

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-247201  
(P2004-247201A)

(43) 公開日 平成16年9月2日(2004.9.2)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
H05B 41/392

F I  
H05B 41/392 L

テーマコード(参考)  
3K098

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2003-36518 (P2003-36518)	(71) 出願人	000005832 松下電工株式会社 大阪府門真市大字門真1048番地
(22) 出願日	平成15年2月14日(2003.2.14)	(74) 代理人	100087767 弁理士 西川 恵清
		(74) 代理人	100085604 弁理士 森 厚夫
		(72) 発明者	増本 進吾 大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
		(72) 発明者	城戸 大志 大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

最終頁に続く

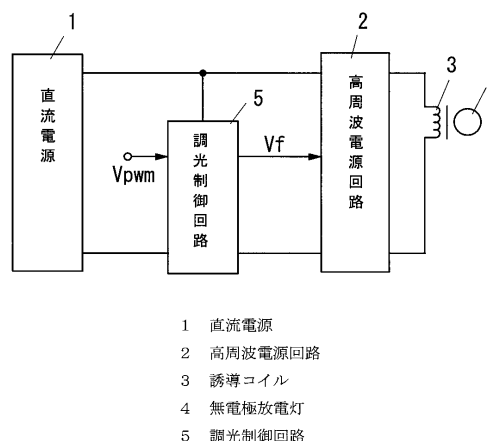
(54) 【発明の名称】 無電極放電灯点灯装置

(57) 【要約】

【課題】深い調光が可能であるとともに、雑音が低減でき、更に、調光制御時の始動性を向上させた無電極放電灯点灯装置を供給する。

【解決手段】調光を深くするにつれて、調光制御回路5が出力する制御信号Vfのデューティ比を変化させて無電極放電灯4を点灯させる点灯電圧部を狭くすることで、無電極放電灯4の点灯期間が短くなり、無電極放電灯4の出力が小さくなる。また、制御信号Vfのデューティ比を変化させると同時に、点灯期間の高周波電源回路2の動作周波数 $f_{inv}$ を無電極放電灯4の点灯維持が可能な範囲で高くすることで点灯時のコイル電圧を低減させることでも、無電極放電灯4の出力を小さくしている。このように、調光制御回路5の制御信号Vfのデューティ比を変化させると同時に、その変化させたデューティ比に応じて点灯期間のコイル電圧を低減させる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第 1 の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第 2 の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第 1 の期間と第 2 の期間との比を変化させるとともに、前記第 1 の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させることを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

10

## 【請求項 2】

放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第 1 の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第 2 の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第 1 の期間と第 2 の期間との比を変化させるとともに、前記第 1 の期間と前記第 2 の期間との少なくとも切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させることを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

20

## 【請求項 3】

放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第 1 の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第 2 の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第 1 の期間と第 2 の期間との比を変化させるとともに、前記第 1 の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させ、且つ少なくとも前記第 1 の期間と前記第 2 の期間との切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させることを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

30

## 【請求項 4】

放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第 1 の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第 2 の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第 1 の期間と第 2 の期間との比を変化させるとともに、前記第 2 の期間から前記第 1 の期間への切替え時に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させることを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

40

## 【請求項 5】

放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第 1 の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第 2 の期間とを交互に繰り返す前

50

記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、

前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第1の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させ、且つ前記第2の期間から前記第1の期間への切替え時に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させることを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

【請求項6】

前記調光制御回路は、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え時に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させる制御を開始するときの前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光比に応じて変化させることを特徴とする請求項4または5記載の無電極放電灯点灯装置。

10

【請求項7】

前記調光制御回路は、前記第2の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧を前記無電極放電灯の点灯維持電圧近傍とすることを特徴とする請求項1乃至5いずれか記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項8】

前記調光制御回路は、前記第2の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光が深いほど高くすることを特徴とする請求項1乃至5いずれか記載の無電極放電灯点灯装置。

20

【請求項9】

前記調光制御回路は、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え直前に、前記無電極放電灯の点灯維持電圧を超えない範囲で前記誘導コイル両端に発生する電圧を高くすることを特徴とする請求項1乃至5いずれか記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項10】

前記調光制御回路は、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え直前に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光が深いほど高くすることを特徴とする請求項9記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項11】

前記調光制御回路は、前記第1の期間において前記無電極放電灯が点灯するまでの間の前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光が深いほど高くすることを特徴とする請求項1乃至10いずれか記載の無電極放電灯点灯装置。

30

【請求項12】

前記調光制御回路は、前記高周波電源回路の動作周波数を可変とすることで、前記高周波電源回路の出力を変化させることを特徴とする請求項1乃至11いずれか記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項13】

前記高周波電源回路は直流電力を高周波電力に変換するものであって、前記調光制御回路は、前記高周波電源回路へ供給される直流電圧を可変とすることで、前記高周波電源回路の出力を変化させることを特徴とする請求項1乃至11いずれか記載の無電極放電灯点灯装置。

40

【請求項14】

前記高周波電源回路は直流電力を高周波電力に変換するものであって、前記調光制御回路は、前記高周波電源回路の動作周波数及び高周波電源回路へ供給される直流電圧の両方を可変とすることで、前記高周波電源回路の出力を変化させることを特徴とする請求項1乃至11いずれか記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項15】

前記調光制御回路は、調光比に応じて制御信号の周波数を可変とすることを特徴とする請求項1乃至14いずれか記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項16】

50

前記高周波電源回路の動作周波数は、数十kHz～数MHzであることを特徴とする請求項1乃至15いずれか記載の無電極放電灯点灯装置。

【請求項17】

放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第1の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第2の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、

前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第1の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させ、前記第1の期間と前記第2の期間との少なくとも切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させて、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させる制御を開始するときの前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光比に応じて変化させ、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え直前に、前記無電極放電灯の点灯維持電圧を超えない範囲で前記誘導コイル両端に発生する電圧を高くし、前記高周波電源回路の動作周波数を可変とすることで前記高周波電源回路の出力を変化させて、前記高周波電源回路の動作周波数を数十kHz～数MHzとすることを特徴とする無電極放電灯点灯装置。

10

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、無電極放電灯を点灯させる無電極放電灯点灯装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

無電極放電灯を調光制御する従来例として、図28の構成を示すようなものがあり、これを従来例1とする。この無電極放電灯点灯装置の回路構成は、透光性バルブ内に不活性ガス、金属蒸気などの放電ガスを封入した無電極放電灯4と、無電極放電灯4の近傍に配置された誘導コイル3と、この誘導コイル3に高周波電力を供給するための高周波電源回路2と、高周波電源回路2に直流電圧を供給する直流電源1と、調光用のオン・オフ信号により出力を制御する調光制御回路5とを備えて構成されている。なお、直流電源1の出力に直列接続されたフィルタF1や、高周波電源回路2内のフィルタF2、F3は、高周波電源回路2の発振回路2a、プリアンプ2b、メインアンプ2cの各回路ブロックで発生した高周波リップル分が直流電源1に帰還することを防止しており、メインアンプ2cには、誘導コイル3とメインアンプ2cとの間のインピーダンスマッチングをとって反射をなくし、無電極放電灯4に効率良く高周波電力を供給するためのマッチング回路2dを含む。

30

【0003】

以下、従来例1の回路動作について説明する。直流電源1からの直流電圧を受けて発振回路2aが発振を開始し、プリアンプ2bに発振回路2aの信号が伝達されて増幅され、メインアンプ2cに増幅された信号が伝達されてさらに増幅される。これらの高周波電源回路2により増幅された高周波電圧は、例えば、無電極放電灯4の球状の外周に沿って近接配置された誘導コイル3に印加される。そして誘導コイル3に数十kHzから数百MHzの高周波電流を流すことにより、誘導コイル3に高周波電磁界を発生させ無電極放電灯4に高周波電力を供給し、無電極放電灯4内部にプラズマ放電を発生させ、紫外線若しくは可視光を発生させるようになっている。また、調光制御回路5は、調光信号Vpwmに応じてオン・オフの出力制御信号をプリアンプ2b内のスイッチング素子Q100の制御端に入力しており、スイッチング素子Q100をオン・オフさせることにより高周波電圧が間欠的に発生し、調光制御を行なう。

40

50

## 【0004】

次に出力制御動作を図29(a)~(c)を参考にして述べる。調光制御回路5からある間欠発振周波数(≪メインアンプ2cの動作周波数)のオン・オフ信号(図29(a))をスイッチング素子Q100の制御端に供給すれば、強制的にスイッチング素子Q100に発振動作を周期T202、オン期間T201で停止および開始させるという間欠動作をさせることができ、メインアンプ2cの出力も間欠状態となり(図29(b))、発振動作を停止させる時間(t202~t203)を調整するだけで出力制御、すなわち無電極放電灯4の調光を行なうことができる。なお、誘導コイル3の両端電圧は図29(c)に示すようになり、t200~t201の間は無電極放電灯4を始動させるために必要な時間で無電極放電灯4は消灯状態であり、t201~t202の間は無電極放電灯4が点灯している状態である。ここで調光信号周波数は、人間の目にちらつき感を与えないよう約100Hz以上とする。

10

## 【0005】

このように調光方法として時分割制御を用いるのは無電極放電灯点灯装置の点滅応答性が優れているからである。しかし点滅応答性が優れているといっても、始動点灯に至るまでの時間が全くないわけではなく、オン期間を点弧始動に必要な時間T200(始動期間)以上に設定する必要があるため、点弧始動するのに必要な時間に100を乗じた値で下限調光比(%)を割って得られた値を周波数とした場合の周波数以下に設定される。(例えば、特許文献1,2参照。)

また、従来例の他の例として、図30に構成を示すような無電極放電灯点灯装置が提案されており、この無電極放電灯点灯装置を従来例2とする。この無電極放電灯点灯装置は、調光制御回路5が、無電極放電灯4に高周波電磁界を供給するための誘導コイル3を持つ負荷回路102を含む安定器101に設けられる。調光制御回路5は、安定器101の直流-交流変換器103にあるインダクタL101の電圧によって感知する。調光制御回路5は、周波数シフト・キーイング(FSK)を用いており、インダクタL101に結合される調光用インダクタL100と、インダクタL100に接続された直列接続の調光用スイッチQ101, Q102を含む。

20

## 【0006】

そして、調光制御回路5では信号発生器100が調光用スイッチQ101, Q102を作動させて、安定器101の発振に周波数シフトをもたらす。この周波数シフトが誘導コイル3の出力を低くして、無電極放電灯4を消灯する。この調光制御回路5による周波数シフトの切換えを繰り返すことにより、無電極放電灯4の調光制御が行なわれる。このときの誘導コイル3両端電圧(コイル電圧)Vcoil波形は図30に示すようになり、周期T212で周波数シフトの切換えを行い、オン期間T210でコイル電圧Vcoil210、オフ期間T211でコイル電圧Vcoil210より小さいコイル電圧Vcoil211を発生する。(例えば、特許文献3参照。)

30

## 【0007】

## 【特許文献1】

特開平6-45087号公報(2頁左欄第29行~右欄第29行、図6~図8)

## 【特許文献2】

特開平7-57886号公報(3頁左欄第40行~右欄第40行、図15、図16(a)~(c))

40

## 【特許文献3】

特開2000-353600号公報(5頁左欄第18行~右欄第3行、図1、図4)

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかし、従来例1においては、始動期間(t200~t201)ではランプ電流はゼロから上昇し、点灯期間(t201~t202)では電流値が安定電流となり、消灯期間(t202~t203)ではスイッチング素子Q100を完全にOFFさせるために無電極放電灯4のランプ電流はほぼゼロになる。このように始動時のランプ電流はゼロから上昇す

50

るため、始動性が悪く、始動期間 ( $t_{200} \sim t_{201}$ ) は長くなる。また、始動期間 ( $t_{200} \sim t_{201}$ ) は無電極放電灯 4 が不点状態であるため、不点状態が長くなり、調光範囲が狭くなる要因となる。更に、ランプ点灯時および消灯時に誘導コイル両端電圧が急峻に変化するため、高い雑音が発生する。

【0009】

従来例 2 においては、消灯期間 T 2 1 1 のときにスイッチング素子が完全に OFF しないため、従来例 1 よりはランプ点灯時および消灯時の雑音を低減できるものの、ランプ点灯時および消灯時に急激に周波数を変化させるので、不連続性による雑音は発生してしまう。また、従来例 1 と同様、調光範囲が限定されてしまうという課題もある。

【0010】

本発明は、上記事由に鑑みてなされたものであり、その目的は、深い調光が可能であるとともに、雑音が低減でき、更に、調光制御時の始動性を向上させた無電極放電灯点灯装置を供給することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第 1 の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第 2 の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第 1 の期間と第 2 の期間との比を変化させるとともに、前記第 1 の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させることを特徴とする。

【0012】

請求項 2 の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第 1 の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第 2 の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第 1 の期間と第 2 の期間との比を変化させるとともに、前記第 1 の期間と前記第 2 の期間との少なくとも切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させるを特徴とする。

【0013】

請求項 3 の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第 1 の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第 2 の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第 1 の期間と第 2 の期間との比を変化させるとともに、前記第 1 の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させ、且つ少なくとも前記第 1 の期間と前記第 2 の期間との切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させることを特徴とする。

【0014】

請求項 4 の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第 1 の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第 2 の期間と

10

20

30

40

50

を交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え時に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させることを特徴とする。

【0015】

請求項5の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第1の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第2の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第1の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させ、且つ前記第2の期間から前記第1の期間への切替え時に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させることを特徴とする。

10

【0016】

請求項6の発明は、請求項4または5において、前記調光制御回路は、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え時に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させる制御を開始するときの前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光比に応じて変化させることを特徴とする。

20

【0017】

請求項7の発明は、請求項1乃至5いずれかにおいて、前記調光制御回路は、前記第2の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧を前記無電極放電灯の点灯維持電圧近傍とすることを特徴とする。

【0018】

請求項8の発明は、請求項1乃至5いずれかにおいて、前記調光制御回路は、前記第2の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光が深いほど高くすることを特徴とする。

【0019】

請求項9の発明は、請求項1乃至5いずれかにおいて、前記調光制御回路は、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え直前に、前記無電極放電灯の点灯維持電圧を超えない範囲で前記誘導コイル両端に発生する電圧を高くすることを特徴とする。

30

【0020】

請求項10の発明は、請求項9において、前記調光制御回路は、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え直前に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光が深いほど高くすることを特徴とする。

【0021】

請求項11の発明は、請求項1乃至10いずれかにおいて、前記調光制御回路は、前記第1の期間において前記無電極放電灯が点灯するまでの間の前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光が深いほど高くすることを特徴とする。

40

【0022】

請求項12の発明は、請求項1乃至11いずれかにおいて、前記調光制御回路は、前記高周波電源回路の動作周波数を可変とすることで、前記高周波電源回路の出力を変化させることを特徴とする。

【0023】

請求項13の発明は、請求項1乃至11いずれかにおいて、前記高周波電源回路は直流電力を高周波電力に変換するものであって、前記調光制御回路は、前記高周波電源回路へ供給される直流電圧を可変とすることで、前記高周波電源回路の出力を変化させることを特徴とする。

50

## 【0024】

請求項14の発明は、請求項1乃至11いずれかにおいて、前記高周波電源回路は直流電力を高周波電力に変換するものであって、前記調光制御回路は、前記高周波電源回路の動作周波数及び高周波電源回路へ供給される直流電圧の両方を可変することで、前記高周波電源回路の出力を変化させることを特徴とする。

## 【0025】

請求項15の発明は、請求項1乃至14いずれかにおいて、前記調光制御回路は、調光比に応じて制御信号の周波数を可変とすることを特徴とする。

## 【0026】

請求項16の発明は、請求項1乃至15いずれかにおいて、前記高周波電源回路の動作周波数は、数十kHz～数MHzであることを特徴とする。 10

## 【0027】

請求項17の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第1の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第2の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第1の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させ、前記第1の期間と前記第2の期間との少なくとも切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させて、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させる制御を開始するときの前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光比に応じて変化させ、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え直前に、前記無電極放電灯の点灯維持電圧を超えない範囲で前記誘導コイル両端に発生する電圧を高くし、前記高周波電源回路の動作周波数を可変とすることで前記高周波電源回路の出力を変化させて、前記高周波電源回路の動作周波数を数十kHz～数MHzとすることを特徴とする。 20

## 【0028】

## 【発明の実施の形態】 30

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

## 【0029】

## (実施形態1)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は、回路ブロックを図1に、回路構成の一例を図2に各々示すように、透光性バルブ内に不活性ガス、金属蒸気などの放電ガスを封入した無電極放電灯4と、無電極放電灯4の近傍に配置された誘導コイル3と、この誘導コイル3に高周波電力を供給するための高周波電源回路2と、高周波電源回路2に直流電圧を供給する直流電源1と、調光用のオン・オフ信号により出力を制御する調光制御回路5とを備えて構成されている。

## 【0030】 40

直流電源1は、交流電源ACの出力を整流する整流器DBと、整流器DBの正出力に直列接続されたインダクタL1及びダイオードD1の直列回路と、インダクタL1を介して整流器DBの出力端間に接続されたFETからなるスイッチング素子Q1と、ダイオードD1を介してスイッチング素子Q1のドレイン・ソース間に接続された平滑コンデンサC1と、スイッチング素子Q1のゲートを駆動する電源制御回路10とから構成される。

## 【0031】

高周波電源回路2は、平滑コンデンサC1の出力端間に接続されたFETからなるスイッチング素子Q2、Q3の直列回路と、スイッチング素子Q2のソースとスイッチング素子Q3のドレインとの接続点に一端を接続したインダクタL2及びコンデンサC2の直列回路と、インダクタL2を介してスイッチング素子Q3のドレイン・ソース間に接続された 50

コンデンサC3と、スイッチング素子Q2, Q3の各ゲートを駆動する駆動回路20とから構成される。誘導コイル3は、インダクタL2及びコンデンサC2の直列回路の他端とスイッチング素子Q3のソースとの間に接続されている。ここで、インダクタL2、及びコンデンサC2, C3は、高周波電源回路2と誘導コイル3との間のインピーダンスマッチングをとって反射をなくし、無電極放電灯4に効率良く高周波電力を供給するためのマッチング回路を成している。

#### 【0032】

調光制御回路5は、矩形波の調光信号Vpwmが入力されて、スイッチング素子Q1のオン・オフを制御するための制御信号Vcを電源制御回路10に出力し、さらにスイッチング素子Q2, Q3のオン・オフを制御するための制御信号Vfを駆動回路20に出力しており、無電極放電灯4の調光制御を行なう。

10

#### 【0033】

以下、本実施形態の動作について説明する。交流電源ACの出力は整流器DBで整流され、電源制御回路10が制御信号Vcに基づいてスイッチング素子Q1をオン・オフさせることで整流電圧を所定の直流電圧Vdcに変換して平滑コンデンサC1に出力する。そして、駆動回路20が制御信号Vfに基づいてスイッチング素子Q2, Q3を交互にオン・オフさせることで誘導コイル3に数十kHzから数百MHz高周波電力を供給して誘導コイル3の両端間にコイル電圧Vcoilを発生させる。誘導コイル3は無電極放電灯4の球状の外周に沿って近接配置されており、誘導コイル3に数十kHzから数百MHzの高周波電流を流すことにより誘導コイル3に高周波電磁界を発生させ、無電極放電灯4に高周波電力を供給し、無電極放電灯4内部にプラズマ放電を発生させて、紫外線若しくは可視光を発生させるようになっている。

20

#### 【0034】

図3には本実施形態における高周波電源回路2のスイッチング素子Q2, Q3の出力端(スイッチング素子Q3のドレイン・ソース間)から無電極放電灯4側をみた無負荷時及び点灯時のインピーダンスの周波数特性の一例を示し、図4には無負荷時および点灯時におけるコイル電圧Vcoilの周波数特性を示す。無負荷時のインピーダンスは高周波側の共振周波数f0と、低周波側の共振周波数f0'とを有しており、本実施形態では高周波側の共振周波数f0よりも高周波側で高周波電源回路2を動作させている。

#### 【0035】

そして直流電源1から直流電圧Vdcが出力されると、高周波電源回路2は共振周波数f0よりも高い動作周波数finv=f1でスイッチング素子Q2, Q3の発振動作を開始する。この動作周波数f1は無電極放電灯4の始動に必要な電圧(始動電圧)Vstよりも高い電圧を無負荷時に出力可能な周波数とすることで無電極放電灯4を点灯させることができ、点灯後は、無電極放電灯4の点灯維持が可能な電圧(点灯維持電圧)Voff以上となる動作周波数finv=f1またはf2で高周波電源回路2は動作する。

30

#### 【0036】

次に、図5を用いて無電極放電灯4を調光制御するときの動作について説明する。調光制御回路5は、図5に示すようなHレベルおよびLレベルを交互に繰り返す矩形波の調光信号Vpwmが入力された場合、Vpwm=Lレベル時には高周波電源回路2の動作周波数finv=f1、Vpwm=Hレベル時には動作周波数finv=f3となるような制御信号Vfを出力して、この制御信号Vfのデューティ比を可変とすることで調光制御を行う。周波数f3は周波数f1, f2より高く、且つコイル電圧Vcoilが点灯維持電圧Voffの下方近傍の値となる周波数である。ここで、コイル電圧Vcoilが始動電圧Vstを超えてから点灯維持電圧Voff未滿となる期間を点灯電圧部(第1の期間)T1とし、コイル電圧Vcoilが点灯維持電圧Voff以下となつてから始動電圧Vstを超えるまでの期間を間欠部(第2の期間)T2とし、間欠部T2は無電極放電灯4が消灯している時間である消灯期間Toffに等しい。更に、点灯電圧部T1は、無電極放電灯4が始動するまでの時間である始動期間Tstと、無電極放電灯4が点灯している時間である点灯期間Tonとに分割される。

40

50

## 【0037】

このように、調光信号周波数  $f_{td} (= 1 / (T_1 + T_2))$  で点灯および消灯を繰り返すことで無電極放電灯 4 の出力を制御している。また、消灯期間  $T_{off}$  の間、点灯時の動作周波数  $f_1$  よりも高い周波数  $f_3$  で高周波電源回路 2 の微弱発振を継続させるので、消灯期間  $T_{off}$  の間、高周波電源回路 2 のスイッチング素子  $Q_2, Q_3$  を完全にオフする場合に比べると、始動期間  $T_{st}$  のコイル電圧  $V_{coil}$  が低く抑えられて、ランプ始動電圧  $V_{st}$  が低くなるので、回路素子へのストレスを低減でき、低温や暗所等の始動が困難な状況下においても無電極放電灯 4 は点灯しやすくなるとともに、ノイズを低減させることができるという効果も合わせて奏する。

## 【0038】

さらに図 6 (a) は浅い調光時の動作周波数  $f_{inv}$ 、及びコイル電圧  $V_{coil}$  を示し、図 6 (b) は深い調光時の動作周波数  $f_{inv}$ 、及びコイル電圧  $V_{coil}$  を示している。調光を深くするにつれて、調光制御回路 5 が出力する制御信号  $V_f$  のデューティ比を変化させて点灯電圧部  $T_1$  を狭くすることで、無電極放電灯 4 の点灯期間  $T_{on}$  が短くなり、無電極放電灯 4 の出力が小さくなる。また、制御信号  $V_f$  のデューティ比を変化させると同時に、点灯電圧部  $T_1$  時の動作周波数  $f_{inv}$  を無電極放電灯 4 の点灯維持が可能な範囲内で高くすることで点灯期間  $T_{on}$  時のコイル電圧  $V_{coil}$  を低減させることでも、無電極放電灯 4 の出力を小さくしている。このように、調光制御回路 5 の制御信号  $V_f$  のデューティ比を変化させると同時に、その変化させたデューティ比に応じて点灯期間  $T_{on}$  時のコイル電圧  $V_{coil}$  を低減させることで、調光下限を拡大することができる。

## 【0039】

また、図 7 (a) は浅い調光時、図 7 (b) は中間調光時、図 7 (c) は深い調光時の各動作周波数  $f_{inv}$ 、及びコイル電圧  $V_{coil}$  を示しており、制御信号  $V_f$  のデューティ比制御のみによって可能な調光下限までは (図 7 (a), (b)) デューティ比制御による無電極放電灯 4 の調光制御を行ない、更に深い調光が必要な場合には (図 7 (c))、点灯電圧部  $T_1$  時の動作周波数  $V_{coil}$  を高くして点灯期間  $T_{on}$  時のコイル電圧  $V_{coil}$  を低減させていくという制御を行ってもよい。この場合、全点灯状態からデューティ比制御によって可能な調光下限までは、点灯電圧部  $T_1$  の動作周波数  $f_1$  と間欠部  $T_2$  の動作周波数  $f_3$  の切替制御だけを行えばいいので、調光制御回路 5 による周波数制御が簡略化できる。

## 【0040】

なお、動作周波数  $f_{inv}$  が数十 kHz 未満になると、無電極放電灯 4 へ十分な高周波電力を供給するためには誘導コイル 3 の巻数増加または誘導コイル 3 へ挿入するフェライト磁心の大型化が必要であり、無電極放電灯 4 が大型化するため実用的ではない。また動作周波数  $f_{inv}$  が数 MHz 以上になると、高周波電源回路 2 における損失が増加し高周波電源回路 2 の装置が大型化するとともに、表皮効果により誘導コイル 3 の銅損が増加してしまう。従って、動作周波数  $f_{inv}$  は数十 kHz 以上数 MHz 以下が好ましい。

## 【0041】

(実施形態 2)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は、実施形態 1 と同様の回路構成を備えるもので、本実施形態の実施形態 1 との相違点は、点灯電圧部 (第 1 の期間) と間欠部 (第 2 の期間) との少なくとも切替え時において、高周波電源回路 2 における動作周波数  $f_{inv}$  の連続可変を行う点である。以下に周波数連続可変を行う部位ごとについての実施例を説明する。

## 【0042】

まず点灯電圧部、間欠部の切替時及び点灯電圧部で動作周波数  $f_{inv}$  の連続可変を行う場合の動作周波数  $f_{inv}$ 、及びコイル電圧  $V_{coil}$  の各波形を図 8 に示す。無電極放電灯 4 が消灯した状態 (時間  $t = t_0$ ) から時間  $t_1$  まで動作周波数  $f_{inv}$  を直線状に低減させることによってコイル電圧  $V_{coil}$  を増加させて、無電極放電灯 4 を点灯し (

10

20

30

40

50

ON)、時間  $t_1 \sim t_2$  は動作周波数  $f_{inv}$  を直線状に増加させることによってコイル電圧  $V_{coil}$  を低減させて無電極放電灯 4 を消灯し(OFF)、時間  $t_2 \sim t_3$  は動作周波数  $f_{inv}$  を一定とした消灯状態として、これらの動作を周期的に行うことによって調光を行う。

#### 【0043】

点灯電圧部での動作周波数  $f_{inv}$  を連続的に変化させるので、この期間に無電極放電灯 4 より発生するノイズのピーク強度は平均化され、減少するという効果がある。なお、図 9 のように点灯電圧部での動作周波数  $f_{inv}$  を曲線状に変化させてもよく、同様の効果がある。(図 9 の時間  $t_{10} \sim t_{13}$  は図 8 の時間  $t_0 \sim t_3$  に対応する。)

次に点灯電圧部、間欠部の切替時及び間欠部で動作周波数  $f_{inv}$  の連続可変を行う場合の例を図 10 に示す。無電極放電灯 4 が点灯した状態(時間  $t = t_{20}$ )から時間  $t_{21}$  まで動作周波数  $f_{inv}$  を直線状に増加させることによってコイル電圧  $V_{coil}$  を減少させ、無電極放電灯 4 が消灯し(OFF)、時間  $t_{21} \sim t_{22}$  は動作周波数  $f_{inv}$  を直線状に減少させることによってコイル電圧  $V_{coil}$  を増加させ無電極放電灯 4 が点灯し(ON)、時間  $t_{22} \sim t_{23}$  は動作周波数  $f_{inv}$  を一定とした点灯状態として、これらの動作を周期的に行うことによって調光を行う。

#### 【0044】

間欠部での動作周波数  $f_{inv}$  を連続的に変化させるので、この期間に無電極放電灯 4 より発生する、点灯電圧部で発生するノイズより高周波域にて発生するノイズピーク強度は平均化され、減少するという効果がある。なお、図 11 のように動作周波数  $f_{inv}$  を曲線状に変化させてもよく同様の効果がある。(図 11 の時間  $t_{30} \sim t_{33}$  は図 10 の時間  $t_{20} \sim t_{23}$  に対応する。)

次に点灯電圧部、間欠部の切替時に動作周波数  $f_{inv}$  の連続可変を行う場合の例を図 12 に示す。無電極放電灯 4 が点灯した状態(時間  $t = t_{40}$ )から動作周波数  $f_{inv}$  を直線状に増加させることによってコイル電圧  $V_{coil}$  を減少させ、無電極放電灯 4 が消灯し(OFF)、時間  $t_{41} \sim t_{42}$  は動作周波数  $f_{inv}$  を一定とした消灯状態で、時間  $t_{42} \sim t_{43}$  は動作周波数  $f_{inv}$  を直線状に減少させることによってコイル電圧  $V_{coil}$  を増加させ、無電極放電灯 4 が点灯し(ON)、時間  $t_{43} \sim t_{44}$  は動作周波数  $f_{inv}$  を一定とした点灯状態であり、これらの動作を周期的に行うことによって調光を行う。

#### 【0045】

点灯電圧部、間欠部の切替時における動作周波数  $f_{inv}$  を連続して変化させるので、急激な周波数変化や、不連続性によるノイズの増加がないという効果がある。なお図 13、図 14 のように指数関数的に動作周波数  $f_{inv}$  を変化させてもよく、同様の効果がある。(図 13 の時間  $t_{50} \sim t_{54}$ 、図 14 の時間  $t_{60} \sim t_{64}$  は図 12 の時間  $t_{40} \sim t_{44}$  に各々対応する。)

次に点灯電圧部、間欠部、点灯電圧部及び間欠部の切替時等、全域において動作周波数  $f_{inv}$  の連続可変を行う場合の例を図 15 に示す。無電極放電灯 4 が消灯した状態(時間  $t = t_{70}$ )～時間  $t_{71}$  まで動作周波数  $f_{inv}$  を曲線状に減少させることによってコイル電圧  $V_{coil}$  を増加させ、無電極放電灯 4 が点灯し(ON)、時間  $t_{71} \sim t_{72}$  は動作周波数  $f_{inv}$  を曲線状に増加させることによってコイル電圧  $V_{coil}$  を減少させ、無電極放電灯 4 が消灯して(OFF)、これらの動作を周期的に行うことによって調光を行うもので、図 15 では、動作周波数  $f_{inv}$  を正弦波状に連続して可変することにより調光を行っている。なお、調光比を可変する手段としては、波形形状は一定としたまま、動作周波数  $f_{inv}$  のゼロベースを変化させる手段がある。

#### 【0046】

あるいは高調光比の場合(浅い調光時)は図 16(a)に示すように、動作周波数  $f_{inv}$  の波形の山部  $T_{70}$  の期間を谷部  $T_{71}$  より短くし、低調光比の場合(深い調光時)は図 16(b)に示すように、動作周波数  $f_{inv}$  の波形の山部  $T_{70}$  の期間を谷部  $T_{71}$  より長くしてもよい。

10

20

30

40

50

## 【0047】

なお、図17のように動作周波数  $f_{inv}$  を三角波形として直線状に変してもよく、同様の効果がある。(図17の時間  $t_{80} \sim t_{82}$  は図15の時間  $t_{70} \sim t_{72}$  に対応する。)

## (実施形態3)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は、実施形態1と同様の回路構成を備えるもので、本実施形態の実施形態1との相違点は、消灯から点灯に移行する際に高周波電源回路2の動作周波数  $f_{inv}$  をスイープさせ、この周波数スイープの開始周波数  $f_{start}$  を調光比に応じて可変して、図18に示すように、高調光比では開始周波数  $f_{start}$  を低く(即ち開始時点でのコイル電圧  $V_{coil}$  を高く)、低調光比では開始周波数  $f_{start}$  を高く(即ち開始時点でのコイル電圧  $V_{coil}$  を低く)することである。

10

## 【0048】

図19(a)、(b)にそれぞれ高調光比、低調光比でのコイル電圧  $V_{coil}$  波形の例を示し、無電極放電灯4が消灯した状態(時間  $t = t_{90}$ )から動作周波数  $f_{inv}$  のスイープを開始して(START)コイル電圧  $V_{coil}$  を増加させ、無電極放電灯4が点灯し(ON)、時間  $t_{91} \sim t_{92}$  は点灯状態で、時間  $t_{92} \sim t_{93}$  はコイル電圧  $V_{coil}$  を減少させて、無電極放電灯4が消灯した状態(OFF)である。

## 【0049】

そして、低調光比の場合では(図19(b))、周波数スイープの開始周波数  $f_{start}$  を高くし、低いコイル電圧  $V_{coil}$  からスタートすることによって、間欠部でのコイル電圧  $V_{coil}$  印加により無電極放電灯4に与えるエネルギーをより多くして、始動性が改善されるという効果がある。

20

## 【0050】

一方、高調光比の場合、周波数スイープの開始周波数  $f_{start}$  を低くし、高いコイル電圧  $V_{coil}$  からスタートすることによって、周波数スイープのスタートから点灯までの時間を短くして、高調光比~全点灯状態の領域でも、きめこまかい調光比制御が可能になるという効果がある。なお、調光比とスイープ開始周波数  $f_{start}$  の関係は図18のような直線状でなくても、傾向が同じであれば他の曲線状等でもよく同様の効果が得られる。

## 【0051】

## (実施形態4)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は、実施形態1と同様の回路構成を備えるもので、以下、本実施形態の回路動作を説明する。まず調光が浅い場合のコイル電圧  $V_{coil}$  の波形を図20(a)に示す。調光制御回路5は、点灯電圧部では全点灯時と同等の振幅をもったコイル電圧  $V_{coil} = V_{coil1}$  を発生させる制御信号  $V_f$  を高周波電源回路2へ出力し、無電極放電灯4は点灯する。間欠部では点灯維持電圧  $V_{off}$  以下の振幅のコイル電圧  $V_{coil} = V_{coil2}$  を発生させる制御信号  $V_f$  を高周波電源回路2へ出力し、無電極放電灯4は消灯する。このとき、間欠部での回路損失を最小限にするため、 $V_{coil2}$  は極力小さいことが好ましい。また次の点灯電圧部に入り、無電極放電灯4が始動する際には、無電極放電灯4内部の残留プラズマが比較的多いため、始動期間のコイル電圧  $V_{coil}$  も比較的小さくてすむ。

30

40

## 【0052】

次に、調光が深い場合のコイル電圧  $V_{coil}$  の波形を図20(b)に示す。調光を深くするためには点灯電圧部の期間を短く、間欠部の期間を長くする制御を行う。ここで、間欠部のコイル電圧  $V_{coil}$  の振幅を、調光が浅い場合と同様に極力小さくした場合を考えると、上記に比べて無電極放電灯4内部の残留プラズマが減少するので、次の点灯電圧部で無電極放電灯4を点灯させるためには、始動時には大きなコイル電圧  $V_{coil}$  を発生させる必要がある。したがって、調光が深い場合には始動性が悪くなるため、点灯が不安定になったり、より深い調光が困難になる場合がある。

## 【0053】

50

そこで本実施形態では、調光が深い時の間欠部のコイル電圧  $V_{coil}$  は、 $V_{coil2}$  よりも大きな振幅の  $V_{coil} = V_{coil3}$  (ただし、 $V_{coil3} < \text{点灯維持電圧 } V_{off}$ ) とすることで、間欠部の期間が長くても残留プラズマが多く残るようにした。これにより、次の始動期間に必要なコイル電圧  $V_{coil}$  は比較的小さくてすみ、無電極放電灯 4 の始動が容易となる。

【0054】

つまり、 $V_{coil1} > V_{coil3} > V_{coil2}$  とすることにより、より深い調光が可能になるとともに無電極放電灯 4 の始動が容易となり、安定した調光が可能となる。

【0055】

具体的な手段の一つとしては、コイル電圧  $V_{coil1}$ 、 $V_{coil2}$ 、 $V_{coil3}$  を発生させる高周波電源回路 2 のそれぞれの動作周波数を  $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$  とした場合、 $f_1 < f_3 < f_2$  とすることにより実現できる。

【0056】

なおコイル電圧  $V_{coil3}$  の可変制御方法として、間欠部が一定の期間以上になった場合に段階的に上昇させる方法や、間欠部の期間に応じて連続的に上昇させる方法などが考えられる。

【0057】

また、本実施形態の上記制御に加えて、実施形態 1 のように、調光が深い場合、調光制御回路 5 の制御信号  $V_f$  のデューティ比を変化させると同時に、その変化させたデューティ比に応じて点灯期間時のコイル電圧  $V_{coil}$  を低減させることで、調光下限を拡大してもよく、さらに実施形態 2 のように、点灯電圧部 (第 1 の期間) と間欠部 (第 2 の期間) との少なくとも切替え部において、高周波電源回路 2 における動作周波数  $f_{inv}$  の連続可変を行うことで、ノイズの減少を図ってもよい。

【0058】

(実施形態 5)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は、実施形態 1 と同様の回路構成を備えており、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

【0059】

以下、本実施形態の回路動作を説明する。図 21 は本実施形態のコイル電圧  $V_{coil}$  の波形を示しており、調光制御部 5 は、点灯電圧部では全点灯時と同等の振幅をもったコイル電圧  $V_{coil} = V_{coil1}$  を発生させる制御信号  $V_f$  を高周波電源回路 2 へ出力し、無電極放電灯 4 は点灯する ( $t_{101} \sim t_{102}$ )。間欠部では点灯維持電圧  $V_{off}$  以下の振幅のコイル電圧  $V_{coil} = V_{coil3}$  を発生させる制御信号  $V_f$  を高周波電源回路 2 へ出力し、無電極放電灯 4 は消灯する ( $t_{102} \sim t_{103}$ )。このとき、間欠部での回路損失を最小限にするため、 $V_{coil3}$  は極力小さいことが好ましい。

【0060】

そして調光が浅い場合、間欠部から点灯電圧部に移行し、無電極放電灯 4 が始動する際には、無電極放電灯 4 内部の残留プラズマが比較的多いため、始動期間のコイル電圧  $V_{coil}$  も比較的小さくてすむ。しかし調光が深い場合は、点灯電圧部の期間を短く、間欠部の期間を長くすることとなる。この時、無電極放電灯 4 を点灯させるためには、先に示したように、より大きなコイル電圧  $V_{coil}$  を始動時間に発生させる必要がある。したがって、調光が深い場合には始動性が悪くなるため、点灯が不安定になったり、より深い調光が困難になる場合がある。

【0061】

そこで本実施形態では、調光が深い場合に始動直前のコイル電圧  $V_{coil}$  を、 $V_{coil3}$  よりも大きな振幅  $V_{coil2}$  ( $V_{coil2} < \text{点灯維持電圧 } V_{off}$ ) に設定する ( $t_{100} \sim t_{101}$ )。このコイル電圧  $V_{coil2}$  は、点灯維持電圧  $V_{off}$  を超えない範囲で、調光が深いほどその振幅は大きくなる。これによりランプ始動前にランプ内にわずかにプラズマを発生させ、次に来る始動期間に必要なコイル電圧  $V_{coil}$  を比較的小さくすることができる。

## 【0062】

つまり調光が深い場合に、 $V_{coil1} > V_{coil2} > V_{coil3}$  とすることにより、無電極放電灯4の始動を容易にすることができる。また同時に、回路へのストレスを低減させると共に、電子部品の小型化、コストダウンを計ることができる。

## 【0063】

具体的な手段の一つとしては、コイル電圧 $V_{coil1}$ 、 $V_{coil2}$ 、 $V_{coil3}$ を発生させるそれぞれの動作周波数を $f_1$ 、 $f_2$ 、 $f_3$ とした場合、 $f_1 < f_2 < f_3$  とすることにより実現できる。

## 【0064】

なお始動時直前のコイル電圧 $V_{coil2}$ は、図22に示すように $V_{coil2} < \text{点灯維持電圧 } V_{off}$ の範囲で連続的に増加させていってもよい。(図22の時間 $t_{110} \sim t_{113}$ は図21の時間 $t_{100} \sim t_{103}$ に対応する。)

また、本実施形態の上記制御に加えて、実施形態1のように、調光が深い場合、調光制御回路5の制御信号 $V_f$ のデューティ比を変化させると同時に、その変化させたデューティ比に応じて点灯期間時のコイル電圧 $V_{coil}$ を低減させることで、調光下限を拡大してもよい。

## 【0065】

## (実施形態6)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は実施形態5と略同様であり、実施形態5との相違点は、間欠部においてコイル電圧 $V_{coil} = 0$ として高周波電源回路2を停止させる期間( $t_{122} \sim t_{123}$ )を設け、始動直前( $t_{120} \sim t_{121}$ )においては直流電源1からの出力電圧を一時的に上昇させてコイル電圧 $V_{coil} = V_{coil2}$ とすることである。これにより調光時の消費電力を低減できるという効果が得られる。

## 【0066】

## (実施形態7)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は、実施形態1と同様の回路構成を備えており、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

## 【0067】

以下、本実施形態の回路動作を説明する。図24(a)に調光が浅い場合のコイル電圧 $V_{coil}$ の波形を示し、図24(b)に調光が深い場合のコイル電圧 $V_{coil}$ の波形を示す。調光制御部5は、点灯電圧部では全点灯時と同等の振幅をもったコイル電圧 $V_{coil} = V_{coil1}$ を発生させる制御信号 $V_f$ を高周波電源回路2へ出力し、無電極放電灯4は点灯する( $t_{131} \sim t_{132}$ )。間欠部では点灯維持電圧 $V_{off}$ 以下の振幅のコイル電圧 $V_{coil} = V_{coil3}$ を発生させる制御信号 $V_f$ を高周波電源回路2へ出力し、無電極放電灯4は消灯する( $t_{132} \sim t_{133}$ )。このとき、間欠部での回路損失を最小限にするため、 $V_{coil3}$ は極力小さいことが好ましい。

## 【0068】

まず、調光が浅い場合には、間欠部から点灯電圧部に移行し、無電極放電灯4が始動する際には、無電極放電灯4内部の残留プラズマが比較的多いため、始動期間のコイル電圧 $V_{coil}$ も比較的小さくてすむ。しかし調光が深い場合は、点灯電圧部の期間を短く、間欠部の期間を長くすることとなる。この時、無電極放電灯4を点灯させるためには、先に示したように、より大きなコイル電圧 $V_{coil}$ を始動時間に発生させる必要がある。したがって、点灯電圧部と間欠部の動作周波数 $f_{inv}$ をそれぞれ $f_1$ 、 $f_3$ とすることでコイル電圧 $V_{coil}$ をそれぞれ $V_{coil1}$ 、 $V_{coil3}$ とする2段階制御の方法では、調光が深い場合に始動電圧が十分出せない場合が起こり得る。このため、点灯が不安定になったり、より深い調光が困難になる場合がある。

## 【0069】

そこで本実施形態では、調光が深い場合、始動期間における動作周波数 $f_{inv}$ を最も低い値 $f_{inv} = f_2$  ( $f_2 < f_1 < f_3$ )で動作させ、始動電圧として最も高い値 $V_{coil} = V_{coil2}$  ( $V_{coil2} > V_{coil1} > V_{coil3}$ )となるよう設定する

ことで、間欠部の期間が長い場合にはより高い始動電圧が得られるようにした ( $t_{130} \sim t_{131}$ )。このような制御を行うことで、より深い調光ができるとともに安定した調光が可能となる。なお、調光の深さは調光信号  $V_{pwm}$  より検出することができる。

【0070】

ここで  $V_{coil2}$  の制御方法としては、間欠部の期間が一定期間以上になった場合に段階的に上昇させる方法や、間欠部の期間に応じて連続的に  $V_{coil2}$  を上昇させる方法などが考えられる。

【0071】

また、本実施形態の上記制御に加えて、実施形態1のように、調光が深い場合、調光制御回路5の制御信号  $V_f$  のデューティ比を変化させると同時に、その変化させたデューティ比に応じて点灯期間時のコイル電圧  $V_{coil}$  を低減させることで、調光下限を拡大してもよい。

10

【0072】

(実施形態8)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は実施形態5と略同様であり、図25(a)に調光が浅い場合のコイル電圧  $V_{coil}$  の波形を示し、図25(b)に調光が深い場合のコイル電圧  $V_{coil}$  の波形を示す。ここで  $t_{140} \sim t_{141}$  は点灯電圧部、 $t_{141} \sim t_{142}$  は間欠部であり、実施形態7との相違点は、調光が深い場合、始動期間から点灯期間に移る際に、動作周波数  $f_{inv}$  を  $f_2$  から  $f_1$  の間で連続的に変化させている部分である。これにより動作周波数の急峻な変化部分がなくなるため、動作周波数  $f_{inv}$  が  $f_2$  から  $f_1$  へ移行する時の高調波ノイズの発生を抑制できるという効果が得られる。

20

【0073】

(実施形態9)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は、実施形態1と同様の回路構成を備えており、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

【0074】

図26(a)に調光が浅い場合の調光信号  $V_{pwm}$  の波形を示し、図26(b)に調光が深い場合の調光信号  $V_{pwm}$  の波形を示し、実施形態1乃至8と同様に、点灯電圧部と間欠部の繰り返しである。実施形態1乃至8と異なる点は、一定周波数の調光信号  $V_{pwm}$  のデューティ変化により点灯電圧部と間欠部の各期間を変化させて調光するのではなく、調光信号  $V_{pwm}$  の周波数自身を変化させるところである。

30

【0075】

先に述べた、「調光信号  $V_{pwm}$  の周波数一定 / デューティ可変」の制御では、深い調光時に、点灯電圧部の期間が短くなり、かつ間欠部の期間が長くなる。ここで、点灯電圧部の期間が短くなること、及び間欠部の期間が長くなることにより次のような課題が生じる。

(1) 点灯電圧部の期間が短くなる場合：点灯電圧部は、始動期間と点灯期間とからなる。このうち、始動期間では無電極放電灯4は点灯していないので、調光信号  $V_{pwm}$  のLレベル期間  $T_L$  (点灯電圧部) を短くしていき始動期間と同等レベルに近づくと、点灯が不安定になったり、立ち消えする場合がある。そのため、調光信号  $V_{pwm}$  のデューティ制御に従った深い調光が困難になる。

40

(2) 間欠部の期間が長くなる場合：先に述べたように、間欠部の期間が長くなるに従い、次の点灯電圧部の始動期間に大きなコイル電圧  $V_{coil}$  が必要となる。そのため、間欠部の期間が必要以上に長くなると、始動が困難になる場合がある。

【0076】

本実施形態では、上記課題の(1)に注目し、調光信号  $Pwm$  のLレベル期間  $T_L$  (点灯期間相当) を一定としたまま動作周波数  $f_{inv}$  を変化させることによりHレベル期間  $T_H$  (間欠部相当) を長くし、無電極放電灯4を調光するようにした。これにより、調光状態に関わらず点灯期間が同じであるため、より深い調光が可能となる。

【0077】

50

## (実施形態10)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は、実施形態1と同様の回路構成を備えており、同様の構成には同一の符号を付して説明は省略する。

## 【0078】

図27(a)に調光が浅い場合の調光信号Vpwmの波形を示し、図27(b)に調光が深い場合の調光信号Vpwmの波形を示す。本実施形態では、前述した実施形態9の課題の(2)に注目し、調光信号VpwmのHレベル期間TH(間欠部相当)を一定としたまま動作周波数finvを変化させることによりLレベル期間TL(点灯期間相当)を短くし、無電極放電灯4を調光するようにした。これにより、調光状態に関わらず消灯期間が同じであるため、始動期間のコイル電圧Vcoilの振幅を略一定にできるため、深い調光時でも安定した点灯が可能となる。

10

## 【0079】

## (実施形態11)

本実施形態の無電極放電灯点灯装置は、実施形態1の無電極放電灯点灯装置に、実施形態2の高周波電源回路2の動作周波数finvの連続可変、実施形態3の周波数スイープ開始周波数fstartの調光比に応じた可変を行い、さらに実施形態5のように間欠部から点灯電圧部への切替え直前に、無電極放電灯4の点灯維持電圧Voffを超えない範囲でコイル電圧Vcoilを高くしたものであり、実施形態1, 2, 3, 5と同様の効果を得ることができる。

## 【0080】

なお上記実施形態1乃至11においては、動作周波数finvの可変によりコイル電圧Vcoilを変化させる例を示したが、それ以外にも制御信号Vcによる直流電源1が出力する直流電圧Vdcの可変や、動作周波数finvと直流電圧Vdcとの両方の可変によっても、同様なコイル電圧Vcoilの波形が得られるので、これらの手段を用いても構わない。

20

## 【0081】

## 【発明の効果】

請求項1の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第1の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第2の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第1の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させるので、深い調光が可能となり、調光範囲を広くすることができるという効果がある。

30

## 【0082】

請求項2の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第1の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第2の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第1の期間と前記第2の期間との少なくとも切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させるので、ノイズを低減させることができるという効果がある。

40

## 【0083】

請求項3の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置

50

された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第1の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第2の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第1の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させ、且つ少なくとも前記第1の期間と前記第2の期間との切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させるので、深い調光が可能となり、調光範囲を広くするとともに、ノイズを低減させることができるという効果がある。

10

**【0084】**

請求項4の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第1の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第2の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え時に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させるので、ノイズを低減させることができるという効果がある。

20

**【0085】**

請求項5の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第1の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第2の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第1の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させ、且つ前記第2の期間から前記第1の期間への切替え時に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させるので、深い調光が可能となり、調光範囲を広くするとともに、ノイズを低減させることができるという効果がある。

30

**【0086】**

請求項6の発明は、請求項4または5において、前記調光制御回路は、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え時に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させる制御を開始するときの前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光比に応じて変化させるので、第2の期間から第1の期間への切替え時に無電極放電灯に与えるエネルギーをより多くして始動性を改善できるという効果がある。

**【0087】**

請求項7の発明は、請求項1乃至5いずれかにおいて、前記調光制御回路は、前記第2の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧を前記無電極放電灯の点灯維持電圧近傍とするので、第2の期間で無電極放電灯に与えるエネルギーをより多くして始動性を改善できるという効果がある。

40

**【0088】**

請求項8の発明は、請求項1乃至5いずれかにおいて、前記調光制御回路は、前記第2の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光が深いほど高くするので、より深い調光が可能になるとともに調光が深い場合の始動性を改善できるという効果がある。

**【0089】**

請求項9の発明は、請求項1乃至5いずれかにおいて、前記調光制御回路は、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え直前に、前記無電極放電灯の点灯維持電圧を超えない

50

範囲で前記誘導コイル両端に発生する電圧を高くするので、調光が深い場合の始動性を改善できるという効果がある。

【0090】

請求項10の発明は、請求項9において、前記調光制御回路は、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え直前に、前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光が深いほど高くするので、調光が深い場合の始動性を改善できるという効果がある。

【0091】

請求項11の発明は、請求項1乃至10いずれかにおいて、前記調光制御回路は、前記第1の期間において前記無電極放電灯が点灯するまでの間の前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光が深いほど高くするので、調光が深い場合の始動性を改善できるという効果がある。

10

【0092】

請求項12の発明は、請求項1乃至11いずれかにおいて、前記調光制御回路は、前記高周波電源回路の動作周波数を可変とすることで、前記高周波電源回路の出力を変化させるので、高周波電源回路の動作周波数を可変とすることで誘導コイル両端に発生する電圧を変化させることができるという効果がある。

【0093】

請求項13の発明は、請求項1乃至11いずれかにおいて、前記高周波電源回路は直流電力を高周波電力に変換するものであって、前記調光制御回路は、前記高周波電源回路へ供給される直流電圧を可変とすることで、前記高周波電源回路の出力を変化させるので、高周波電源回路へ供給される直流電圧を可変とすることで誘導コイル両端に発生する電圧を変化させることができるという効果がある。

20

【0094】

請求項14の発明は、請求項1乃至11いずれかにおいて、前記高周波電源回路は直流電力を高周波電力に変換するものであって、前記調光制御回路は、前記高周波電源回路の動作周波数及び高周波電源回路へ供給される直流電圧の両方を可変とすることで、前記高周波電源回路の出力を変化させるので、高周波電源回路の動作周波数及び高周波電源回路へ供給される直流電圧の両方を可変とすることで誘導コイル両端に発生する電圧を変化させることができるという効果がある。

【0095】

請求項15の発明は、請求項1乃至14いずれかにおいて、前記調光制御回路は、調光比に応じて制御信号の周波数を可変とするので、点灯電圧部の期間が短くなりすぎたり、間欠部の期間が長くなりすぎることなく、安定した調光制御を行うことができるという効果がある。

30

【0096】

請求項16の発明は、請求項1乃至15いずれかにおいて、前記高周波電源回路の動作周波数は、数十kHz～数MHzであるので、誘導コイルの巻数増加、誘導コイルへ挿入するフェライト磁心の大型化、無電極放電灯の大型化、高周波電源回路の装置の大型化、誘導コイルの銅損の増加を防止できるという効果がある。

【0097】

請求項17の発明は、放電ガスが封入された無電極放電灯と、前記無電極放電灯近傍に設置された誘導コイルと、前記誘導コイルに高周波電力を供給する高周波電源回路と、前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯させる電圧となる第1の期間と前記高周波電源回路の出力電圧が前記無電極放電灯を点灯維持できない電圧となる第2の期間とを交互に繰り返す前記高周波電源回路の出力を制御する制御信号を出力して調光を行う調光制御回路とを有する無電極放電灯点灯装置において、前記調光制御回路は、制御信号のデューティ比を可変とすることで前記第1の期間と第2の期間との比を変化させるとともに、前記第1の期間における前記誘導コイル両端に発生する電圧をデューティ比に応じて変化させ、前記第1の期間と前記第2の期間との少なくとも切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させて、前記第2の期間から前記第1の期間への

40

50

切替え時には、前記誘導コイル両端に発生する電圧を連続して変化させる制御を開始するときの前記誘導コイル両端に発生する電圧を調光比に応じて変化させ、前記第2の期間から前記第1の期間への切替え直前に、前記無電極放電灯の点灯維持電圧を超えない範囲で前記誘導コイル両端に発生する電圧を高くし、前記高周波電源回路の動作周波数を可変とすることで前記高周波電源回路の出力を変化させて、前記高周波電源回路の動作周波数を数十kHz～数MHzとするので、深い調光が可能となり、調光範囲を広くするとともに、ノイズを低減させることができ、第2の期間から第1の期間への切替え時に無電極放電灯に与えるエネルギーをより多くして始動性を改善できて、高周波電源回路の動作周波数を可変とすることでコイル両端に発生する電圧を変化させることができ、さらに誘導コイルの巻数増加、誘導コイルへ挿入するフェライト磁心の大型化、無電極放電灯の大型化、高周波電源回路の装置の大型化、誘導コイル3銅損の増加を防止できるという効果がある。

10

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の回路ブロックを示す図である。

【図2】同上の回路構成を示す図である。

【図3】同上の負荷側インピーダンスの周波数特性を示す図である。

【図4】同上のコイル電圧の周波数特性を示す図である。

【図5】同上の調光信号と動作周波数とコイル電圧との各波形を示す図である。

【図6】(a) 同上の浅い調光時における動作周波数とコイル電圧との各波形を示す図である。

20

(b) 同上の深い調光時における動作周波数とコイル電圧との各波形を示す図である。

【図7】(a) 同上の浅い調光時における動作周波数とコイル電圧との各波形を示す図である。

(b) 同上の中間調光時における動作周波数とコイル電圧との各波形を示す図である。

(b) 同上の深い調光時における動作周波数とコイル電圧との各波形を示す図である。

【図8】本発明の実施形態2の動作周波数とコイル電圧との第1の波形を示す図である。

【図9】同上の動作周波数とコイル電圧との第2の波形を示す図である。

【図10】同上の動作周波数とコイル電圧との第3の波形を示す図である。

【図11】同上の動作周波数とコイル電圧との第4の波形を示す図である。

【図12】同上の動作周波数とコイル電圧との第5の波形を示す図である。

30

【図13】同上の動作周波数とコイル電圧との第6の波形を示す図である。

【図14】同上の動作周波数とコイル電圧との第7の波形を示す図である。

【図15】同上の動作周波数とコイル電圧との第8の波形を示す図である。

【図16】(a) 図15の動作周波数の高調光比時の波形を示す図である。

(b) 同上の動作周波数の低調光比時の波形を示す図である。

【図17】同上の動作周波数とコイル電圧との第9の波形を示す図である。

【図18】本発明の実施形態3の調光比と周波数スイープの開始周波数との関係を示す図である。

【図19】(a) 同上の高調光比時のコイル電圧の波形を示す図である。

(b) 同上の低調光比時のコイル電圧の波形を示す図である。

40

【図20】(a) 本発明の実施形態4の調光が浅い場合のコイル電圧の波形を示す図である。

(b) 同上の調光が深い場合のコイル電圧の波形を示す図である。

【図21】本発明の実施形態5のコイル電圧の第1の波形を示す図である。

【図22】同上のコイル電圧の第2の波形を示す図である。

【図23】本発明の実施形態6のコイル電圧の波形を示す図である。

【図24】(a) 本発明の実施形態7の調光が浅い場合のコイル電圧の波形を示す図である。

(b) 同上の調光が深い場合のコイル電圧の波形を示す図である。

【図25】(a) 本発明の実施形態8の調光が浅い場合のコイル電圧の波形を示す図であ

50

る。

(b) 同上の調光が深い場合のコイル電圧の波形を示す図である。

【図26】(a) 本発明の実施形態9の調光が浅い場合の調光信号波形を示す図である。

(b) 同上の調光が深い場合の調光信号波形を示す図である。

【図27】(a) 本発明の実施形態10の調光が浅い場合の調光信号波形を示す図である

。

(b) 同上の調光が深い場合の調光信号波形を示す図である。

【図28】従来例1の回路構成を示す図である。

【図29】(a) 同上の間欠発振周波数のオン・オフ信号波形を示す図である。

(b) 同上の出力波形を示す図である。

(c) 同上のコイル電圧を示す図である。

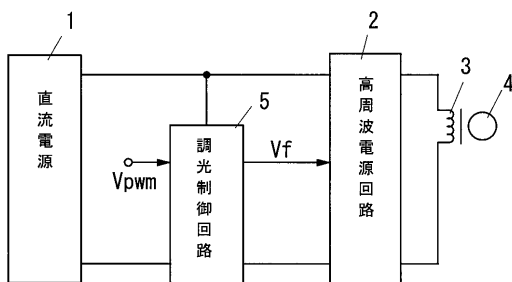
【図30】従来例2の回路構成を示す図である。

【図31】同上のコイル電圧を示す図である。

【符号の説明】

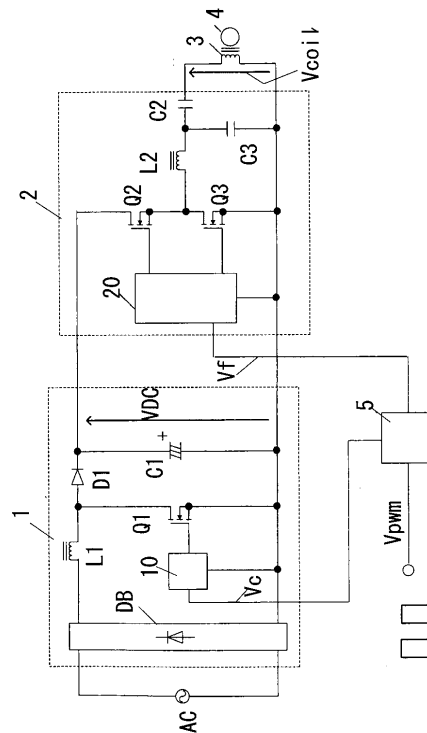
- 1 直流電源
- 2 高周波電源回路
- 3 誘導コイル
- 4 無電極放電灯
- 5 調光制御回路

【図1】

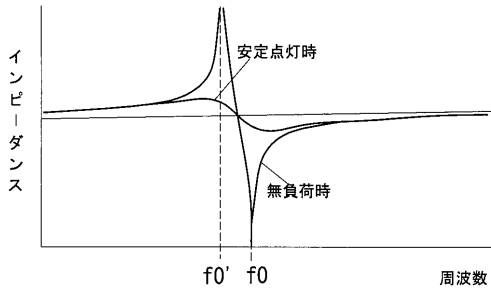


- 1 直流電源
- 2 高周波電源回路
- 3 誘導コイル
- 4 無電極放電灯
- 5 調光制御回路

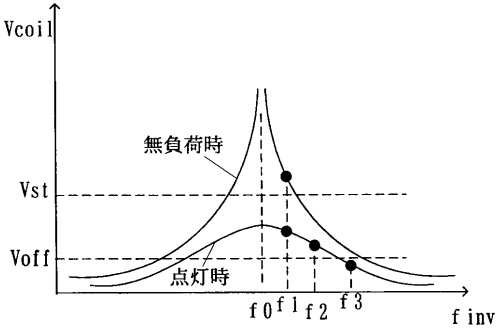
【図2】



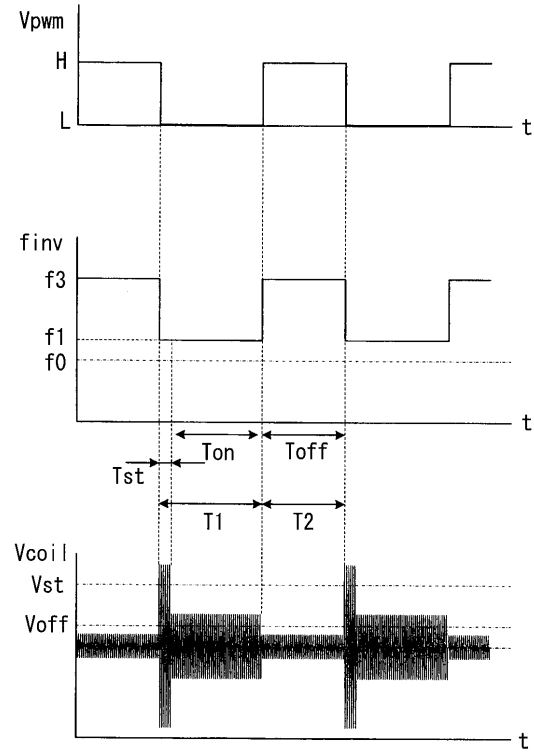
【 図 3 】



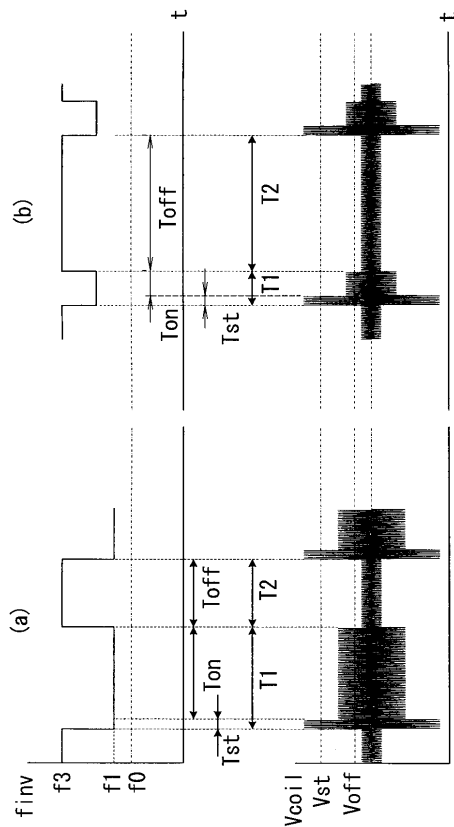
【 図 4 】



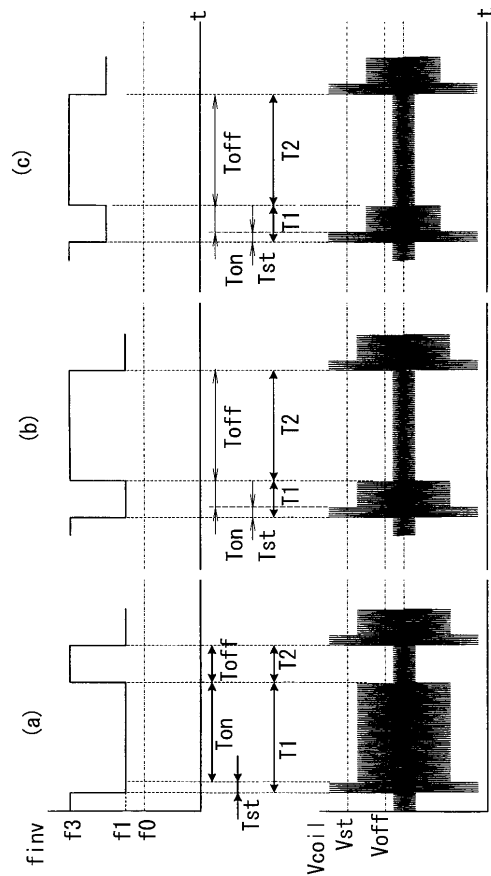
【 図 5 】



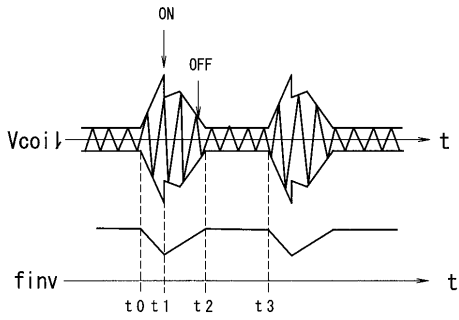
【 図 6 】



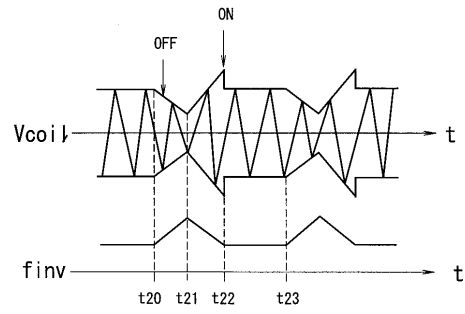
【 図 7 】



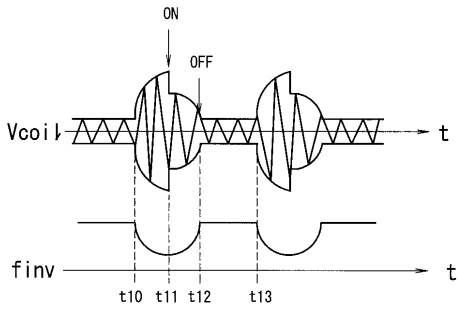
【 図 8 】



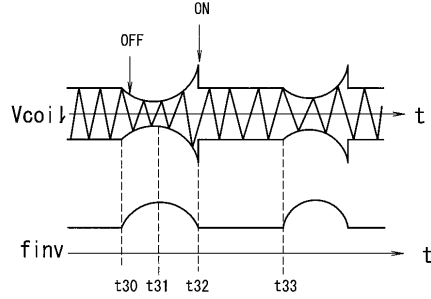
【 図 10 】



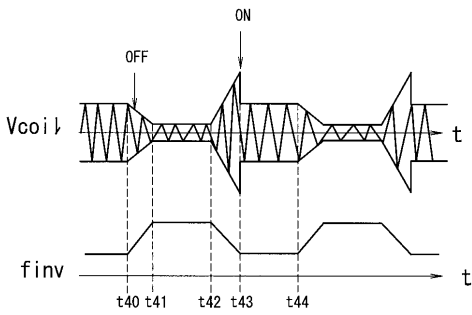
【 図 9 】



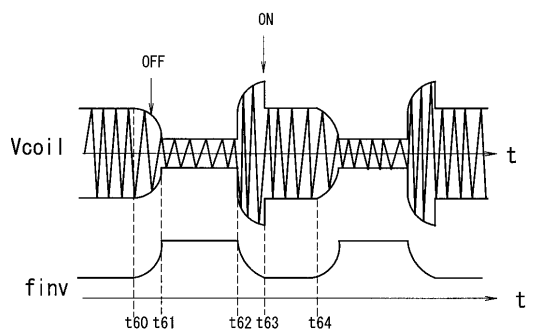
【 図 11 】



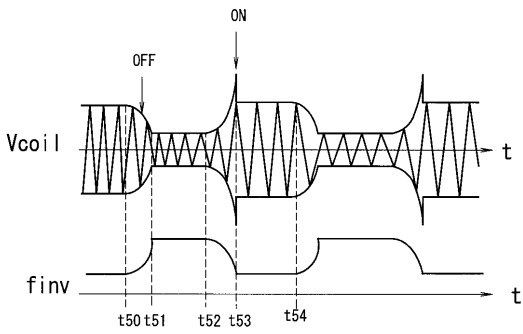
【 図 12 】



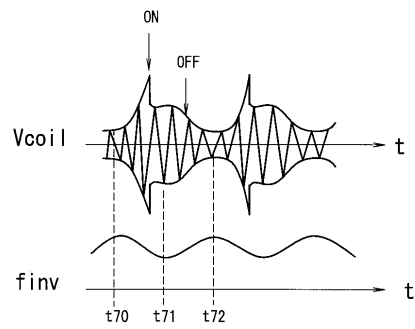
【 図 14 】



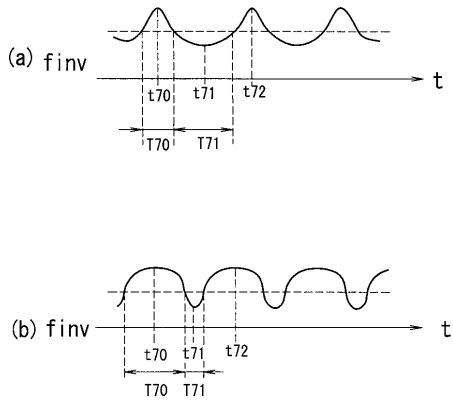
【 図 13 】



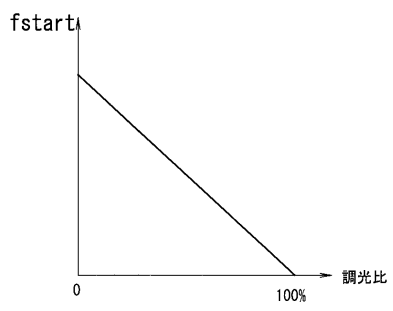
【 図 15 】



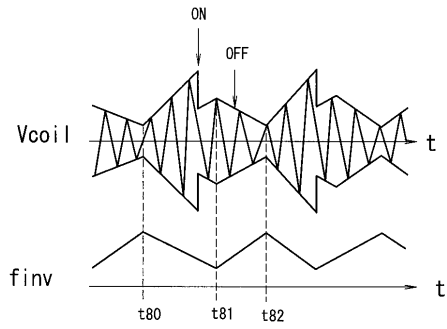
【 図 1 6 】



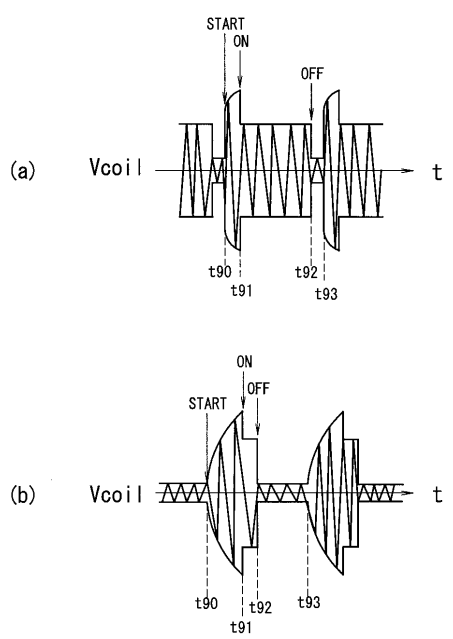
【 図 1 8 】



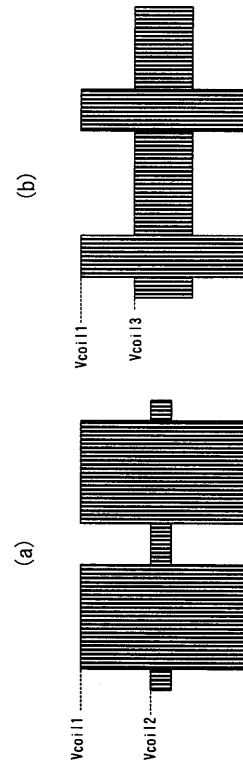
【 図 1 7 】



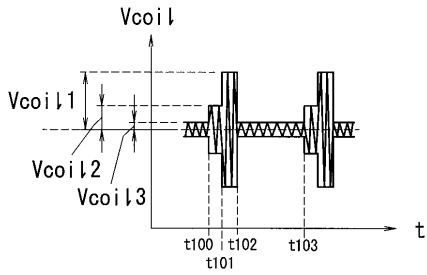
【 図 1 9 】



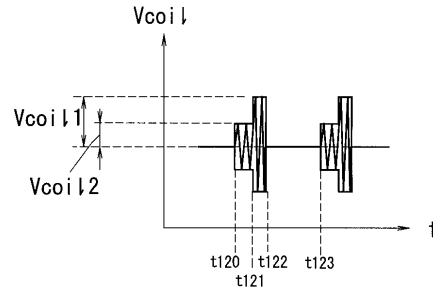
【 図 2 0 】



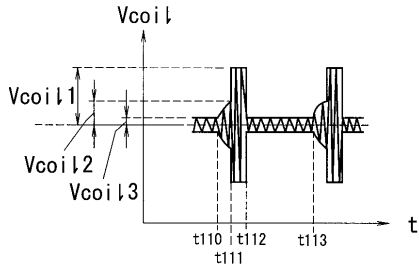
【 図 2 1 】



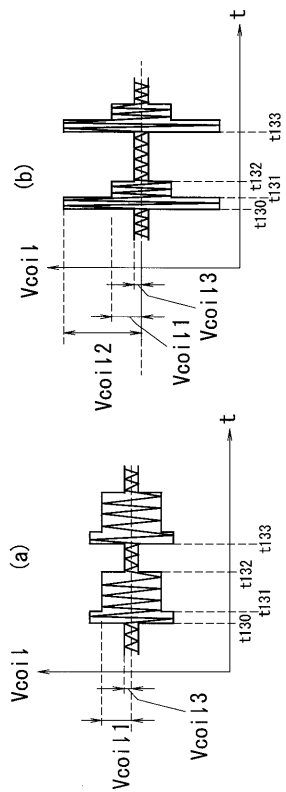
【 図 2 3 】



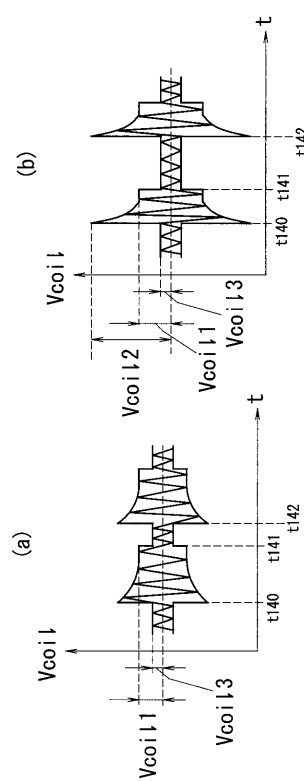
【 図 2 2 】



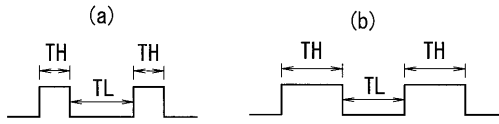
【 図 2 4 】



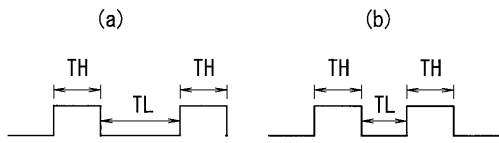
【 図 2 5 】



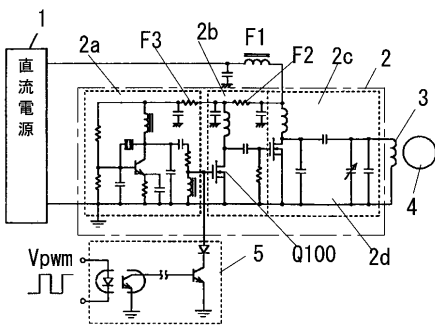
【 図 2 6 】



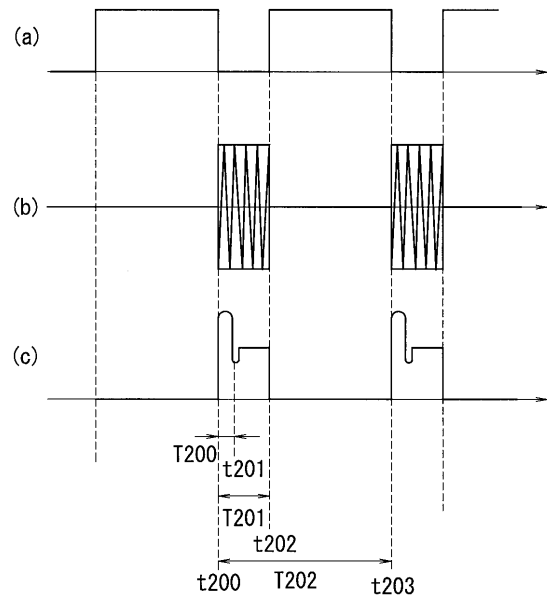
【 図 2 7 】



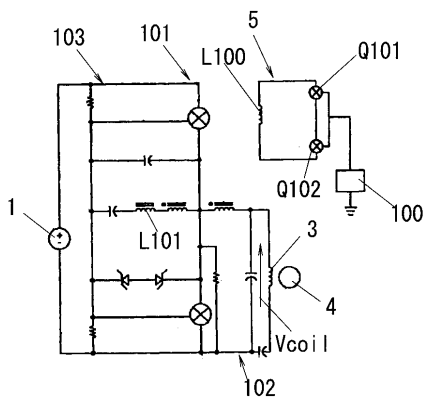
【 図 2 8 】



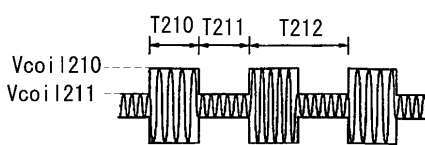
【 図 2 9 】



【 図 3 0 】



【 図 3 1 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 牧村 紳司

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

(72)発明者 熊谷 祐二

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

(72)発明者 中城 明

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

Fターム(参考) 3K098 CC01 CC24 CC57 DD04 DD22 DD37 EE13 EE14 EE20 EE32