル L_h 及びコンデンサ C_h を備えている。そして、コイル L_h の入力側とコンデンサ C_h の負極側端子との間にはコンデンサ C_p が接続されている。放電ランプ10が始動する際に、コイル L_h 、コンデンサ C_h からなるLC直列回路の共振周波数近傍の高いスイッチング周波数の交流電圧がブリッジ回路 U_2 から印加されることにより、スタータ回路 U_3 の出力側において放電ランプ10の始動に必要な高い電圧が生成されて放電ランプ10に供給される。なお

、放電ランプ10が点灯した後は、定常点灯モード例えば定格点灯モードの基本周波数（60Hz～1000Hz）で、通常点灯が行われる。

[0048] 上記給電装置30において、放電ランプ10に対する出力電力の制御及び上記ブースト率の調整は降圧チョッパ回路U1のスイッチング素子Qxの動作デューティを調整することで達成できる。

降圧チョッパ回路U1のスイッチング素子Qxは、ゲート信号Gxのデューティに応じてオン／オフし、放電ランプ10に供給される電力が変化する。すなわち、電力アップならスイッチング素子Qxのデューティを上げ、電力ダウンならスイッチング素子Qxのデューティを下げるなどして、入力された点灯電力調整指令信号SCに合致するランプ電力値になるようにゲート信号Gxの制御を行う。また、ブースト時には、スイッチング素子Qxのデューティを上げ、通常ランプ電流にブースト電流を重畳させる。

放電ランプ10に供給される交流電流の周波数の調整は、フルブリッジ回路U2のスイッチング素子Q1～Q4のスイッチング周期を調整することで実現される。

[0049] 制御部5は、駆動信号発生部51とコントローラ52から構成される。

駆動信号発生部51は、例えば、プロセッサなどから構成される。

コントローラ52は、放電ランプ10の点灯動作を制御する点灯動作制御部52aと、駆動信号発生部51の出力を制御する駆動信号選択部52bと、外部からの点灯電力調整指令信号SCに応じて、降圧チョッパ回路U1のスイッチング素子Qxを設定されたデューティで駆動し、ランプ電力を制御する電力制御部52cを備える。

[0050] 電力制御部52cは、電流検出用の抵抗Rxの両端電圧と、電圧検出用の抵抗R1、R2により検出された電圧から、ランプ電流 I_L 、ランプ電圧 V_L を求めてランプ電力を演算し、このランプ電力値が点灯電力調整指令信号SCに応じた大きさと一致するように降圧チョッパ回路U1のスイッチング素子Qxのデューティを制御する。また、電力制御部52cは、点灯電力調整指令信号SCが定常点灯モードに係るランプ電力値に応じたものか、小電力

点灯モードに係るランプ電力値に応じたものを判別し、判別結果を駆動信号選択部 5 2 b に送出する。例えば、点灯電力調整指令信号 S C が定常点灯モードに対応するものから小電力点灯モードに対応するものに切り替わると、小電力点灯モードに係る点灯モード判別信号を駆動信号選択部 5 2 b に送信する。

駆動信号選択部 5 2 b は、点灯モード判別信号に応じた駆動信号選択信号を、駆動信号発生部 5 1 に送信する。また、駆動信号選択部 5 2 b は、ブースト時には、点灯動作制御部 5 2 a からのブースト信号に応じた駆動信号選択信号を、駆動信号発生部 5 1 に送信する。

駆動信号発生部 5 1 は、駆動信号選択信号に応じて、スイッチング素子駆動信号を発生し、ドライバ 4 に送信する。例えば、定常点灯モードでのランプ点灯時、小電力点灯モードでのランプ点灯時には、放電ランプ 1 0 の点灯モードに対応したスイッチング素子駆動信号が駆動信号発生部 5 1 から出力される。そして、ブースト時には、点灯動作制御部 5 2 a からのブースト信号に対応したスイッチング素子駆動信号が出力される。

[0051] 以下、本実施例の点灯装置の動作について説明する。

点灯指令信号 S L が与えられると、放電ランプ 1 0 への給電が開始されると共に、コントローラ 5 2 の点灯動作制御部 5 2 a は、始動回路駆動信号を発生し、スタータ回路 U 3 によって放電ランプ 1 0 を点灯させる。放電ランプ 1 0 が点灯すると、電力制御部 5 2 c において、電圧検出用の抵抗 R 1、R 2 により検出されるランプ電圧 V_L と、抵抗 R x により検出されるランプ電流 I_L によりランプ電力が演算される。コントローラ 5 2 の電力制御部 5 2 c は、点灯電力調整指令信号 S C と、上記演算されたランプ電力値に基づき、降圧チョッパ回路 U 1 のスイッチング素子 Q x を制御して、ランプ電力を制御する。

すなわち、降圧チョッパ回路 U 1 のスイッチング素子 Q x は、ゲート信号 G x のデューティに応じて変化し、外部から点灯電力調整指令信号 S C が入力されると電力アップならスイッチング素子 Q x のデューティを上げ、電力

ダウンならスイッチング素子 Q_x のデューティを下げるなどして、入力された点灯電力調整指令信号 SC に合致するランプ電力値になるようにゲート信号 G_x の制御を行う。

[0052] 点灯電力調整指令信号 SC に係るランプ電力値が大きい、すなわちランプ電力値が放電ランプの定格消費電力の80%より大きい定常点灯モードでのランプ点灯時には、コントローラ52の駆動信号選択部52bは、駆動信号発生部51から定常点灯モードに対応した予め決められたスイッチング素子駆動信号を出力させ、ドライバ4を駆動する。また、電力制御部52cは駆動信号選択部52bからの定常点灯モードに係る駆動信号選択信号に応じて、放電ランプ10に対する出力電力を定常点灯モードにおけるランプ電力に設定する。

これにより、フルブリッジ回路U2は、ドライバ4からのドライブ信号に応じた極性反転動作を行い、放電ランプ10は、定常点灯モードにおける点灯波形で点灯する。その時、放電ランプ10は、基本周波数が60Hz~1000Hzの高周波パートに、周波数が5~200Hzの低周波パートが挿入された点灯波形で、駆動される。

また、点灯電力調整指令信号 SC に係るランプ電力値が小さい、すなわちランプ電力値が定格消費電力の80%以下（実用的には25~80%）である小電力点灯モードでのランプ点灯時には、コントローラ52の駆動信号選択部52bは、駆動信号発生部51から、小電力点灯モードに対応した予め決められたスイッチング素子駆動信号を出力させ、ドライバ4を駆動する。また、電力制御部52cは駆動信号選択部52bからの小電力点灯モードに係る駆動信号選択信号に応じて、放電ランプ10に対する出力電力を小電力点灯モードにおけるランプ電力に設定する。

これにより、フルブリッジ回路U2は、ドライバ4からのドライブ信号に応じた極性反転動作を行い、放電ランプ10は、例えば図4Bおよび図4D等示した小電力点灯モードの点灯波形で点灯する。

[0053] 上記ブースト時のランプ点灯動作についても簡単に説明する。

小電力点灯モードでのランプ点灯時に、点灯動作制御部 5 2 a は、所定の周期でブースト信号を出力する。駆動信号選択部 5 2 b は、ブースト信号に応じた駆動信号選択信号を出力し、駆動信号発生部 5 1 はブースト信号に対応したスイッチング素子駆動信号を出力する。

一方、上記ブースト信号は電力制御部 5 2 c にも与えられ、電力制御部 5 2 c はブースト信号に応じて、降圧チョッパ回路 U 1 のスイッチング素子 Q x のデューティを上げる。

これにより、電力制御部 5 2 c はブースト信号が出力されている期間、放電ランプ 1 0 に対する出力電力をブーストし、ブースト信号が出力される毎に、放電ランプ 1 0 には、通常ランプ電流の電流値 I_n にブースト電流の電流値 I_b が重畳されたランプ電流 I_L が供給される。

実施例

[0054] 本発明の実施例として、効果を検証した実験結果を以下に示す。

図 3 に示した点灯モードの切り替えを行ってフリッカの発生状況を評価することにより、二次突起の形成および維持についての本発明の効果を検証した。本発明に係る実施例として、定常点灯モードにおいては図 4 A に示した点灯波形で放電ランプを点灯させ、小電力点灯モードにおいては図 4 B および図 4 D に示した点灯波形で放電ランプを点灯させた。従来例として、定常点灯モードにおいては図 1 1 A に示した点灯波形で放電ランプを点灯させ、小電力点灯モードにおいては図 1 1 B に示した点灯波形で放電ランプを点灯させた。

本発明に係る実施例では、下記表 1 に示すように、小電力点灯モードの二次突起形成工程における二次突起形成用交流電流 (S P F) の周波数を 1 0 0 0 H z、二次突起維持工程における二次突起維持用高周波電流 (S P M H) の周波数を 7 2 0 H z、二次突起維持用低周波電流 (S P M L) の周波数を 1 2 0 H z とした。

従来例では、下記表 2 に示すように、小電力点灯モードを 2 つの工程に分けることなく常に 7 4 0 H z の高周波電流の矩形波パルスによる高周波期間

(H T) と、92.5 Hz の低周波電流の矩形波パルスによる低周波期間 (L T) からなる点灯波形で放電ランプを点灯させた。

[0055] [表1]

	定常点灯モード		小電力点灯モード		
			二次突起形成工程	二次突起維持工程	
	高周波電流	低周波電流	高周波電流 (SPF)	高周波電流 (SPMH)	低周波電流 (SPML)
本発明	370 Hz	30 Hz	1000 Hz	720 Hz	120 Hz

[0056] [表2]

	定常点灯モード		小電力点灯モード	
	高周波電流	低周波電流	高周波電流	低周波電流
従来例	370 Hz	30 Hz	740 Hz	92.5 Hz

[0057] 本発明に係る実施例、従来例ともに評価に用いた放電ランプの定格消費電力は270Wであり、小電力点灯モードでのランプ電力を定格消費電力に対して63%の大きさ、すなわち170Wとした。

フリッカの発生は、投影面における照度変動率によって判定した。具体的には照度計を用いて100ms間隔で照度を測定し、その最大変化量による照度変動率が2.0%未満である場合を○(良好)、3.0%未満である場合を△(やや良好)、3.0%以上である場合を×(目標未達)とした。照度変動率が3.0%以上となると、人間の目によってフリッカとして視認されるからである。結果を下記表3に示す。

[0058]

[表3]

		点 灯 時 間								
		二次突起形成の試験						二次突起維持の試験		
		1分	3分	5分	10分	30分	1時間	10時間	50時間	100時間
従来例	評価 結果	×	△	○	○	○	○	○	△	×
	照度 変動率	5.70 %	2.70 %	1.20 %	1.40 %	0.70 %	1.20 %	1.10 %	2.10 %	4.50 %
本発明	評価 結果	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	照度 変動率	0.90 %	1.30 %	1.10 %	0.70 %	1.00 %	1.30 %	0.70 %	0.70 %	1.20 %

[0059] 比較対照としての従来例では、目標小電力（調光比率63%）においても、工程を分けることなく一定の点灯波形によって点灯した。その結果、上記表3に示すとおり、二次突起が形成されるのに時間がかかるためか、二次突起が形成されてフリッカが△（やや良好）となるまで3分間を要した。以後、二次突起形成の試験として1時間点灯継続しフリッカが○（良好）となって安定することが確認された。

さらにそのまま点灯試験を継続し、同じ点灯波形にて点灯していたところ、点灯開始から50時間の時点で突如照度変動率が上昇し、△（やや良好）まで低下した。そして、100時間経過した時点において3%を超えて×（目標未達）となった。

以上の結果から、従来例では十分に時間をかければ二次突起を形成可能であるが、そのまま連続的に点灯すると、二次突起が消滅し、長時間での小電力点灯に影響があることがわかった。

[0060] 本発明の実施例では、上記表3に示すとおり、小電力点灯モードに切換えてから1時間は二次突起形成の試験を行うために、二次突起形成工程の点灯波形で点灯を行った。その1時間が経過した後は、二次突起維持の試験を行うために、二次突起維持工程の点灯波形で点灯を行った。

その結果、本発明では小電力点灯モード開始1分でフリッカが○（良好）となって安定し、素早く二次突起が形成されたということがわかる。さらに

そのまま点灯しても、フリッカが悪化することはなかった。

1時間経過し、二次突起維持工程に移った後も、フリッカは安定していた。そのまま100時間経過してもフリッカは安定していたので、この時点で試験終了とした。

以上のように、本発明は従来例と異なり、小電力点灯モードにおいて、二次突起の形成と、二次突起の維持という工程に分け、それぞれに最適化した点灯波形とすることで、放電ランプを小電力点灯モードで点灯させたときに発生しやすいフリッカの問題を解決することができた。

符号の説明

[0061]	U 1	降圧チョッパ回路
	U 2	フルブリッジ回路
	U 3	スタータ回路
	4	ドライバ
	5	制御部
	1 0	放電ランプ
	1 1	発光部
	1 2	封止管部
	2 0 a、2 0 b	電極
	2 1 a、2 1 b	一次突起
	2 2 a、2 2 b	二次突起
	1 3	金属箔
	1 4	外部リード棒
	5 1	駆動信号発生部
	5 2	コントローラ
	5 2 a	点灯動作制御部
	5 2 b	駆動信号選択部
	5 2 c	電力制御部
	Q x	スイッチング素子

L_h, L_x コイル

C_x, C_h, C_p コンデンサ

Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_x スイッチング素子

D_x ダイオード

R_1, R_2, R_x 抵抗

V_x 電圧検出回路

G_1, G_2, G_3, G_4, G_x スイッチング素子駆動回路

請求の範囲

- [請求項1] 発光管内に、先端に突起が形成された一対の電極が2.0mm以下の間隔で対向配置されると共に、0.20mg/mm³以上の水銀とハロゲンが封入された放電ランプと、この放電ランプに対して交流電流を供給する給電装置から構成される放電ランプ点灯装置において、
- 前記給電装置は、前記放電ランプを60Hz～1000Hzの範囲内から選択された基本周波数で点灯させる定常点灯モードと、前記放電ランプを当該放電ランプの定格消費電力に対して25～80%の範囲内の電力値で駆動する小電力点灯モードとを切り替え可能に駆動するものであって、
- 前記給電装置は、前記小電力点灯モードにおいては、
- ランプ電力を低下させながら、200Hz～2000Hzの範囲内から選択された、前記定常点灯モードにおける基本周波数以上の周波数を有する二次突起形成用交流電流を供給する二次突起形成工程の後に、
- 当該定常点灯モードにおける基本周波数よりも周波数が高い100Hz～1500Hzの範囲から選択された周波数の二次突起維持用高周波電流、および当該二次突起維持用高周波電流よりも周波数が低い二次突起維持用低周波電流を二次突起維持用交流電流として交互に供給する二次突起維持工程に移行されるよう、
- 前記放電ランプに対する給電制御を行うことを特徴とする放電ランプ点灯装置。
- [請求項2] 前記二次突起形成用交流電流の周波数は、前記二次突起維持用高周波電流の周波数以上の大きさ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] 前記二次突起維持工程における、前記二次突起維持用低周波電流の前記二次突起維持用高周波電流に対する時間的比率、又は点灯波形を、ランプ電力、ランプ電圧、若しくはランプ電流、又はこれらの合算

パラメータに応じて変化させ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。

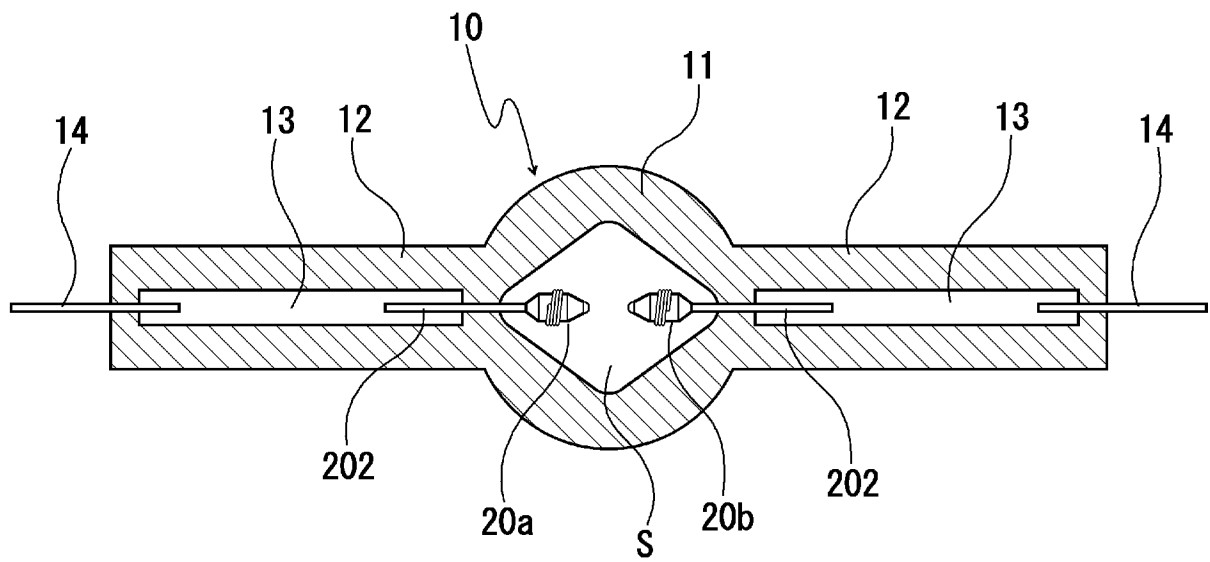
[請求項4] 前記二次突起形成工程においては、前記選択された周波数の通常ランプ電流に対して所定の時間的頻度でブースト電流を重畳した二次突起形成用交流電流を供給することを特徴とする請求項 1 に記載の放電ランプ点灯装置。

[請求項5] 前記二次突起維持工程においては、前記選択された周波数の通常ランプ電流に対して所定の時間的頻度でブースト電流を重畳した二次突起維持用交流電流を供給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。

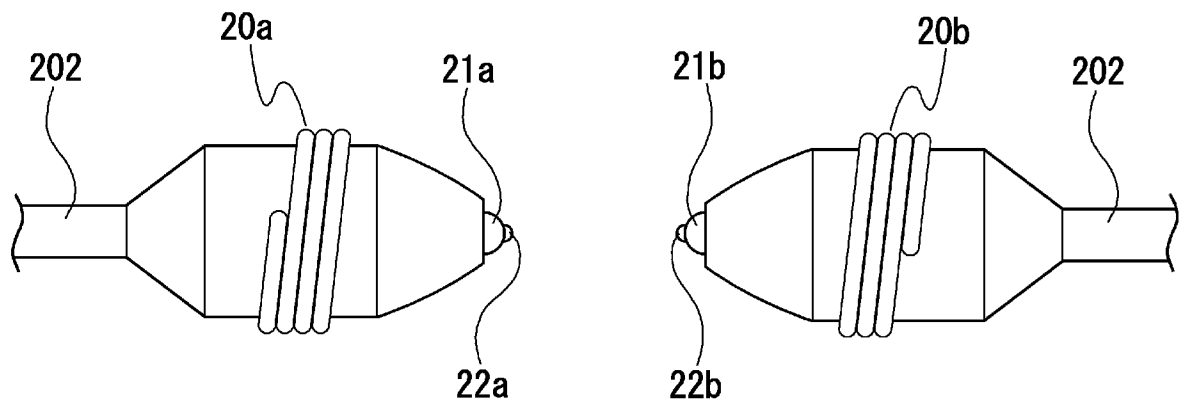
[請求項6] 前記ブースト電流の重畳比率、若しくは時間的頻度を、ランプ電力、ランプ電圧、若しくはランプ電流、又はこれらの合算パラメータに応じて変化させることを特徴とする請求項 4 または請求項 5 に記載の放電ランプ点灯装置。

[請求項7] 前記ブースト電流の重畳比率を変化させるに際して、目標重畳比率に向けて段階的に重畳比率を変化させることを特徴とする請求項 6 に記載の放電ランプ点灯装置。

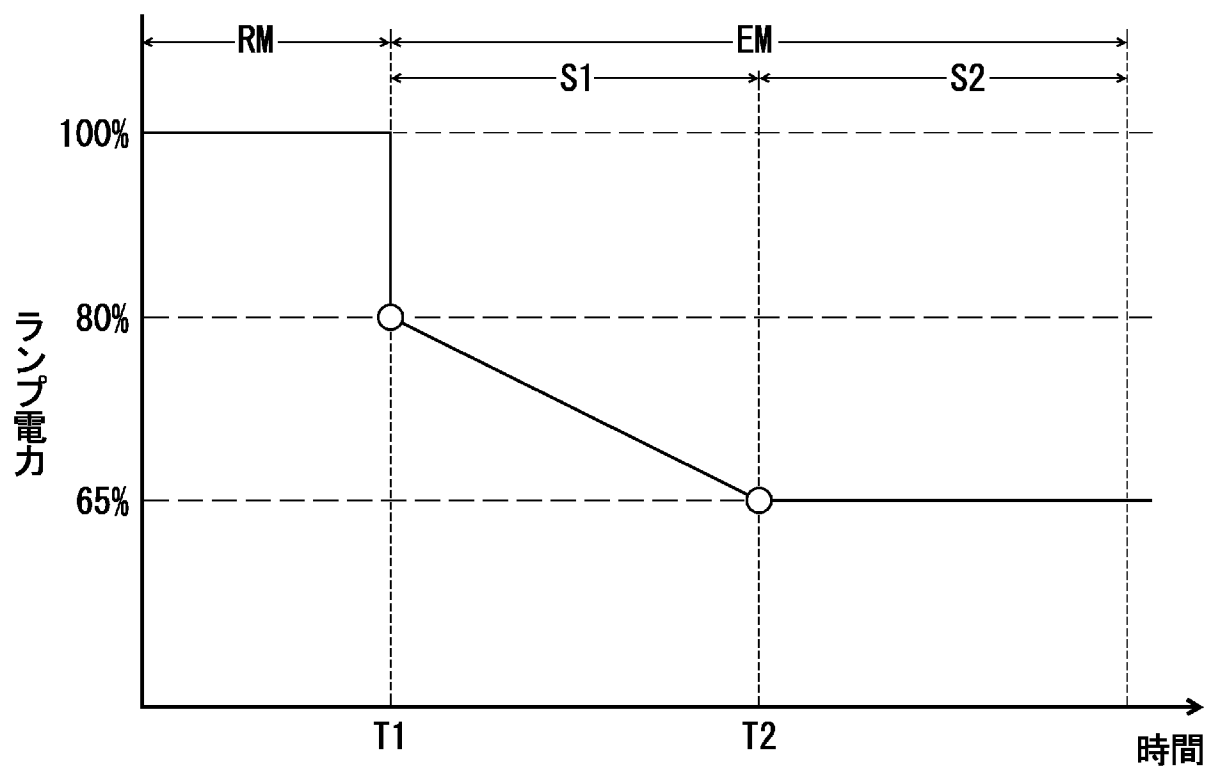
[図1]



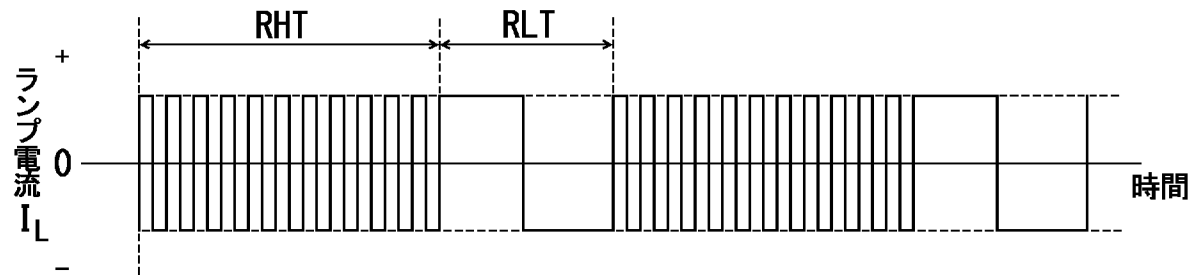
[図2]



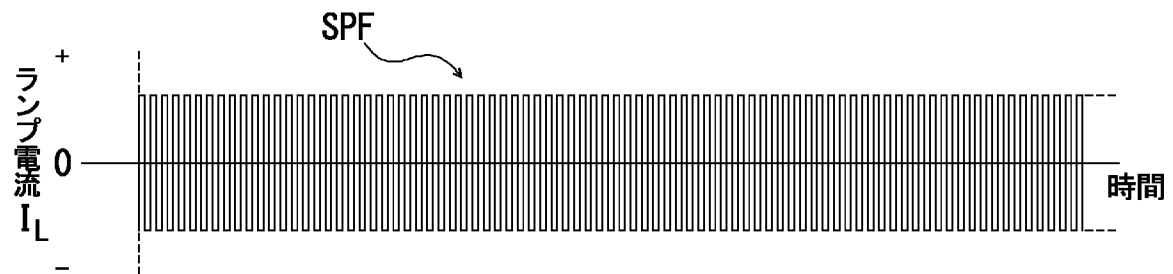
[図3]



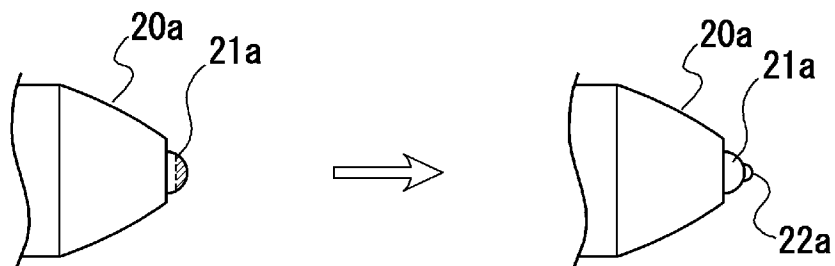
[図4A]



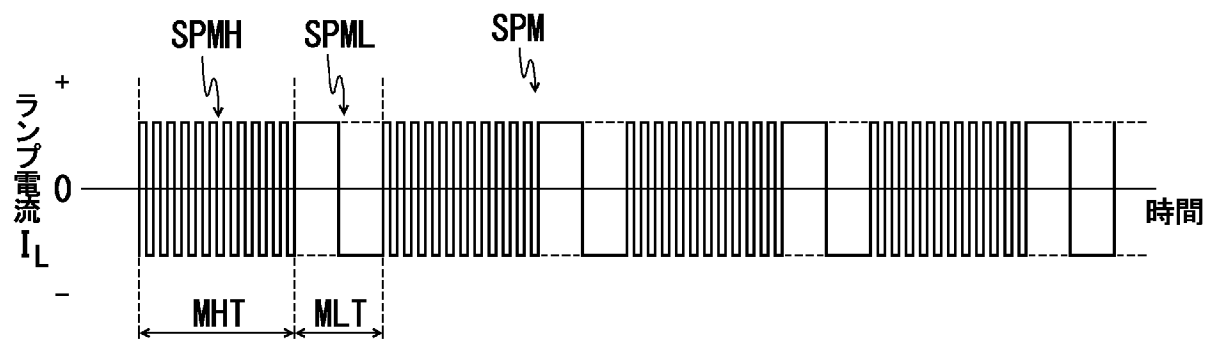
[図4B]



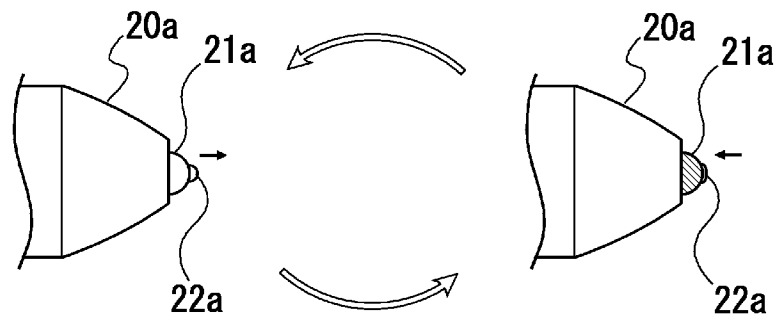
[図4C]



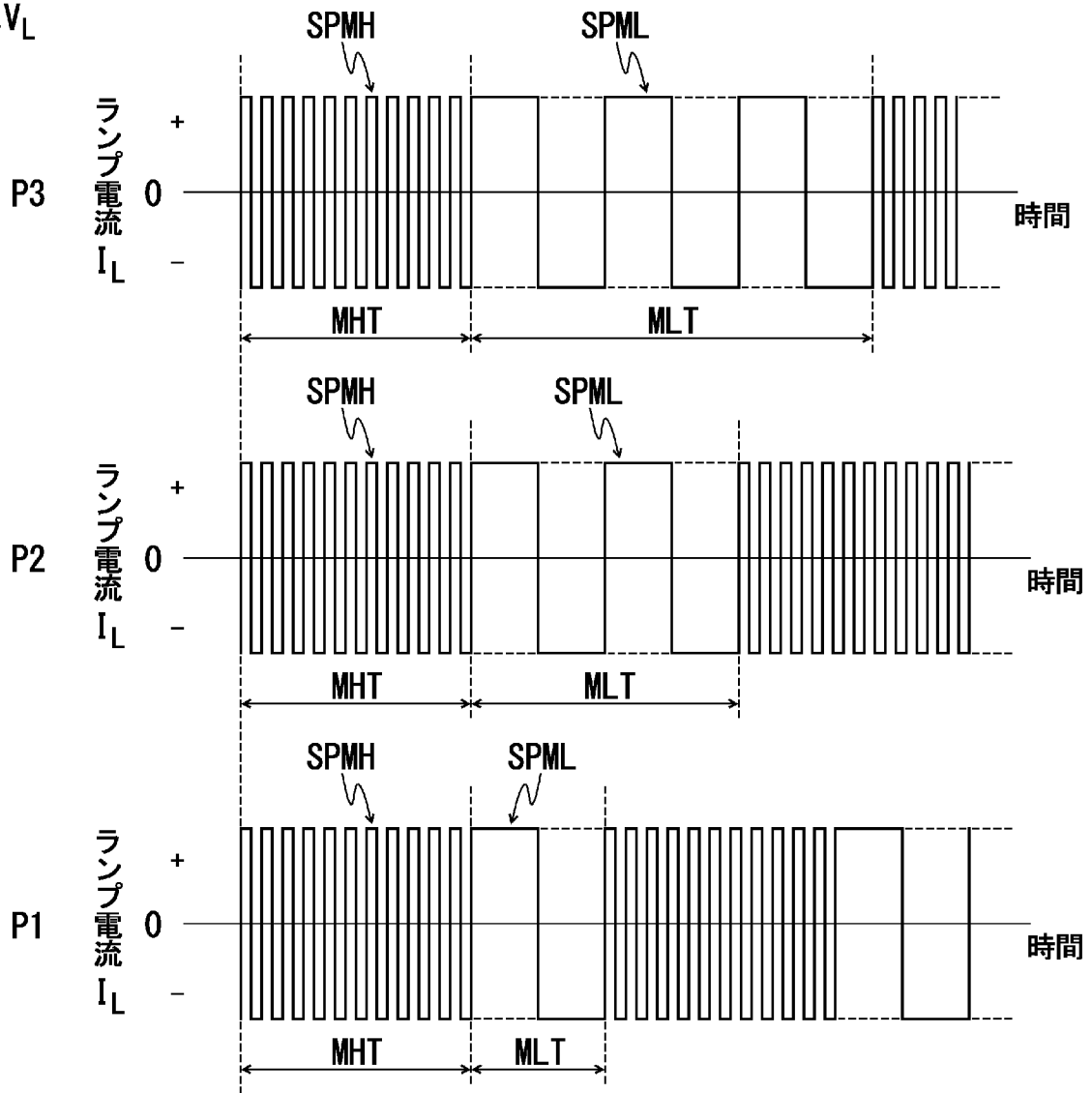
[図4D]



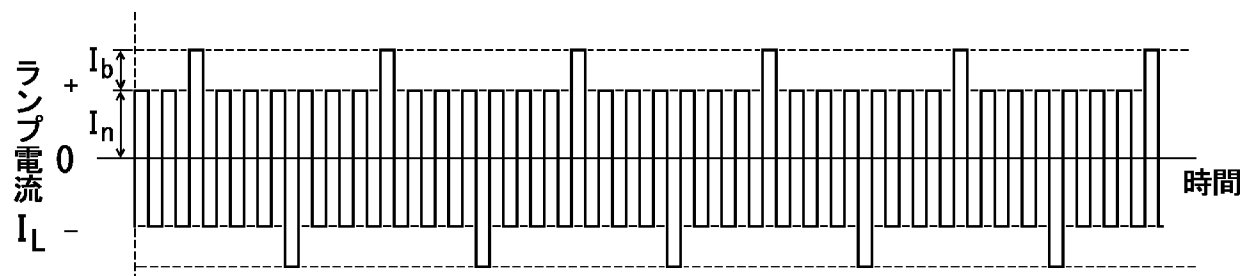
[図4E]



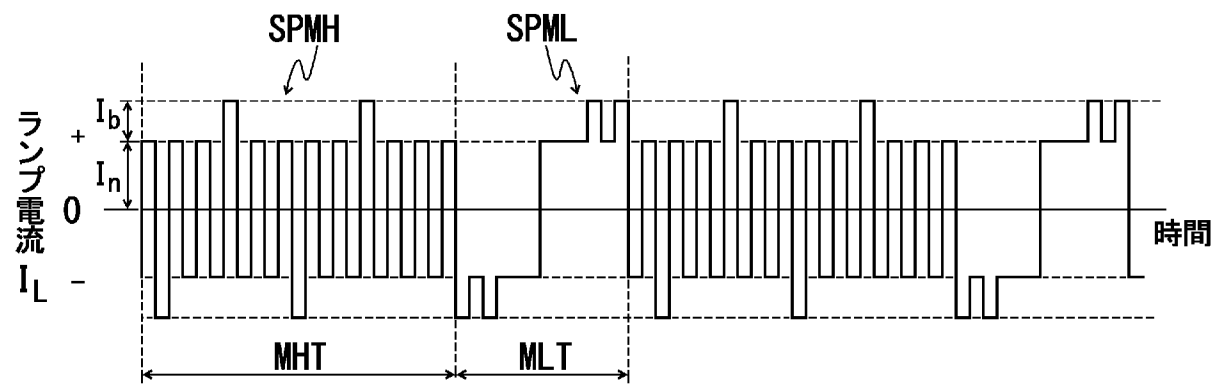
[図5]

ランプ
電圧 V_L 

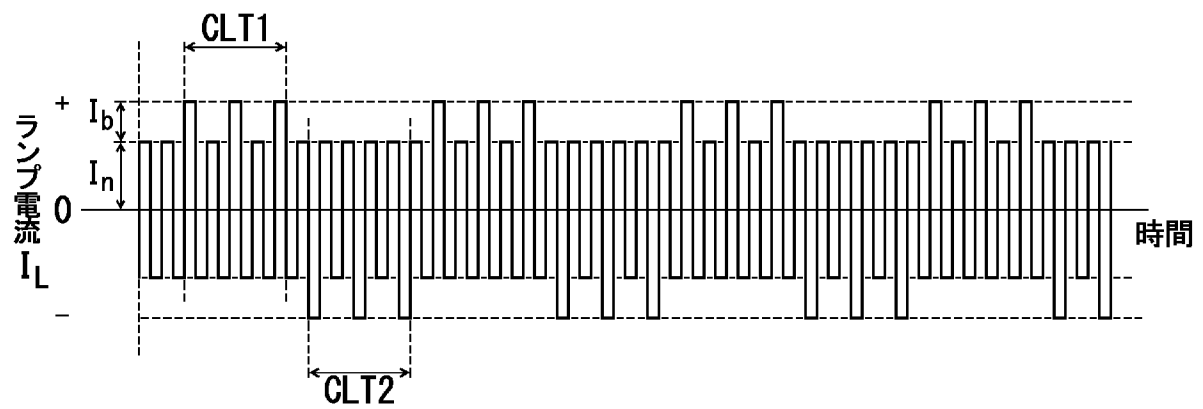
[図6A]



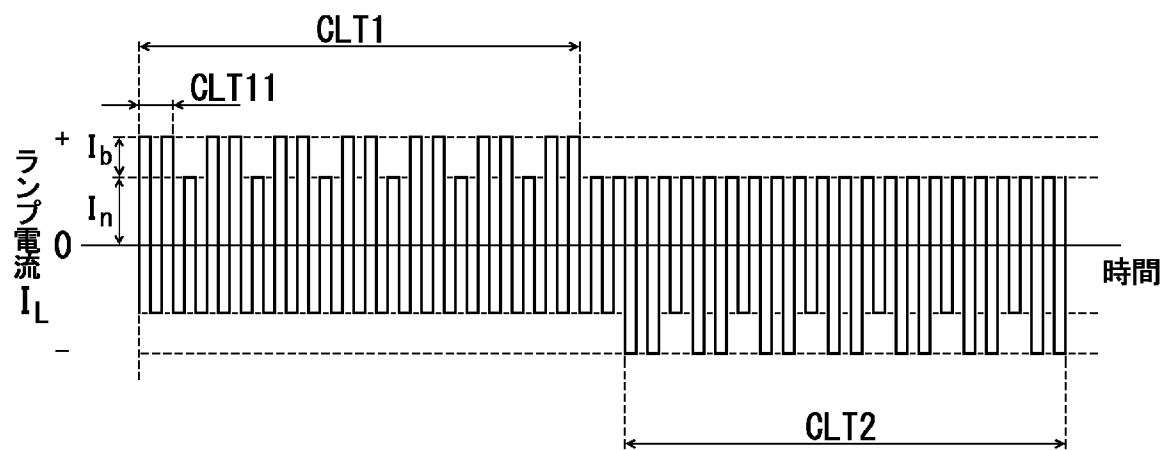
[図6B]



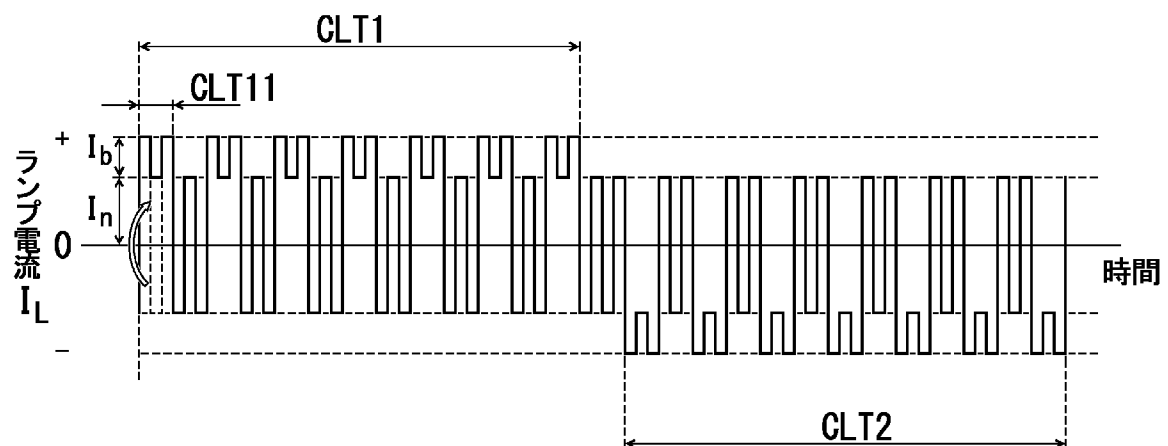
[図7A]



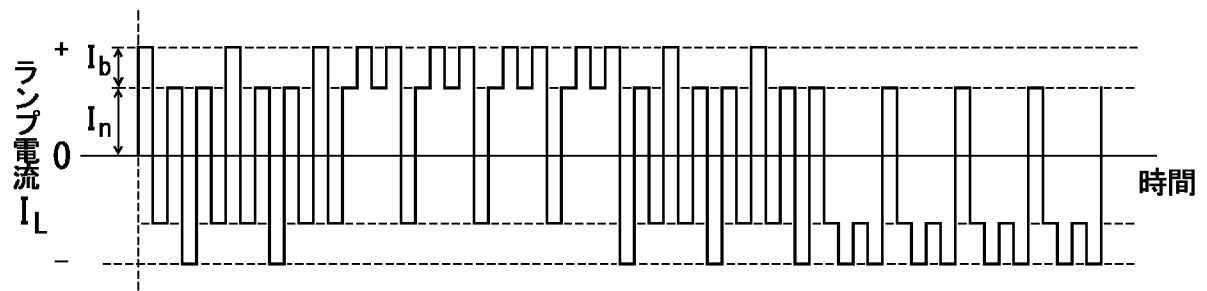
[図7B]



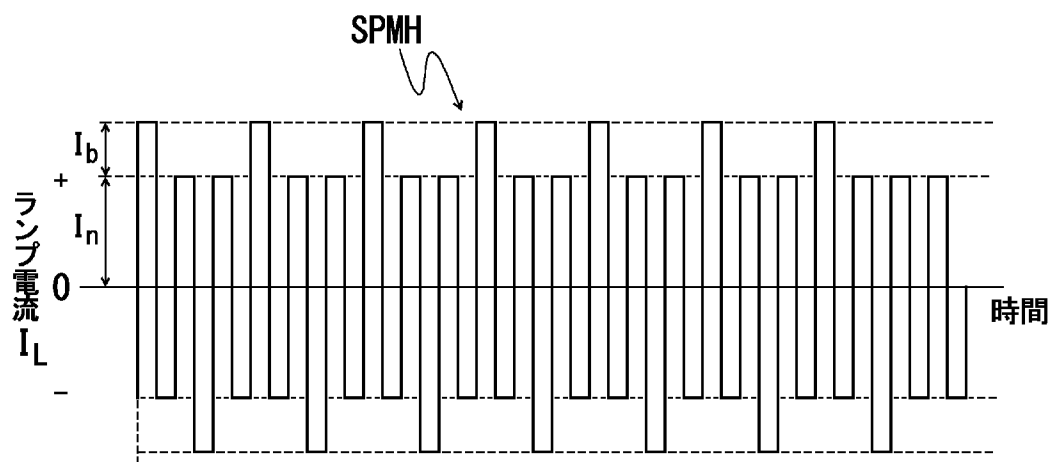
[図7C]



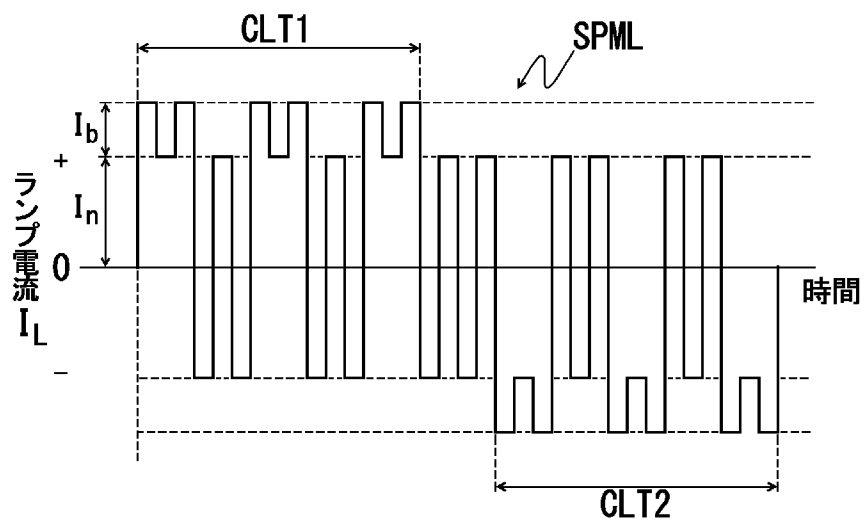
[図7D]



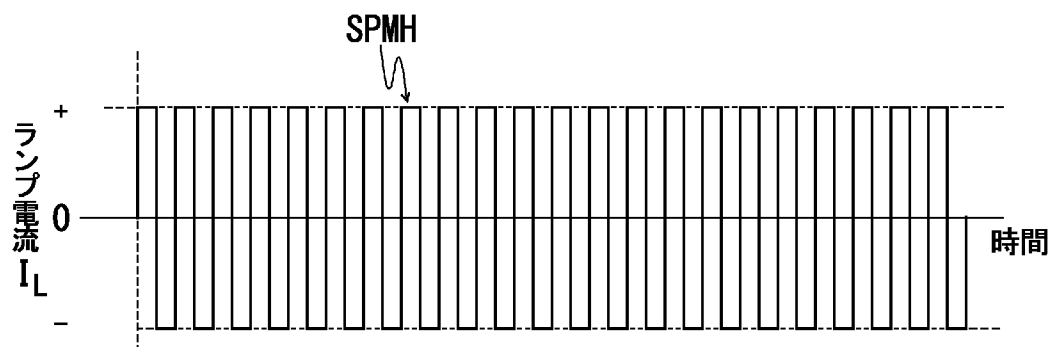
[図8A]



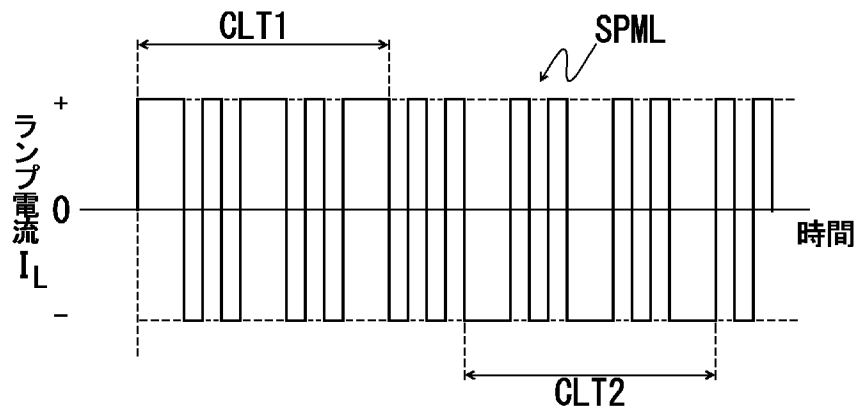
[図8B]



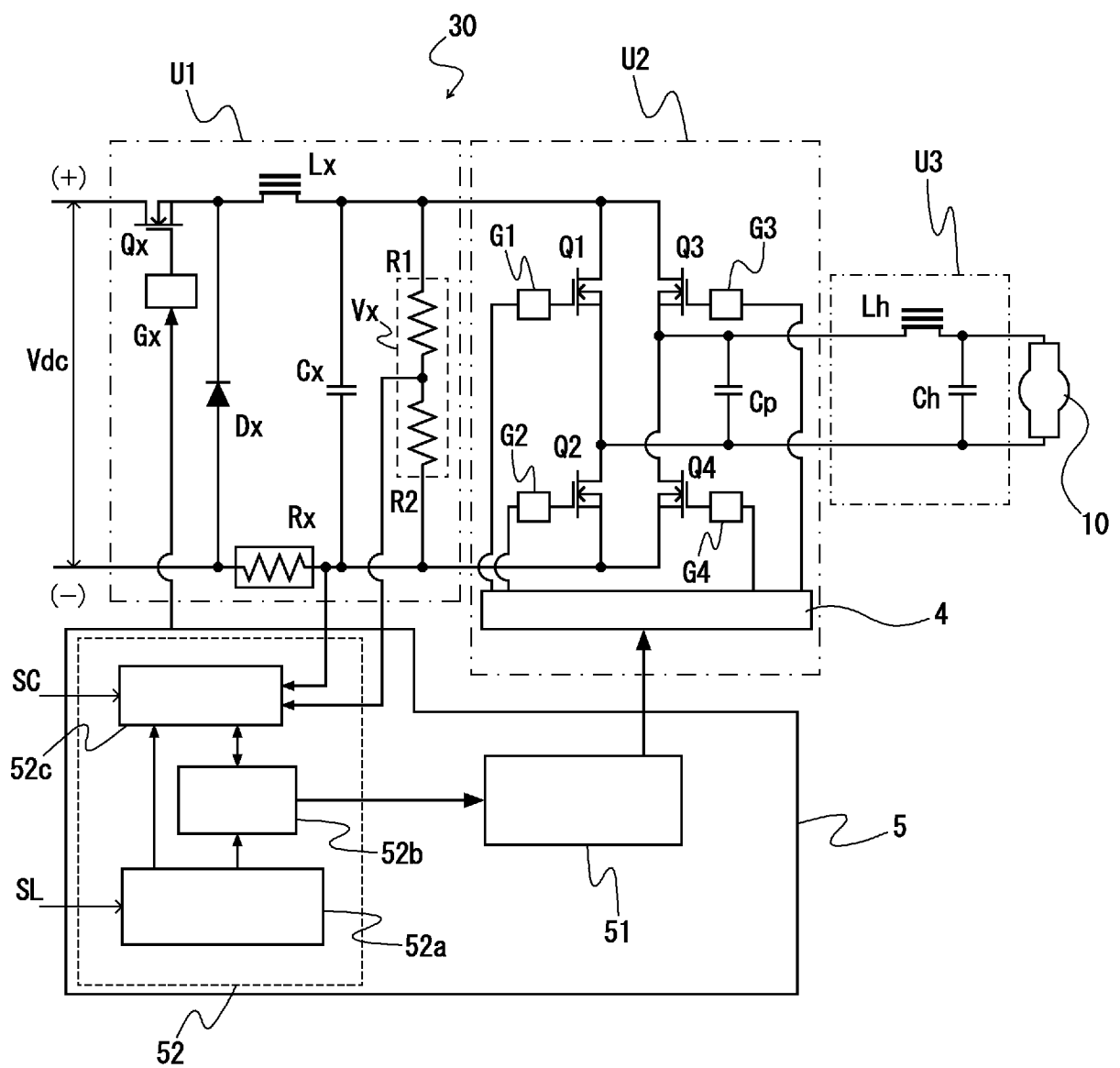
[図9A]



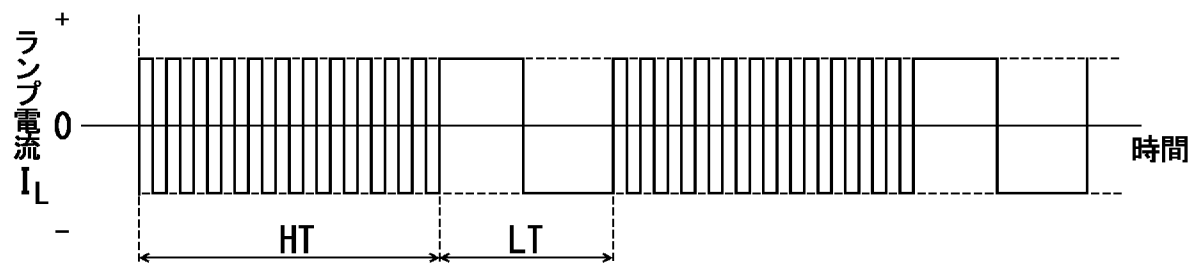
[図9B]



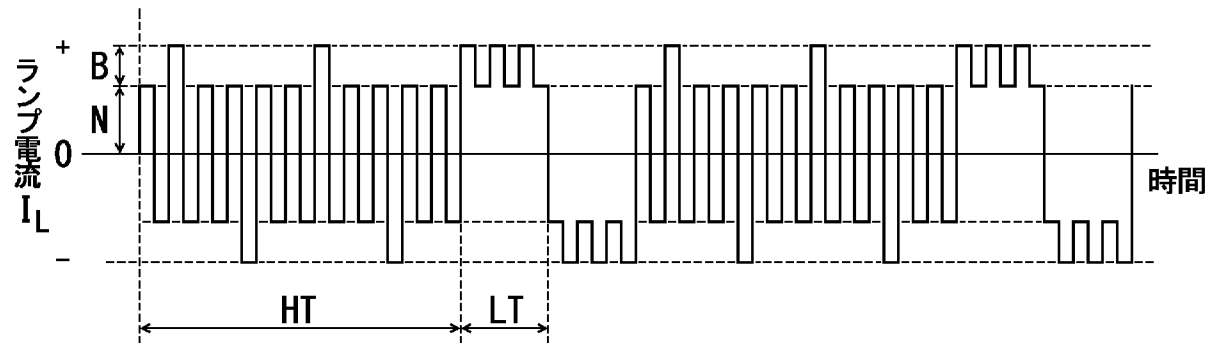
[図10]



[図11A]



[図11B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/080164

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 2012-128994 A (Ushio Inc.), 05 July 2012 (05.07.2012), paragraphs [0013] to [0057]; fig. 1 to 6 & US 2013/0271024 A1 & EP 2654384 A1 & WO 2012/081320 A & WO 2012/081320 A1 & CN 103370989 A	1-6 7
Y A	JP 2010-244705 A (Ushio Inc.), 28 October 2010 (28.10.2010), paragraphs [0012] to [0036]; fig. 1 to 13 & US 2010/0253236 A1 & CN 101861037 A & NL 2004486 A	1-6 7

☐ 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
06 February 2015 (06.02.15)

Date of mailing of the international search report
17 February 2015 (17.02.15)

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（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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 2012-128994 A（ウシオ電機株式会社）2012.07.05, 段落0013-0057, 第1-6図 & US 2013/0271024 A1 & EP 2654384 A1 & WO 2012/081320 A & WO 2012/081320 A1 & CN 103370989 A	1-6 7
Y A	JP 2010-244705 A（ウシオ電機株式会社）2010.10.28, 段落0012-0036, 第1-13図 & US 2010/0253236 A1 & CN 101861037 A & NL 2004486 A	1-6 7

☐ 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

06.02.2015

国際調査報告の発送日

17.02.2015

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）

三島木 英宏

3 X

3018

電話番号 03-3581-1101 内線 3371