

氏名	中西宣一郎 なかにし せんいちろう
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第809号
学位授与の日付	昭和50年9月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	サイリスタを用いた放電灯点灯回路に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 大谷泰之 教授 板谷良平 教授 木嶋 昭

論文内容の要旨

本論文は、小形軽量、制御性などの特長をもつサイリスタを使用した商用周波数ならびに $400\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$ の周波数範囲で動作する2種類の新しい放電灯点灯回路について行なった実験的・理論的研究結果をまとめたもので、5章からなっている。

第1章では、商用周波数で動作するサイリスタ逆並列形昇圧点灯回路の回路構成とその点灯動作原理について説明し、放電灯の点灯実験から本昇圧点灯回路は、放電灯を確実にかつ安定に点灯することができ、さらに直列リアクタンス安定器を従来のものに比べて小形化できる上に、種々の型や容量の放電灯を点灯できる万能性をもっているなど優れた特長をもっていることを明らかにすると同時に、定電圧や定電流の制御なども容易にできることを示している。また110Wけい光ランプ直列2灯、400W水銀ランプ直列2灯などの場合に対する実用化を目的とした点灯実験を行なって、効率、力率、波形などに関する有益な資料を得ている。

第2章では、サイリスタ逆並列形昇圧点灯回路の解析特果について述べている。まず放電灯として110Wけい光ランプの直列2灯の場合を例にとり、放電灯とLバラストの両者を一括して電力と力率の値が等価な線形RL負荷で置き換えて解析する方法を提案している。この方法はLバラストの値が600mH~900mHの範囲で成立することを実験的に明らかにしている。そしてその範囲において等価な線形RL負荷をもつ回路の解析を行ない、数値計算結果から回路設計の基礎資料である出力、回路効率、回路力率などを求め、規準化パラメータを用いて図示することにより回路の動作特性を明らかにしている。

第3章では、直流電源から $400\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$ の周波数で動作するサイリスタインバータ形昇圧点灯回路について述べたもので、本点灯回路も逆並列点灯回路と同様な点灯動作を行ない、また同様な特長をもっている上に、さらに低電圧直流電源の使用が可能で、高周波点灯の場合バラストは小形軽量化でき、また総合効率が改善されるなどの多くの特長をもっていることを明らかにしている。まず基本的回路構成を示して本回路の動作原理を説明すると同時に、抵抗負荷時の諸特性を図示している。次に放電灯の点灯動作を

図解し、 $400\text{Hz}\sim 8\text{kHz}$ の周波数範囲でけい光ランプ、水銀ランプ、低圧ナトリウムランプの点灯実験を行ない、 60Hz の通常点灯に比べて高周波点灯では回路と放電灯の両者の効率が向上するため総合効率 (lm/W) が改善される場合が多いことを示している。

第4章では、サイリスタインバータ形昇圧点灯回路の解析結果について述べている。まず放電灯の電圧電流リサージュ図から $400\text{Hz}\sim 10\text{kHz}$ の周波数範囲において、けい光ランプ負荷が等価的に一定抵抗とみなすことができることを示し、この仮定を用いてサイリスタインバータ形昇圧点灯回路の等価回路と方程式を誘導し、その定常状態の解を求め、計算値と実験値との対比からこの仮定の妥当性を証明し、数値計算によって昇圧条件と昇圧領域、昇圧比、負荷特性など回路の諸特性を求めて動作の全貌を明らかにし、これらの資料は回路設計資料としても有用であることを述べている。

第5章では、サイリスタ昇圧点灯回路の設計について述べ、インバータ形の場合を例にとり、電子計算機援用計算法 (Computer Aided-Design, いわゆる CAD) の適用を試みている。まず設計に関する基本的な考え方として、安定な点灯動作条件 (十分な始動電圧を発生していること、放電灯の定格電力を消費していること、回路出力の $V-I$ 曲線の垂下特性が放電灯の $V-I$ 曲線のそれよりも著しくなることなど) が必要であることを明らかにしている。また第4章に示したけい光ランプ負荷を一定抵抗と仮定して得た等価回路の出力特性を規準化パラメータを用いて示している。これらの結果を利用して最適設計値を得る電子計算機プログラムを作成し設計を試みた結果、与えられた仕様に対する設計値は極めて短時間に得られ、その結果は試作実験結果とよく一致し、CADの適用は有効であることを明らかにしている。

第6章は結論であり、本研究により得られた主な成果を要約して述べている。

論文審査の結果の要旨

放電灯点灯装置の小形化、軽量化はその効率向上、取付け工事の容易化、さらに省エネルギー、省資源の観点からも強く要望されており、最近では半導体素子を利用した点灯装置の研究開発が広く行なわれている。本論文は半導体素子としてサイリスタを用いた2種類の新しい放電灯点灯回路を提案し、その回路の解析と設計に関して新しい手法を示すことにより、この分野の研究に多大の貢献をしたもので、得られた主な成果を要約すると次のとおりである。

1. 著者が提案したサイリスタ逆並列形昇圧点灯回路は、従来の回路方式に比べて小形軽量で、種々の型と容量の放電灯に適用できる万能性を持ち、かつ制御が容易であることなどの優れた特性をもっていることを示した。また実用化を目的とする実験回路によって具体的な実験データを得た。
2. 半導体素子を含む点灯回路は回路構成が複雑になり、また放電灯は非線形動作を行なうため、この放電灯点灯回路の解析は一般に困難であるが、著者はサイリスタ逆並列形昇圧点灯回路において放電灯とLバラストを一括して近似的に線形のRL直列負荷とみなすことができることを示し、またこの仮定の成立する範囲は、 110W けい光ランプ直列2灯の場合Lバラストの値が $600\text{mH}\sim 900\text{mH}$ であることを実験的に明らかにし、さらにこの範囲で本回路の解析を行なってその設計に役立つ基礎的資料を得た。
3. 直流電源で動作するサイリスタインバータ形昇圧点灯回路は、上記の逆並列形昇圧点灯回路が持っている特長のほかに、 $400\text{Hz}\sim 10\text{kHz}$ の高周波点灯が可能であり、さらに総合効率が改善されることを示

した。

4. $400\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$ の周波数範囲においてけい光ランプ負荷は近似的に一定抵抗負荷とみなし得ることを示し、この仮定を用いてサイリスタインバータ形昇圧点灯回路の等価回路を導いてその解析を行ない、無負荷時昇圧比、負荷時出力特性などの諸特性を求め、有用なる設計資料を得た。

5. サイリスタ昇圧点灯回路の設計に対して電子計算機援用設計法 (CAD) を導入し、インバータ形点灯回路を例にとり、その設計に関する基本的な考え方を述べ、与えられた仕様に対して自動的に最適設計値を求める電子計算機プログラムを作成した。そしてこの CAD を適用して得られた回路定数値を用いた試作回路の実験結果が計算値とよく一致することを見出した。

以上を要するに文論本はサイリスタを用いた放電灯点灯回路を新しく提案し、その点灯動作特性を解析し、さらにその設計法に関する研究を行ない、半導体素子を用いた放電灯点灯回路に関する基礎的な諸問題を論じ、この分野における多くの新しい知見を提供したものであって、学術上ならびに工業上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。