

(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2006-302826

(P2006-302826A)

(43) 公開日 平成18年11月2日(2006.11.2)

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)
H05B 41/24 (2006.01) H05B 41/24 G 3K072
 H05B 41/24 D

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2005-126620 (P2005-126620)	(71) 出願人	000001133 株式会社小糸製作所 東京都港区高輪4丁目8番3号
(22) 出願日	平成17年4月25日 (2005.4.25)	(74) 代理人	100069051 弁理士 小松 祐治
		(74) 代理人	100116942 弁理士 岩田 雅信
		(72) 発明者	太田 真司 静岡県静岡市清水区北脇500番地 株式会社小糸製作所静岡工場内
		Fターム(参考)	3K072 AA13 AC11 BA03 BC02 BC05 CB08 DA00 DD03 DD04 DD06 DE02 DE04 EA04 EB05 EB07 GB12 HA05 HA06

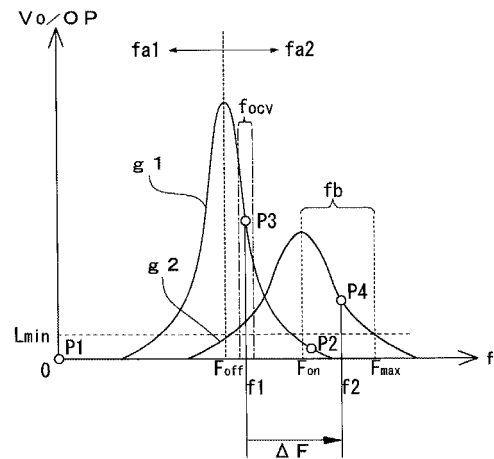
(54) 【発明の名称】 放電灯点灯回路

(57) 【要約】

【課題】 直列共振を利用した直流 - 交流変換回路を構成するスイッチング素子の駆動周波数が、共振周波数よりも低下したままの状態にならないための対策を講じ、放電灯の点灯状態を維持し、又は再点灯動作への移行を保证する。

【解決手段】 直流 - 交流変換回路3、起動回路4、電力制御のための制御手段6を備えた放電灯点灯回路1において、制御手段6によって駆動される複数のスイッチング素子5H、5Lと、直列LC共振回路(7p、8、9)を有する。放電灯の点灯時にはスイッチング素子の駆動周波数を共振周波数F_{on}よりも高い周波数にしてスイッチング素子の駆動制御を行い、駆動周波数が低下して放電灯が消灯したことが検出された場合に、駆動周波数をF_{off}よりも高い周波数領域f a 2へと移行させて再始動させる。また、放電灯の点灯中に駆動周波数がF_{on}よりも低下した場合には、駆動周波数をF_{on}よりも高い周波数領域f bへと戻す。

【選択図】 図2



P1→P2→P3→P4

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

直流入力電圧を受けて交流変換を行う直流 - 交流変換回路と、放電灯に起動用信号を供給するための起動回路と、上記直流 - 交流変換回路の出力する電力を制御するための制御手段を備えた放電灯点灯回路において、

上記直流 - 交流変換回路が、上記制御手段によって駆動される複数のスイッチング素子と、インダクタンス素子若しくはトランス及びコンデンサを含む直列共振回路を有しており、

上記放電灯の消灯時における上記直列共振回路の共振周波数を「F off」と記し、上記放電灯の点灯時における上記直列共振回路の共振周波数を「F on」と記すとき、

上記放電灯の点灯時には上記スイッチング素子の駆動周波数を F on よりも高い周波数にして該素子の駆動制御を行い、上記駆動周波数が低下して上記放電灯が消灯したことが検出された場合に、上記駆動周波数を F off よりも高い周波数領域へと移行させる

ことを特徴とする放電灯点灯回路。

10

【請求項 2】

直流入力電圧を受けて交流変換を行う直流 - 交流変換回路と、放電灯に起動用信号を供給するための起動回路と、上記直流 - 交流変換回路の出力する電力を制御するための制御手段を備えた放電灯点灯回路において、

上記直流 - 交流変換回路が、上記制御手段によって駆動される複数のスイッチング素子と、インダクタンス素子若しくはトランス及びコンデンサを含む直列共振回路を有しており、

上記放電灯の消灯時における上記直列共振回路の共振周波数を「F off」と記し、上記放電灯の点灯時における上記直列共振回路の共振周波数を「F on」と記すとき、

上記放電灯の点灯時には上記スイッチング素子の駆動周波数を F on よりも高い周波数にして該素子の駆動制御を行い、上記放電灯の点灯中に上記駆動周波数が F on よりも低下したことを検出した場合に、上記駆動周波数を F on よりも高い周波数領域へと戻す

ことを特徴とする放電灯点灯回路。

20

【請求項 3】

請求項 1 に記載した放電灯点灯回路において、

上記駆動周波数が低下して上記放電灯が消灯したことが検出された場合に、上記駆動周波数を上記 F on よりも高い許容上限周波数に規定して再始動を行う

ことを特徴とする放電灯点灯回路。

30

【請求項 4】

請求項 1 又は請求項 3 に記載した放電灯点灯回路において、

上記放電灯にかかる電圧を検出する電圧検出手段と、上記放電灯に流れる電流を検出する電流検出手段とを設け、

上記電圧検出手段によって検出されるランプ電圧が閾値未満であって、かつ、上記電流検出手段によって検出されるランプ電流が閾値未満である状態が、予め決められた時間以上継続した場合に、上記駆動周波数を上記 F off よりも高い周波数領域へと移行させる

ことを特徴とする放電灯点灯回路。

40

【請求項 5】

請求項 2 に記載した放電灯点灯回路において、

上記放電灯に流れる電流を検出する電流検出手段と、上記駆動周波数又はその制御電圧を検出する検出手段とを設け、

上記電流検出手段によって検出されるランプ電流が減少し、かつ上記駆動周波数の低下が上記検出手段によって検出され、この状態が予め決められた時間以上継続した場合に、上記駆動周波数を上記 F on よりも高い周波数領域へと移行させる

ことを特徴とする放電灯点灯回路。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

50

【0001】

本発明は、小型化や高周波化に適した放電灯点灯回路において、放電灯の点灯維持や消灯時の再始動を保証するための制御技術に関する。

【背景技術】

【0002】

自動車用照明光源に用いられる、メタルハライドランプ等の放電灯の点灯回路には、DC - DCコンバータの構成をもった直流電源回路と、直流 - 交流変換回路、起動回路を備えた構成が知られている。例えば、バッテリーからの直流入力電圧を直流電源回路において所望の電圧に変換した上で、後段の直流 - 交流変換回路にて交流出力に変換し、これに起動用信号を重畳して放電灯に供給する（例えば、特許文献1参照。）。 10

【0003】

放電灯の点灯制御においては、放電灯が点灯する前（消灯時）の無負荷時出力電圧（以下、「OCV」という。）を制御して、放電灯に起動用信号を印加することで該放電灯を点灯させた後、過渡投入電力を低減しながら定常点灯状態へと移行させる。

【0004】

直流電源回路には、例えば、トランスを用いたスイッチングレギュレータが用いられ、また、直流 - 交流変換回路には、例えば、複数対のスイッチング素子を用いたフルブリッジ型構成等が挙げられる。

【0005】

直流電圧変換と直流 - 交流変換という2段階の変換を行う構成形態では、回路規模が大きくなってしまい、小型化に適さなくなるため、その対策として、直流 - 交流変換回路における1段階の電圧変換によって昇圧された出力を放電灯に供給するようにした構成が挙げられる。 20

【0006】

例えば、直列共振回路を備え、共振電圧をトランスで昇圧した上で放電灯への電力供給を行う構成形態が挙げられる。コンデンサやインダクタンス素子による直列共振では、共振周波数を中心としてほぼ対称的な周波数特性をもち、直流 - 交流変換回路を構成する半導体スイッチング素子の駆動周波数を変えることで出力電圧や電力を制御することができ、共振周波数よりも高い周波数領域（誘導性領域あるいは遅相領域）では、周波数の増加に対して出力電圧が低下し、また、共振周波数よりも低い周波数領域（容量性領域あるいは進相領域）では、周波数の減少に対して出力電圧が低下する傾向を示す。 30

【0007】

電源投入後の消灯時（点灯前）におけるOCV制御では、直列共振周波数「F_{off}」よりも高い周波数領域において、半導体スイッチング素子の駆動周波数を下げることでOCV値を高め、それが目標値に到達した時点で、起動用の高圧パルスを発生させて放電灯に印加し、放電灯が点灯した場合に、直列共振周波数「F_{on}」（> F_{off}）よりも高い周波数領域へと移行させて放電灯の電力制御を開始させる。

【0008】

【特許文献1】特開平7 - 142182号公報

【発明の開示】 40

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

ところで、半導体スイッチング素子の駆動周波数に係る制御において、放電灯の消灯時及び点灯時に各共振周波数（F_{off}、F_{on}）よりも高周波側の領域で出力制御を行うことが前提とされる場合に、電源電圧の低下や出力段での地絡等によって、半導体スイッチング素子の駆動周波数が下がる方向への一方的な制御が行われてしまうことに起因する弊害が問題とされる。

【0010】

つまり、共振周波数よりも高周波側の領域（誘導性領域）において、出力電圧や電力を上げるためには駆動周波数を低くし、また、出力電圧や電力を下げるためには駆動周波数 50

を高くするという制御が行われる。よって、何らかの原因（バッテリー等からの入力電圧が低下した場合や、地絡により放電灯が消灯したと判定された場合等）で制御上の動作点が共振周波数よりも低周波側の領域（容量性領域）に入った場合において、上記した制御が逆方向の作用をもたらす。即ち、出力を上げようとして駆動周波数を下げたのでは、結果的に出力が低下してしまい、従って、さらに駆動周波数を下げようとする制御が行われてしまう。これは、共振周波数よりも低い周波数領域において、周波数の減少方向に対して出力電圧が低下傾向を示すことに起因し、スイッチング素子の駆動周波数が際限なく低くなってしまい、この状態から抜け出せなくなる。その結果、例えば、放電灯の再点灯が不能になったり、目標とする電力制御に支障を来す等の不具合が発生する虞があり、その対策が必要になる。

10

【0011】

本発明は、直列共振を利用した直流 - 交流変換回路を構成する半導体スイッチング素子の駆動周波数が、共振周波数よりも低下したままの状態にならないための対策を講じ、放電灯の点灯状態を維持し、又は再点灯動作への移行を保証することを課題とする。

【課題を解決するための手段】**【0012】**

本発明は、直流入力電圧を受けて交流変換を行う直流 - 交流変換回路と、放電灯に起動信号を供給するための起動回路と、直流 - 交流変換回路の出力する電力を制御するための制御手段を備えた放電灯点灯回路において、下記に示す構成を有するものである。

【0013】

・直流 - 交流変換回路が、制御手段によって駆動される複数のスイッチング素子と、インダクタンス素子若しくはトランス及びコンデンサを含む直列共振回路を有していること。

20

【0014】

・放電灯の消灯時における直列共振回路の共振周波数を「F off」と記し、放電灯の点灯時における直列共振回路の共振周波数を「F on」と記すとき、放電灯の点灯時には駆動周波数をF onよりも高い周波数にしてスイッチング素子の駆動制御を行い、駆動周波数が低下して放電灯が消灯したことが検出された場合に、駆動周波数をF offよりも高い周波数領域へと移行させること、又は、放電灯の点灯中に駆動周波数がF onよりも低下したことを検出した場合に、駆動周波数をF onよりも高い周波数領域へと戻すこと。

30

【0015】

本発明では、放電灯の消灯時及び点灯時に共振周波数よりも高周波側領域においてスイッチング素子の駆動周波数を制御する構成形態において、駆動周波数が共振周波数F onよりも低下した場合に、放電灯の消灯時には駆動周波数を一時的に高めて再始動を行い、また、放電灯の点灯時の周波数低下に対しては点灯状態を維持したまま駆動周波数を元の周波数領域へと復帰させることができる。

【発明の効果】**【0016】**

本発明によれば、電源電圧の低下時や地絡時等において、スイッチング素子の駆動周波数が低下し、共振周波数よりの低周波側の容量性領域に入ったままの状態にならないように、駆動周波数を共振周波数F off又はF onよりも高周波側の誘導性領域へと戻す制御が行われる。

40

【0017】

例えば、駆動周波数が低下して放電灯が消灯したことが検出された場合には、駆動周波数を共振周波数F onよりも高い許容上限周波数に規定して再始動を行うことによって、消灯時の再点灯動作が保証される。

【0018】

駆動周波数の低下及び放電灯の消灯状態の検出については、放電灯にかかる電圧を検出する電圧検出手段と、放電灯に流れる電流を検出する電流検出手段とを有する構成において、電圧検出手段によって検出されるランプ電圧が閾値未満であって、かつ、電流検出手

50

段によって検出されるランプ電流が閾値未満である状態が、予め決められた時間以上継続した場合に、駆動周波数を上記共振周波数 F_{off} よりも高い周波数領域へと移行させることが好ましい（回路構成や制御方法の複雑化等を伴うことがない。）。

【0019】

また、放電灯の点灯時には、該放電灯の点灯状態を維持したまま誘導性領域への周波数移行がなされ、駆動周波数の低下継続を阻止するための対策が講じられる。例えば、放電灯に流れる電流を検出する電流検出手段と、スイッチング素子の駆動周波数又はその制御電圧を検出する検出手段を設けた構成において、ランプ電流の減少及び駆動周波数の低下が検出され、この状態が予め決められた時間以上継続した場合に、駆動周波数を上記共振周波数 F_{on} よりも高い周波数領域へと移行させれば良い。

10

【0020】

以上の周波数移行制御により、例えば、車両用灯具への適用において信頼性や走行安全性等を高めることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

図1は本発明に係る基本構成例を示すものであり、放電灯点灯回路1は、直流電源2から電源供給を受ける直流-交流変換回路3と起動回路4を備えている。

【0022】

直流-交流変換回路3は、直流電源2から直流入力電圧（図の「+B」参照）を受けて交流変換及び昇圧を行うために設けられている。本例では、2つのスイッチング素子5H、5Lと、それらの駆動制御を行う制御手段6を備えている。つまり、高段側のスイッチング素子5Hの一端が電源端子に接続され、該スイッチング素子の他端が低段側のスイッチング素子5Lを介して接地されており、制御手段6によって各素子5H、5Lが交互にオン/オフされる。尚、図では簡単化のために素子5H、5Lをスイッチの記号で示しているが、電界効果トランジスタ（FET）やバイポーラトランジスタ等の半導体スイッチング素子が用いられる。

20

【0023】

直流-交流変換回路3は電力伝送及び昇圧用のトランス7を有しており、本例では、その一次側において共振用コンデンサ8と、インダクタ又はインダクタンス成分との共振現象を利用した回路構成が用いられている。つまり、構成形態としては、例えば、下記の3通りが挙げられる。

30

【0024】

（I）共振用コンデンサ8とインダクタンス素子との共振を利用した形態

（II）共振用コンデンサ8とトランス7のリーケージ（漏れ）インダクタンスとの共振を利用した形態

（III）共振用コンデンサ8と、インダクタンス素子及びトランス7のリーケージインダクタンスとの共振を利用した形態。

【0025】

先ず、上記（I）では、共振用コイル等のインダクタンス素子9を付設し、例えば、該素子の一端を共振用コンデンサ8に接続して、該コンデンサ8をスイッチング素子5Hと5Lとの接続点に接続する。そして、インダクタンス素子9の他端をトランス7の一次巻線7pに接続した構成が挙げられる。

40

【0026】

また、上記（II）では、トランス7のインダクタンス成分を利用することで、共振用コイル等の追加が不要である。つまり、共振用コンデンサ8の一端をスイッチング素子5Hと5Lとの接続点に接続し、該コンデンサ8の他端をトランス7の一次巻線7pに接続すれば良い。

【0027】

上記（III）では、インダクタンス素子9とリーケージインダクタンスとの直列合成リアクタンスを用いることができる。

50

【0028】

いずれの形態でも、共振用コンデンサ8と誘導性要素（インダクタンス成分やインダクタンス素子）との直列共振を利用し、スイッチング素子5H、5Lの駆動周波数を直列共振周波数以上の値に規定して該スイッチング素子を交互にオン/オフさせ、トランス7の二次巻線7sに接続された放電灯10（車両用灯具に用いられるメタルハライドランプ等）の正弦波点灯を行う。尚、制御手段6による各スイッチング素子の駆動制御において、スイッチング素子がともにオン状態とならないように相反的にそれぞれの素子を駆動する必要がある（オンデューティの制御等に依る。）。また、直列共振周波数については、電源投入後の点灯前の共振周波数を「F off」、点灯状態での共振周波数を「F on」と記し、共振用コンデンサ8の静電容量を「Cr」、インダクタンス素子9のインダクタンスを「Lr」、トランス7の一次側インダクタンスを「Lp」と記すとき、例えば、上記形態（III）において、電源投入後の放電灯の点灯前では、「 $F_{off} = 1 / (2 \cdot (Cr \cdot (Lr + Lp)))$ 」となる。例えば、駆動周波数がF offよりも低いとスイッチング素子の損失が大きくなり効率が悪化するので、F offよりも高い周波数領域でのスイッチング動作が行われる。また、放電灯の点灯後には、「 $F_{on} = 1 / (2 \cdot (Cr \cdot Lr))$ 」となる（ $F_{off} < F_{on}$ ）。この場合に、F onよりも高い周波数領域でスイッチング動作が行われる。

10

【0029】

点灯回路の電源投入後には、放電灯の消灯状態（無負荷状態）においてF off付近の周波数値をもってOCVを制御し、起動用信号の発生及び該信号による放電灯の起動後に点灯状態に移行した場合には、F onよりも高い周波数領域での点灯制御を行うことが好ましい。

20

【0030】

起動回路4は、放電灯10に起動用信号を供給するために設けられており、起動時における起動回路4の出力電圧がトランス7にて昇圧されて放電灯10に印加される（交流変換された出力に対して起動用信号が重畳されて放電灯10に供給される。）。本例では、起動回路4の出力端子の一方をトランス7の一次巻線7pの途中に接続し、他方の出力端子を一次巻線7pの一端（グランド側端子）に接続した形態を示している。これに限らず、例えば、トランス7の二次側から起動回路への入力電圧を得る形態や、インダクタンス素子9とともにトランスを構成する補助巻線（後述の巻線11）を設けて、該補助巻線から起動回路への入力電圧を得る形態等が挙げられる。

30

【0031】

図1のように、直流-交流変換回路3で直流入力から交流への変換及び昇圧を行って、放電灯の電力制御を行う回路形態において、放電灯10に流れる電流や放電灯10にかかる電圧を検出する場合には、例えば、共振用のインダクタンス素子9に対して巻線を追加し、又はトランス7に検出用巻線や検出用端子を追加することによって、放電灯の電流検出値及び電圧検出値を得ることができる。

【0032】

図1に示す例では、インダクタンス素子9とともにトランスを形成する補助巻線11が放電灯10に流れる電流の相当電流を検出するために設けられており、該補助巻線11の出力が電流検出手段12に送られる。つまり、放電灯の電流検出については、インダクタンス素子9及び補助巻線11を用いて行われ、その検出結果が制御手段6に送出され、放電灯10の電力制御や点消灯の判別に利用される。

40

【0033】

また、放電灯10にかかる電圧検出については、例えば、トランス7に設けられた検出用巻線7vの出力に基づいて行われる。本例では、検出用巻線7vの出力が電圧検出手段13に送られ、該回路によって放電灯10にかかる電圧に相当する検出電圧が得られる。そして、これが制御手段6に送出されて放電灯10の電力制御や点消灯の判別に利用される。

【0034】

50

尚、放電灯の電流検出法や電圧検出法に関しては各種形態を採用可能であり、例えば、図1において、トランス7の二次側に電流検出用抵抗14を設ける等、回路構成の如何は問わない。

【0035】

図2は、LC直列共振を利用した場合の周波数特性について説明するための概略的なグラフ図であり、横軸に周波数「 f 」をとり、縦軸には点灯回路の出力電圧「 V_o 」又は出力電力「 OP 」をとって、放電灯の消灯時の共振曲線「 g_1 」及び点灯時の共振曲線「 g_2 」を示している。

【0036】

尚、共振曲線「 g_1 」については、縦軸が出力電圧「 V_o 」を示し、共振曲線「 g_2 」については、縦軸が出力電力「 OP 」を示す。 10

【0037】

放電灯の消灯時にはトランス7の二次側が高インピーダンスであり、該トランスの一次側のインダクタンス値が高く、共振周波数 F_{off} の共振曲線 g_1 が得られる。また、放電灯の点灯時には、トランス7の二次側のインピーダンスが低く（数十乃至数百程度）、一次側のインダクタンス値が低くなり、共振周波数 F_{on} の共振曲線 g_2 が得られる（点灯時には電圧の変化量が比較的小さく、主として電流が大きく変化する。）。

【0038】

図中に示す各記号の意味は下記の通りである。

【0039】

・「 f_{a1} 」=「 $f < F_{off}$ 」の周波数領域（「 $f = F_{off}$ 」の左側に位置する容量性領域あるいは進相領域）

・「 f_{a2} 」=「 $f > F_{off}$ 」の周波数領域（「 $f = F_{off}$ 」の右側に位置する誘導性領域あるいは遅相領域）

・「 f_b 」=「 $f > F_{on}$ 」に位置する周波数領域（点灯時の周波数領域であり、「 $f = F_{on}$ 」の右側の誘導性領域内である。）

・「 f_{ocv} 」=点灯前（消灯時）における出力電圧の制御範囲（以下、これを「OCV制御範囲」という。これは f_{a2} 内において F_{off} の近傍域に位置する。）

・「 L_{min} 」=放電灯の点灯維持が可能な出力レベル

・「 P_1 」=電源投入前の動作点 30

・「 P_2 」=電源投入直後の初期動作点（領域 f_b 内）

・「 P_3 」=消灯時にOCVの目標値への到達時点を示す動作点（ f_{ocv} 内）

・「 P_4 」=点灯後の動作点（領域 f_b 内）

・「 f_1 」=放電灯の点灯開始直前におけるスイッチング素子の駆動周波数（例えば、動作点 P_3 での駆動周波数）

・「 f_2 」=放電灯の点灯時におけるスイッチング素子の駆動周波数（例えば、動作点 P_4 での駆動周波数）

・「 F_{max} 」= g_2 と L_{min} との交点における周波数（許容上限周波数）。

【0040】

放電灯に係る点灯移行制御の流れを箇条書きで示すと、例えば、以下のようになる。 40

【0041】

(1) 回路電源を投入する（ P_1 P_2 ）

(2) OCV制御範囲 f_{ocv} にて電力を投入する（ P_2 P_3 ）

(3) 起動パルスが発生させて放電灯に印加する（ P_3 ）

(4) 放電灯が点灯を開始した後に点灯周波数（スイッチング素子の駆動周波数）の値を一定期間（以下、「周波数固定期間」という。）に亘って固定する（ P_3 ）

(5) f_b 内での電力制御へと移行させる（ P_3 P_4 ）。

【0042】

電源投入直後や、放電灯が一旦点灯してから消灯した直後において、一時的に駆動周波数を高くしてから（ P_1 P_2 ）、徐々に周波数を下げて f_1 に近づけていく（ P_2 P 50

3)。

【0043】

f_{ocv}内でOCVの制御を行い、放電灯への起動用信号を発生させ、該信号の印加により放電灯を点灯させる。例えば、OCVの制御において、周波数を下げて共振周波数F_{of}へと高周波側から近づけていくと、出力電圧V_oが次第に大きくなっていき、動作点P₃で目標値に到達する。尚、放電灯が点灯する前の消灯時に領域f_{a1}でOCVの制御を行う方法では、スイッチング損失がかなり大きくなって回路効率が悪化すること、そして、領域f_{a2}においてOCVの制御を行う方法において、無負荷時に回路を連続して動作させる期間が必要以上に長くないようにすることに注意を要する。

【0044】

動作点P₃において、起動回路4によって放電灯が起動すると、周波数固定期間中に駆動周波数が一定値とされた後、領域f_bへと移行する(図の「F」参照)。尚、OCV制御範囲f_{ocv}から領域f_bへの周波数移行においては、放電灯が点灯を開始した後にf₁からf₂へと周波数を連続的に変化させることが好ましい。

【0045】

上記のように、放電灯の消灯時には、共振周波数F_{off}よりも高周波側の領域f_{a2}での出力電圧制御が行われ、放電灯の点灯時には、共振周波数F_{on}よりも高周波側の領域f_bで電力制御が行われる構成(誘導性領域では、電流変動に対する抑制作用により、電力が安定し易い。)において、出力を上げる場合には、スイッチング素子の駆動周波数を低くする制御が行われる。従って、例えば、点灯回路への直流入力電圧が低下した場合等において、駆動周波数がF_{on}よりも低い領域に入ってしまうと、出力上昇を意図した周波数制御(駆動周波数を低くする制御)が仇となって駆動周波数が低下していき(図2に示すg₂においてF_{on}の左側に位置する裾部分を下って、最低周波数に落ちてしまう。)放電灯に対して所望の電力を供給できなくなってしまう。

【0046】

また、トランス7の二次側に地絡が発生した場合において、例えば、ランプ電流検出用抵抗14(図1参照)には電流が流れず、放電灯の「消灯」が判断され、その結果、再始動のために、上記OCVの制御が開始される。しかし、トランス7の二次巻線7sの高電位側端子における地絡では、スイッチング素子の駆動周波数を下げてもランプ電圧は上昇しないため駆動周波数が最低周波数まで低下したままの状態に陥ってしまう。

【0047】

そこで、本発明では、駆動周波数がF_{on}よりも低下した場合に生じる弊害を防止するための対策として、下記に示す構成形態を採用する。

【0048】

(A)スイッチング素子の駆動周波数が低下して放電灯が消灯したことが検出された場合に、駆動周波数をF_{off}よりも高い周波数領域へと移行させてから再始動を行う形態

(B)放電灯の点灯中に駆動周波数がF_{on}よりも低下したことを検出した場合に、駆動周波数をF_{on}よりも高い周波数領域へと移行させる形態。

【0049】

上記(A)は、共振周波数F_{on}よりも低い容量性領域において、上記制御により駆動周波数が著しく低下し、放電灯が消灯してしまった場合の救済措置として再始動を保証するものであり、上記(B)は、そのような駆動周波数の低下状態に陥らないようにするための、放電灯が点灯した状態における対策である。

【0050】

まず、形態(A)について、図3乃至図9に従って説明する。

【0051】

図3は、駆動周波数が低下して放電灯の消灯が検出された場合に、駆動周波数をF_{on}よりも高いF_{max}に規定して再始動を行うための制御例を示しており、横軸に駆動周波数fをとり、縦軸には出力電圧V_o又は出力電力OPをとって、共振曲線g₁、g₂を概略的に示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

F onの高周波側に位置する動作点「Q」から、F onの低周波側の領域に入って駆動周波数が低下すると、さらに周波数を低くしようとする制御の結果、図に「F min」で示す最低周波数に到達することになる。

【 0 0 5 3 】

そこで、矢印「U」に示すように、駆動周波数をF onよりも高いF maxに規定して再始動のための制御を開始させる。つまり、駆動周波数を一時的に高めた上で、該周波数を低下させることでOCVを目標値まで上昇させる制御が行われる。

【 0 0 5 4 】

尚、本例では、回路構成や制御の簡単化等を考慮し、許容上限周波数「F max」へと移行させているが、要は、駆動周波数の低下によって放電灯が消灯した場合に、駆動周波数をF offよりも高い周波数領域へと移行させ、上記OCV制御が確実に開始されるようにすれば良い（図2に示す共振曲線g 1の高周波側領域において、P 3へと高周波側から近づけて出力電圧を高めていく。）。

10

【 0 0 5 5 】

図4は、上記(A)に係る回路構成の一例として、主に制御手段6の回路構成を示している。

【 0 0 5 6 】

本例では、入力電圧に依存して周波数に変化する電圧 - 周波数変換回路（以下、「V - F変換回路」という。）を用いた構成を示しており、図中の「V in」は、V - F変換回路6 aへの入力電圧を示し、「F out」はV - F変換回路6 aによって変換された出力電圧の周波数を示している。

20

【 0 0 5 7 】

V - F変換回路6 aは、例えば、V inが高い程F outが低くなる制御特性を有しており、その出力電圧が後段のブリッジ駆動部6 bに送られる。ブリッジ駆動部6 bの出力信号がスイッチング素子5 H、5 Lの制御端子にそれぞれ送出される。例えば、共振周波数F off又はF onよりも高い周波数領域において、V inの値が大きいほどF outの値が低くなり、その結果、出力電力（あるいは電圧）が増大する方向に制御が行われ、逆に、V inの値が小さいほどF outの値が高くなり、出力電力（あるいは電圧）が減少する方向に抑制される。

30

【 0 0 5 8 】

このようにV inは、スイッチング素子の周波数制御に係る制御電圧（周波数制御電圧）であり、本例では、OCV制御部6 c、ランプ電力制御部6 d、リセット制御部6 eや、後述の復帰制御部6 gの各出力が演算部6 fを介してV - F変換回路6 aに入力される。

【 0 0 5 9 】

OCV制御部6 cは、放電灯の点灯前の無負荷時出力電圧（OCV）を制御するための回路であり、上記したOCV制御において駆動周波数を低下させて放電灯への出力電圧を増加させる機能を有し、例えば、放電灯の電圧検出信号を入力信号とする演算増幅器を用いて構成される。

【 0 0 6 0 】

ランプ電力制御部6 dは、放電灯が点灯を開始してから上記周波数領域f b（図2参照）への移行及び定常点灯時の電力制御を行うための回路である。例えば、図示しない点消灯判別回路からの信号（放電灯の点灯、消灯の各状態に応じた2値信号）を受けて、放電灯の点灯開始直後の周波数固定期間においてスイッチング素子5 H、5 Lの駆動周波数をf 1に固定し、該期間の経過後にスイッチング素子の駆動周波数を高めて領域f bへと移行させる。

40

【 0 0 6 1 】

図2のf 1からf 2への周波数移行においては、例えば、所定の時定数をもって漸近させる制御形態や、f 1とf 2との間に位置する周波数を「f w」と記すとき、f 1からf wへの周波数変化の速度に対して、f wからf 2への周波数変化の速度を遅くする制御形

50

態等が挙げられる。

【0062】

f 1 から f 2 への移行後には、定格値での電力制御が行われる。

【0063】

リセット制御部 6 e は、図 3 にて説明した周波数移行制御を行うための回路である（その具体的構成は後述する。）。

【0064】

演算部 6 f には、OCV 制御部 6 c、ランプ電力制御部 6 d、リセット制御部 6 e や、後述の復帰制御部 6 g の各出力が入力される。例えば、エラーランプが用いられ、その一方の入力端子に各制御部からの信号が入力され、他方の入力端子には所定の基準電圧が供給され、両者の比較結果であるエラー信号が「V in」として出力される。そして、V - F 変換によって得られる周波数 F out の出力信号が、ブリッジ駆動部 6 b を経てスイッチング素子 5 H、5 L への制御信号としてそれぞれ送出される。

【0065】

図 5 は、リセット制御部 6 e の構成例を示すブロック図であり、図中の示す記号の意味は下記の通りである。

【0066】

- ・「S v」= ランプ電圧に係るレベル判定信号（ランプ電圧を「V L」と記し、その比較上の閾値を「V sh」と記すとき、「V L < V sh」の場合に H（ハイ）レベル、「V L > V sh」の場合に L（ロー）レベルを示す。）

- ・「S i」= 放電灯の点消灯判別信号（ランプ電流を「I L」と記し、その比較上の閾値を「I sh」と記すとき、「I L < I sh」の場合に放電灯の消灯状態と判断されて H レベルを示し、「I L > I sh」の場合に放電灯の点灯状態と判断されて L レベルを示す。）

- ・「S t」= 放電灯の点灯移行制御時の判別信号（放電灯の点灯開始後の上記領域 f b への周波数移行期間中のみ L レベルを示し、それ以外のときには、H レベルを示す。）。

【0067】

尚、点消灯判別信号 S i については、例えば、ランプ電流を検出し、コンパレータ等の比較手段において該電流値がゼロか又はほぼゼロであることを判別し、2 値化信号を得るようにした回路構成が挙げられるが、本発明の適用上は、各種の点消灯判別回路の採用が可能である。

【0068】

上記信号 S v、S i、S t は 3 入力 AND（論理積）ゲート 1 5 に送出され、それらの論理積出力が、計時手段を構成するカウンタ 1 6 のリセット端子（R）に送られる。該カウンタ 1 6 には、図示しない信号生成回路からのクロック信号「CLK 1」が供給され、該クロック信号を所定数カウントしたときの出力信号を、後段の単安定マルチバイプレータ 1 7 に送出する。

【0069】

単安定マルチバイプレータ 1 7 は、図示しない信号生成回路からのクロック信号「CLK 2」を受けて、所定のパルス幅をもった信号「S o」を出力して、上記演算部 6 f に送出する。

【0070】

本例では、電圧検出手段 1 3 によって検出されるランプ電圧が閾値未満であって、かつ、電流検出手段 1 2 又は電流検出用抵抗 1 4 を用いて検出されるランプ電流が閾値未満である状態が、予め決められた時間以上継続した場合に、リセット制御部 6 e から上記信号「S o」が出力されて演算部 6 f の出力が低下し、V - F 変換回路 6 a の出力する信号の周波数が一時的に高くなる。これにより、スイッチング素子の駆動周波数を共振周波数 F off よりも高い周波数領域へと移行させる。例えば、ランプ電圧が OCV の目標値未満であって、ランプ電流がゼロ A（アンペア）又はほぼゼロ A であるという 2 条件が、所定の時間以上に亘って継続したことが検出された場合に、再始動のための上記リセット動作が行われる。

10

20

30

40

50

【0071】

図6は、共振曲線 g_1 、 g_2 を上図に示し、その下方に上記信号 S_v 、 S_i と両者の論理積「 $S_v \& S_i$ 」を示した説明図である。

【0072】

信号 S_v は、図中に示す閾値「 V_{sh} 」を比較基準として判定され、放電灯が点灯する前のOCV制御により「 $V_L < V_{sh}$ 」となった場合に、Lレベルを示す。

【0073】

また、信号 S_i は、閾値「 I_{sh} 」を比較基準として判定され、「 $I_L < I_{sh}$ 」の場合に、Lレベルを示す。

【0074】

よって、論理積「 $S_v \& S_i$ 」がHレベルを示すのは、 S_v と S_i がともにHレベルを示す下記の3つの場合となる。

【0075】

- ・ F_{off} の低周波側に位置する範囲「 R_1 」
- ・ F_{off} の高周波側であって、かつ、 F_{on} の低周波側に位置する範囲「 R_2 」
- ・ F_{on} の高周波側に位置する範囲「 R_3 」。

【0076】

上記「 R_1 」は上記した2条件を満たす場合であり、両条件が予め決められた設定時間以上に亘って継続した場合にスイッチング素子の駆動周波数を F_{off} よりも高くした状態を一時的に発生させてOCV制御への移行が開始される。

【0077】

また、上記「 R_2 」は、放電灯が点灯を開始してから F_{on} よりも高い周波数領域（図2の領域 f_b 参照）へと移行させる過渡期に相当する範囲内であり、よって、当該範囲において上記リセット動作が行われないように、上記検出条件を満たさないものとして除外（マスク）する必要がある。

【0078】

上記「 R_3 」では、放電灯が消灯した場合に、上記OCV制御が開始されてスイッチング素子の駆動周波数を下げる制御が行われるために、当該範囲の停留時間が、上記した設定時間以上となることはない。

【0079】

以上のように、ランプ電圧やランプ電流の検出情報の他に、時間的要素（放電灯点灯開始後における上記領域 f_b への移行期間と、ランプ電圧低下及びランプ電流低下の継続時間）を加味することによって、上記 R_2 、 R_3 の範囲を除外して、 R_1 のみを正しく検出することができる。

【0080】

尚、スイッチング素子の駆動周波数の低下状態を直接的に検出する方法として、例えば、 F （周波数）- V （電圧）変換回路を用いて周波数を監視することも考えられるが、素子特性のバラツキや温度特性等を考慮した場合に周波数検出の閾値に関して信頼性が劣ることや、 F - V 変換回路には一般的にコンデンサを必要とし、制御用ICの端子増加やコスト上昇の原因となること等を考慮すると、下記に示すような、IC内部で検出可能な構成形態が好ましい。

【0081】

図7は、リセット制御部6eに係る回路構成の一例を示したものである。

【0082】

S_v 、 S_i 、 S_t はANDゲート18に入力され、該ゲートの出力信号が上記カウンタ16を構成するDフリップフロップ19乃至22の各リセット端子（R）に送出される。多入力ANDゲート18はLアクティブ入力とされ、信号 S_v 、 S_i 、 S_t の他に、後述するDフリップフロップ25からの出力信号（Qバー出力：Qの反相出力）や図示しないパワーオンリセット回路からの初期化信号が入力される。尚、 S_t は上記範囲 R_2 のマスクに必要な信号である。

10

20

30

40

50

【0083】

Dフリップフロップ19乃至22は、各プリセット端子(P R)及びリセット端子(R)がLアクティブとされ、プリセット端子に所定電圧の電源端子が接続され、リセット端子がANDゲート18のLアクティブ出力端子に接続されている。

【0084】

初段のDフリップフロップ19のクロック入力端子(C K)には、クロック信号C L K 1が供給され、そのD端子がQバー出力端子に接続されるとともに、次段のDフリップフロップ20のクロック入力端子(C K)に接続されている。同様に、Dフリップフロップ20、21は、各D端子がQバー出力端子に接続されるとともに、次段のDフリップフロップのクロック入力端子(C K)に接続されている。そして、最終段のDフリップフロップ22は、そのD端子がQバー出力端子に接続されている。

10

【0085】

2段目と4段目の各Dフリップフロップ20、22のQ出力端子は、2入力ANDゲート23の入力端子にそれぞれ接続されており、ANDゲート23の出力信号が、Dフリップフロップ24のD端子に送出されるとともに、上記信号S oとして出力される。

【0086】

Dフリップフロップ24、25は、各プリセット端子(P R)及びリセット端子(R)がLアクティブとされ、プリセット端子に所定電圧の電源端子が接続されるとともに、リセット端子には図示しないパワーオンリセット回路からの初期化信号が供給される。そして、各Dフリップフロップ24、25のクロック信号入力端子(C K)には、クロック信号C L K 2がそれぞれ供給される。

20

【0087】

Dフリップフロップ24のQ出力が、次段のDフリップフロップ25のD端子に送られ、Dフリップフロップ25のQバー出力がANDゲート18への入力信号となる。

【0088】

ANDゲート23の出力信号S oは、上記演算部6 fを経てV - F変換回路6 aに送られる。V - F変換回路6 aには、例えば、電圧可変容量ダイオードを含む周波数可変発振回路が用いられ、入力電圧V inのレベルが高く(低く)なると、電圧可変容量ダイオード静電容量が大きく(小さく)なって、出力パルスの周波数が下(上)がる。尚、本発明の適用においては、V - F変換回路の構成形態の如何を問わない。また、電圧 - 周波数特性においてV inの増加に伴って周波数が増加する実施形態等も可能である。

30

【0089】

上記ランプ電圧V Lの検出に係る閾値V shは、O C V制御時の目標値未満であって放電灯の点灯移行が可能な最低値として設定する。また、カウンタ16の設定時間は、O C VがV shに達するまでの昇圧期間の長さや、上記範囲R 3での停留時間等を考慮し(設定時間が短すぎるとR 3の誤検出が問題となる。)、例えば、100乃至150ミリ秒程度にすれば良い。

【0090】

図8及び図9は上記回路の動作を説明するためのタイミングチャート図であり、図8は放電灯が点灯を開始して正常に点灯状態へと移行する場合、図9は点灯回路の出力段において高電位側に地絡が生じた場合をそれぞれ例示している。

40

【0091】

図中に示す各記号の意味は、下記の通りである。

【0092】

- ・「t on」= 電源投入時点
- ・「t ocv」= O C Vが最初に閾値V sh以上となった時点
- ・「t bd」= 放電灯の起動時点
- ・「S 18」= ANDゲート18の出力信号
- ・「S 25」= Dフリップフロップ25のQバー出力。

【0093】

50

- ・「Tcnt」=カウンタ16の設定時間
- ・「Tw」=信号Soのパルス幅

尚、その他の信号については、既述した通りである。

【0094】

図8では、電源投入後からOCVがVshに到達するまでの期間中、ANDゲート18の出力信号がHレベルとなるが、当該期間の長さがTcntよりも短い。よって、カウンタ16がt_{ocv}の時点でリセットされ、信号SoはLレベルのままである。

【0095】

また、図9では、地絡発生により放電灯が消灯し、SiがHレベルとなり、また、ランプ電圧がVsh未満であって、SvはHレベルである。StがHレベルであることから、ANDゲート18の出力信号はHレベルを維持した状態となる。よって、カウンタ16のリセットが解除され、Tcntの計時動作後に、Soはパルス幅TwをもってHレベルとなる。

【0096】

次に、前記(B)の形態について、図10乃至図13に従って説明する。

【0097】

図10は、共振曲線g1、g2を例示したグラフ図であり、縦軸については、点灯前の共振曲線g1では出力電圧を示し、点灯後の共振曲線g2では出力電力OPを示す。

【0098】

本例において、放電灯の点灯時には動作点P4が共振曲線g2上においてFonよりも高周波側に位置している。

【0099】

そして、放電灯の点灯中に駆動周波数がFonよりも低下したことが検出された場合には、図に一点鎖線の矢印で示すように、駆動周波数をFonよりも高い誘導性の周波数領域へと戻す制御が行われる。即ち、点灯中に駆動周波数がFonよりも低い容量性の周波数領域に入った場合には、放電灯の点灯を維持したままで、Fonよりも高い周波数領域へと復帰させることで、容量性領域に入ったまま駆動周波数が低下し続けること(最終的には、最低周波数「Fmin」に到達する。)がないようにするための処置が採られる。

【0100】

駆動周波数がFonよりも低下したことを検出する場合において、ランプ電流の減少傾向及び駆動周波数の低下傾向が、ある一定時間以上に亘って継続しているか否かにより判定することができる。尚、放電灯が点灯を開始した時点からFonよりも高い周波数領域へと移行する場合の過渡期(上記StがLレベルの期間であり、図2の「F」参照。)については、上記した判定条件から除外(マスク)する。

【0101】

図11は、本発明を適用した回路構成の一例26を示したものであり、これを上記リセット制御部6eの代替として用いるか又は該リセット制御部に対して並列に設けることができる(図4の復帰制御部6g参照)。

【0102】

本例では、カウンタを用いた遅延回路27と、その後段に配置された単安定マルチバイブレータ28と、ランプ電流の減少を検出する電流変化検出部29と、駆動周波数の減少を検出する周波数変化検出部30が設けられている。

【0103】

図示しない信号生成回路によって得られるクロック信号「CLK」は、遅延回路27を構成するカウンタに供給され、該回路の出力するHレベル信号が単安定マルチバイブレータ28に送出されると、予め決められたパルス幅の出力信号「S28」が生成されて、上記演算部6fに送られる。

【0104】

電流変化検出部29は、電流検出手段12又は電流検出用抵抗14を用いて検出されるランプ電流の検出信号(「SI」と記す。)をデジタル信号に変換するためのA(アナログ)/D(デジタル)変換回路31と、その後段に配置されたNビットシフトレジス

タ 3 2 と、マグニチュードコンパレータ 3 3 を用いて構成される。

【 0 1 0 5 】

A / D 変換回路 3 1 の出力は、N ビットシフトレジスタ 3 2 へのビット入力（図の「S in」参照）及びマグニチュードコンパレータ 3 3 への一方の入力（図の「B」参照）として供給される。N ビットシフトレジスタ 3 2 の出力（図の「S out」参照）は、マグニチュードコンパレータ 3 3 への他方の入力（図の「A」参照）となる。尚、シフトレジスタ 3 2 のクロック信号入力端子（C K）には上記 C L K が供給される。

【 0 1 0 6 】

A / D 変換直後の出力は、現時点でのランプ電流 I L の検出値を示しており、N ビットシフトレジスタ 3 2 の出力は、N 個分の C L K だけ過去の時点におけるランプ電流 I L の検出値を示している。マグニチュードコンパレータ 3 3 は、両者の大きさを比較して、「A > B」の不等式条件に応じて 2 値信号を出力する。即ち、過去の時点よりも現在の方がランプ電流が小さくなっている場合（ランプ電流の減少）に、H レベル信号を A N D ゲート 3 7 に送出する。

10

【 0 1 0 7 】

周波数変化検出部 3 0 はスイッチング素子の駆動周波数の変化を検出する検出手段を構成しており、該検出部では、上記演算部 6 f の出力信号（例えば、エラーアンプを用いた構成形態において該アンプの出力信号）を周波数の検出に代用している。つまり、該出力信号が上 V in に相当し、その増加（低下）がスイッチング素子の駆動周波数の減少（増加）に対応しており、V in の変化とは逆の関係をもって駆動周波数が変化することから、V in を用いて駆動周波数を間接的に監視することができる。周波数変化検出部 3 0 は、V in をデジタル信号に変換するための A / D 変換回路 3 4 と、その後段に配置された N ビットシフトレジスタ 3 5 と、マグニチュードコンパレータ 3 6 を用いて構成される。

20

【 0 1 0 8 】

A / D 変換回路 3 4 の出力は、N ビットシフトレジスタ 3 5 へのビット入力（図の「S in」参照）及びマグニチュードコンパレータ 3 6 への一方の入力（図の「B」参照）として供給される。N ビットシフトレジスタ 3 5 の出力（図の「S out」参照）は、マグニチュードコンパレータ 3 6 への他方の入力（図の「A」参照）となる。尚、シフトレジスタ 3 5 のクロック信号入力端子（C K）には上記 C L K が供給される。

【 0 1 0 9 】

A / D 変換直後の出力は、現時点での V in のレベルを示しており、N ビットシフトレジスタ 3 5 の出力は、N 個分の C L K だけ過去の時点における V in のレベルを示している。マグニチュードコンパレータ 3 6 は、両者の大きさを比較して、「A < B」の不等式条件に応じて 2 値信号を出力する。即ち、過去の時点よりも現在の方が V in のレベルが高い場合（駆動周波数の減少）に、H レベル信号を A N D ゲート 3 7 に送出する。

30

【 0 1 1 0 】

3 入力 A N D ゲート 3 7 は、マグニチュードコンパレータ 3 3、3 6 の出力信号及び上記信号 S t が全て H レベルである場合に、遅延回路 2 7 に H レベル信号（イネーブル信号）を送出して該回路を動作させる。そして、予め設定された時間の経過後に、遅延回路 2 7 から単安定マルチバイブレータ 2 8 に信号が送出され、所定幅の信号 S 28 が上記演算部 6 f を介して V - F 変換回路 6 a に送出される。

40

【 0 1 1 1 】

図 1 2 は、「f = F on」に関してほぼ対称な共振曲線 g 2 において周波数低下により動作点が F on 未満の容量性領域に入った後、点「P s」での検出後に、「f」に示す周波数変化量をもって F on よりの高周波側領域に復帰する様子を概略的に示したものである。

【 0 1 1 2 】

図に実線の矢印に示すように、動作点が F on よりも低周波側領域に入った場合には、そのことが、電流変化検出部 2 9 による S I の減少及び周波数変化検出部 3 0 による V in の増加（駆動周波数の減少）として検出される。そして、遅延回路 2 7 による一定時間の経過を経て動作点「P s」で信号 S 28 が一時的に H レベルを示す。該信号 S 28 は上記演算部

50

6 f を介して V - F 変換回路 6 a に送出される。つまり、信号 S 28 が H レベルになると演算部 6 f 内のエラーアンプの出力信号レベルが低下し、このことは V - F 変換回路 6 a における周波数の増加分「 f 」として反映される。

【 0 1 1 3 】

遅延回路 2 7 を構成するカウンタの設定時間は、スイッチング素子の駆動周波数が共振周波数 F_{on} の時点から半幅「 $f / 2$ 」だけ低下するまでの期間（放電灯の点灯維持が可能な範囲内）の長さとしてされる。つまり、制御回路の特性を考慮して、駆動周波数の低下が「 $F_{on} - (f / 2)$ 」の範囲内で検出されるようにカウンタの設定時間を規定することにより、放電灯の点灯状態が維持されたままで容量性領域から誘導性領域への円滑な移行を保証することができる。

10

【 0 1 1 4 】

図 1 3 は、放電灯の点灯中に駆動周波数が共振周波数 F_{on} よりも低下した場合の制御例を示すタイミングチャート図であり、図中に示す各記号の意味は下記の通りである。

【 0 1 1 5 】

- ・「 S 33 」 = マグニチュードコンパレータ 3 3 の出力信号
- ・「 S 36 」 = マグニチュードコンパレータ 3 6 の出力信号
- ・「 S 37 」 = A N D ゲート 3 7 の出力信号
- ・「 S 27 」 = 遅延回路 2 7 の出力信号
- ・「 S 28 」 = 単安定マルチバイブレータ 2 8 の出力信号。

【 0 1 1 6 】

尚、S I、V in は既述の通りであり、B は点灯回路の電源電圧を示す。

20

【 0 1 1 7 】

また、図中に示す期間や時間の意味は下記の通りである。

【 0 1 1 8 】

- ・「 T 1 」 = O C V の制御期間（ $t_{on} \sim t_{bd}$ の期間）
- ・「 T 2 」 = 点灯開始時点から上記領域 f_b への移行制御期間（ S t が L レベルの期間）
- ・「 T 3 」 = 過渡状態から定常制御への移行期間
- ・「 T d 」 = 遅延時間（ S 37 の立ち上がりエッジを起点とする S 27 の遅れを示す。）
- ・「 」 = マグニチュードコンパレータ（ 3 3、 3 6 ）の遅れ時間。

30

【 0 1 1 9 】

尚、図の右上には、駆動周波数の変化を示しており、「 (F_{on}) 」は共振周波数 F_{on} への到達時点、「 (P s) 」は動作点 P s（図 1 2 参照）への到達時点をそれぞれ表している。

【 0 1 2 0 】

本例では、電源投入後に放電灯が点灯した後、何らかの原因によって電源電圧 B が低下し、駆動周波数を下げて共振周波数 F_{on} にしても所望の電力を放電灯に投入できない状況での回路動作を示している。

【 0 1 2 1 】

ランプ電流の検出信号 S I は期間 T 2 において上昇し、期間 T 3 においてピークを示してから低下してほぼ一定値となる。また、V in については期間 T 1 において上昇し、期間 T 2 ではほぼ一定の範囲内とされ、期間 T 3 で低下してほぼ一定値となる。

40

【 0 1 2 2 】

S 33 は S I の下降中に H レベルを示し、S 36 は V in の上昇中に H レベルを示す。

【 0 1 2 3 】

S t は期間 T 2 を除いて H レベルを示し、S 33、S 36、S t の論理積出力である S 37 は、それらが全て H レベルである場合に H レベルを示す。

【 0 1 2 4 】

S 37 が H レベルになった時点から T d の遅延時間において S 27 のパルスが出力され、S 28 の H レベル期間において V in が低下し、駆動周波数が上昇する（図 1 2 に示す f の周

50

波数上昇を参照)。

【0125】

本制御によれば、駆動周波数が低下して F_{on} 未満の容量性領域に入った場合に該周波数
がそのまま低下し続ける状況に陥らないように防止することで、放電灯の点灯維持を図る
ことができる。つまり、図13に示す例では、電源電圧の低下後において、共振周波数 F_{on}
の近辺(図12の f に示す範囲内)で駆動周波数が変動し、放電灯が点灯し続ける。

【0126】

尚、本例では、放電灯の点灯維持を前提とした周波数移行制御において、遅延回路を用
いた構成を示したが、このような例に限らず、ランプ電流及び駆動周波数の減少が検出さ
れた時点で直ちに誘導性領域へと復帰させるようにしても構わない。また、当該制御中に
放電灯が消灯したことが検出された場合、あるいは、当該制御が何らかの理由により充分
に機能しないためにスイッチング素子の駆動周波数が著しく低下してしまった場合には、
前記(A)のように、駆動周波数を F_{off} よりも高くしてOCV制御へと移行させて、再
始動が行われる。

【0127】

以上に説明した構成によれば、下記に示す各種の利点を得られる。

【0128】

- ・共振周波数 F_{off} よりも低周波側に位置する容量性領域での動作状態を検出して回路
の再始動を行えること
- ・放電灯の点灯が維持されている状態で、共振周波数 F_{on} よりも低周波側に位置する容
量性領域から F_{on} よりも高周波側の誘導性領域へと動作状態を復帰させることにより、駆
動周波数の低下を未然に防止できること
- ・F-V変換回路を用いてスイッチング素子の駆動周波数を監視する構成に比して、精
度や信頼性に優れ、また、回路構成の簡素化や低コスト化に有利であること
- ・直流入力電圧の低下や、点灯回路の出力段での地絡等が起きた場合に再始動を保証し
、あるいは、放電灯の点灯維持が可能であること(例えば、自動車用灯具への適用におい
て、夜間走行の安全性の向上に寄与する。)
- ・一对のスイッチング素子(5H、5L)と、交流変換及び起動用信号の昇圧に兼用さ
れるトランス(7)を用いた回路構成により、小型化、高周波化や、低コスト化等に有利
であること。

【図面の簡単な説明】

【0129】

【図1】本発明に係る基本構成例を示す図である。

【図2】LC直列共振に係る周波数特性を説明するための概略的なグラフ図である。

【図3】図4乃至図9とともに、本発明に係る制御形態を示すものであり、本図は放電灯
の消灯後における再始動のための制御例の説明図である。

【図4】制御手段の回路構成例を示す図である。

【図5】リセット制御部の構成例を示すブロック図である。

【図6】再始動のための検出条件を説明するための図である。

【図7】リセット制御部に係る回路構成の一例を示した図である。

【図8】図9とともに、回路動作を説明するためのタイミングチャート図であり、本図は
放電灯が点灯を開始して正常に点灯状態へと移行する場合を示す。

【図9】点灯回路の出力段において高電位側に地絡が生じた場合を示す図である。

【図10】図11乃至図13とともに、本発明に係る別の制御形態を示すものであり、本
図は周波数制御例の説明図である。

【図11】回路構成の一例を示した図である。

【図12】共振曲線 g_2 において、 F_{on} 未満の容量性領域から誘導性領域への周波数移行
の様子を示す図である。

【図13】放電灯の点灯中に駆動周波数が F_{on} よりも低下した場合の制御例を示すタイミ
ングチャート図である。

10

20

30

40

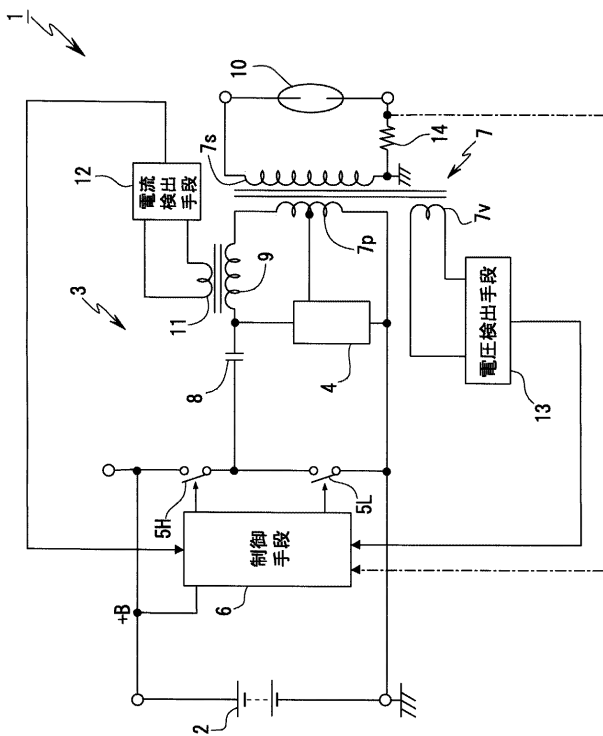
50

【符号の説明】

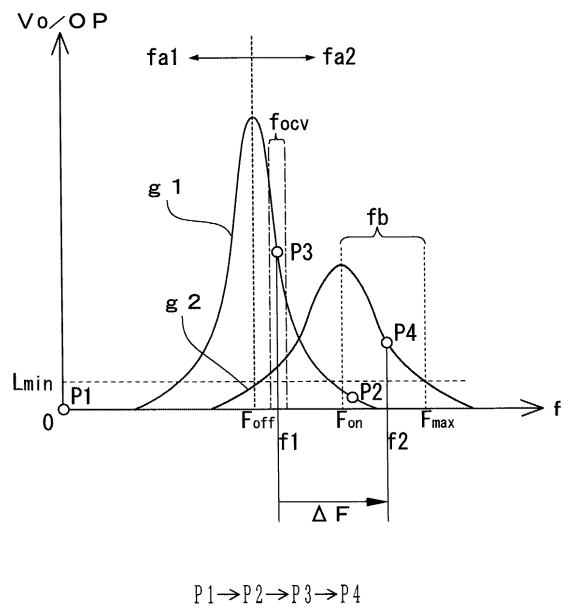
【0130】

1 ... 放電灯点灯回路、3 ... 直流 - 交流変換回路、4 ... 起動回路、5 H、5 L ... スイッチング素子、6 ... 制御手段、7 ... トランス、8 ... コンデンサ、9 ... インダクタンス素子、10 ... 放電灯、12 ... 電流検出手段、13 ... 電圧検出手段

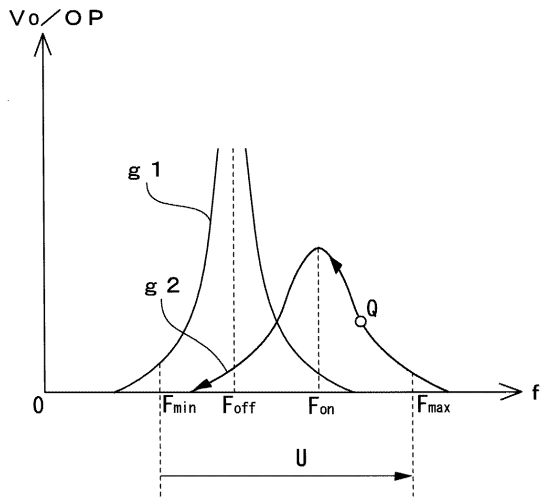
【図1】



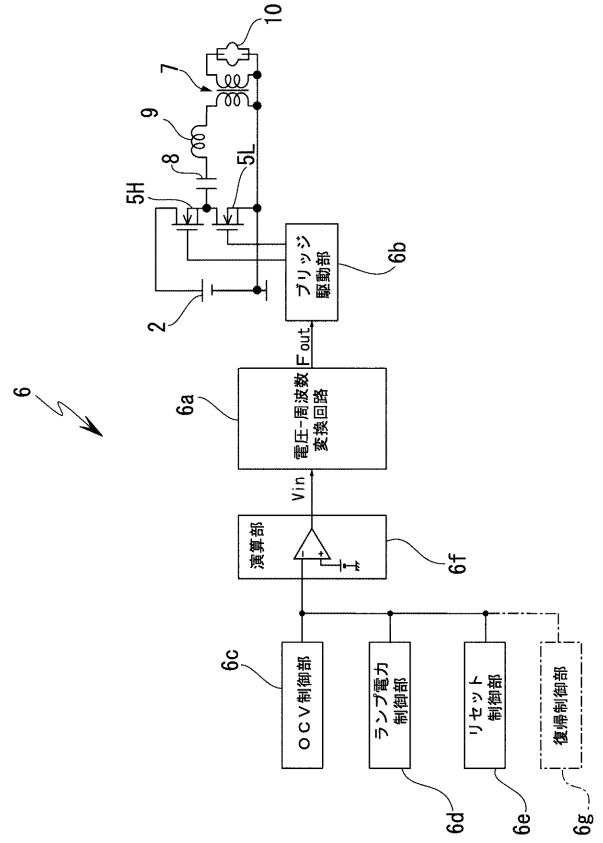
【図2】



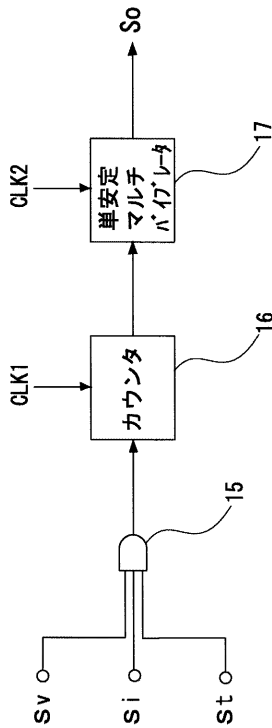
【図3】



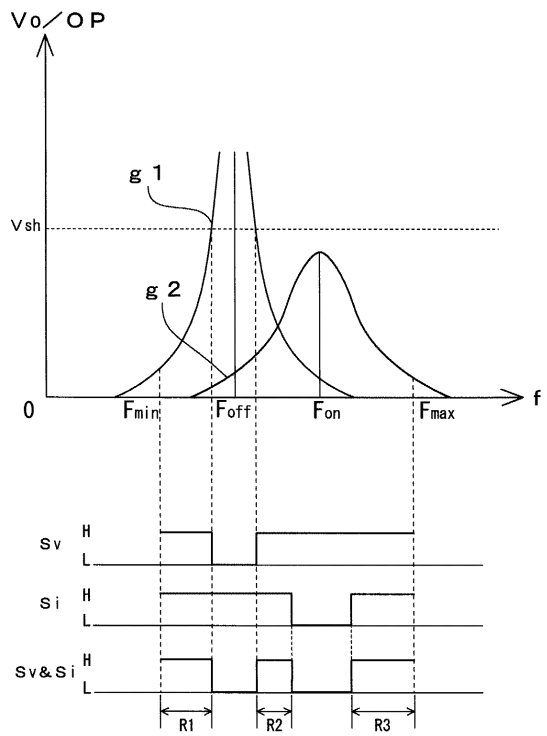
【図4】



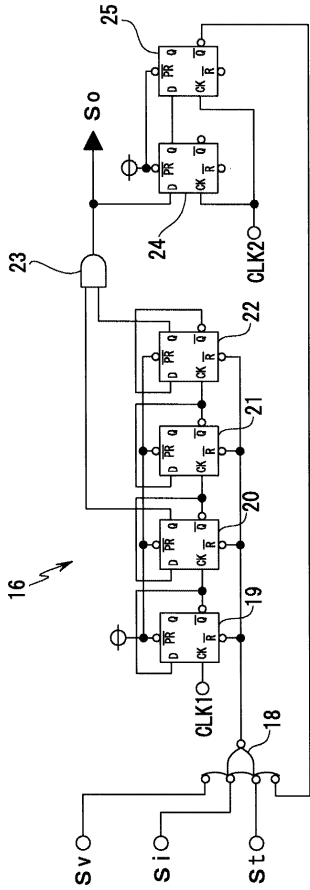
【図5】



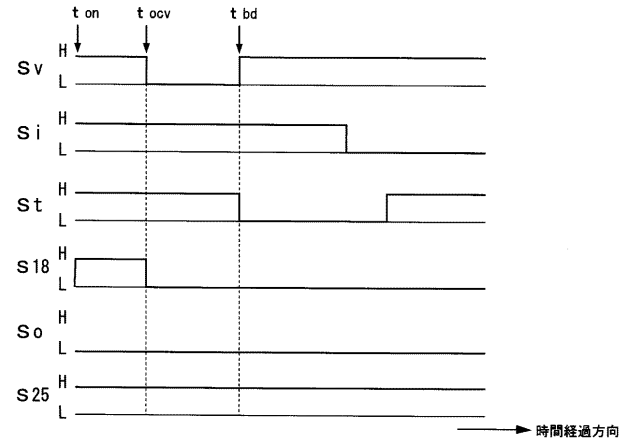
【図6】



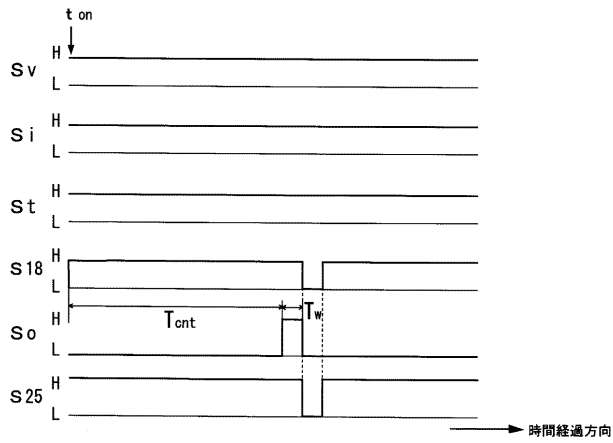
【 図 7 】



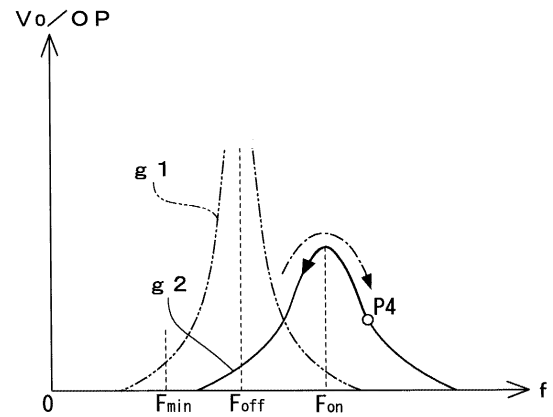
【 図 8 】



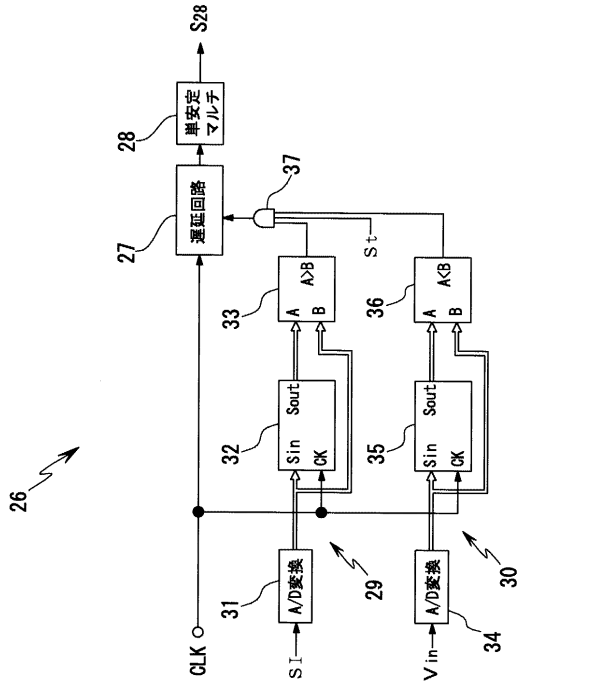
【 図 9 】



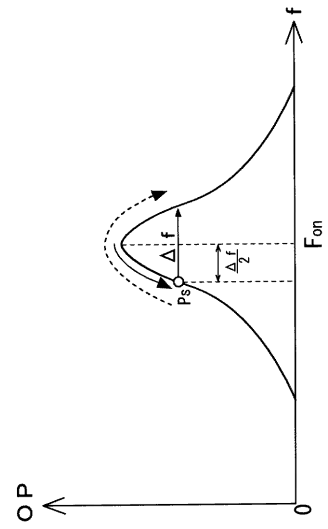
【 図 10 】



【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

