

氏名	榎見和孝 ます み かず よし
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第873号
学位授与の日付	昭和51年3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	シミュレーションによる放電灯点灯回路の解析に関する研究

(主査)
論文調査委員 教授 大谷泰之 教授 板谷良平 教授 卯本重郎

論文内容の要旨

本論文は照明工学分野において、種々の放電灯の点灯回路に容易に適用できる汎用性のある理論的解析法を確立し、種々の点灯条件と放電灯および点灯回路の電気的諸特性の関係を明確し、さらに点灯回路の小形軽量化、高効率化などの最適設計を行うことを目的としたもので、9章からなっている。

第1章では、放電灯点灯回路の理論的解析の必要性と従来の研究ならびに近似的解析法の問題点について論述し、研究の意義と目的を明確にしている。

第2章では、放電灯の電気的特性を表わす従来の微分方程式と定数決定法の問題点を明らかにし、放電灯を等価コンダクタンスで表わすと放電灯回路の方程式の導出が容易となることに着目し、放電灯の特性を等価コンダクタンスに関する時間的平衡式でモデル化するとともに、新しい定数決定法を提案している。さらに電子計算機シミュレーションにより、点灯回路の簡潔かつ精確な理論的解析を可能にしている。

第3章では、6種のモデル式を仮定し、水銀ランプ、高圧ナトリウムランプ、けい光ランプなどの場合について計算し、実測値との比較検討を行って、理論的解析に有効かつ簡略なモデル式を得ている。さらに放電灯の電圧および電流が変化した場合のモデル定数を明確にして解析に必要な基礎的資料を得ている。

第4章では、抵抗形点灯回路によって400W水銀ランプを点灯した場合について検討し、初期値の範囲と計算の収束速度の関係を明らかにしている。また放電灯の電圧、電流および電力の計算誤差の相関について考察し、モデル定数選定時に放電灯電圧の実効値と関連づけると計算誤差を1%以内にできることを示唆するとともに、第2章で提案したモデル定数決定法の有効性を確認している。

第5章では、遅相形点灯回路について解析し、電源電圧と放電灯電圧を種々選定した場合について考察し、点灯回路の小形軽量化と電気的諸特性の関係を明確にしている。

第6章では、進相形点灯回路について解析し、チョークコイルとコンデンサのリアクタンス配分と電気

的諸特性との関係を明確にするとともに、リアクタンス配分関係によって回路素子の皮相電力に最小値が存在し、小形軽量化の最適値が得られることを明らかにしている。

第7章では、チョークコイルに直列に双方向性サイリスタを接続して位相制御を行う半導体化点灯回路において、双方向性サイリスタの点弧角を調整して点灯回路の小形軽量化を企り、その電氣的諸特性を明確にするとともに、双方向性サイリスタに並列にチョークコイルを付加した場合の効果を明らかにしている。さらに電流変動率を設定値以下に制限する定電流制御回路のゲイン、制御の安定性などについて考察し、実用的な制御回路の設計条件を明確にしている。

第8章では、サイリスタまたは双方向性サイリスタと転流回路を用いて、直流電源または商用交流電源からの電流を直接高周波に変換して放電灯を高周波点灯する回路を提案し、転流回路および限流コイルなどの抵抗分把握と計算精度への影響、放電灯の周波数特性などについて考察するとともに、回路素子定数と諸特性の関係を明らかにし、この点灯回路の小形軽量化の最適設計値を得ている。なおまた状態変数法の適用について考察し、複雑な構成の点灯回路にも本解析法が適用可能であることを示している。

第9章では、結論として上述の研究成果の要点を明確にし、本研究により現在普及している点灯回路は勿論のこと、新しい半導体化点灯回路に関しても、回路素子定数と諸特性の関係などが、実際に放電灯を点灯することなく詳細に評価検討でき、その最適設計が可能であることなど多くの成果が得られたことを述べている。

論文審査の結果の要旨

照明工学分野において、放電灯点灯回路の理論的解析は放電灯の非線形特性のため複雑かつ困難であって、従来の解析方法は特定の回路にのみ適用され、また狭い範囲の点灯条件に限定しなければならず一般性に乏しいものであった。そのため各種の点灯回路に適用でき、広範囲にわたる諸特性の把握、評価検討が容易にできる理論的解析法が要望されている。本論文は、新しく放電灯を等価コンダクタンスで数式モデル化し、電子計算機シミュレーションにより各種点灯回路の統一的な理論的解析を可能にし、さらに点灯回路の小形軽量化と高効率化に関する多くの貴重な資料を提供したものであって、その主な成果は次の通りである。

1. 種々の放電灯点灯回路の理論的解析を進めるにあたり、放電灯を等価コンダクタンスで表わすことによって回路方程式の導出を容易にし、放電灯の数式モデルとその定数決定法を提案するとともに、電子計算機シミュレーションにより従来理論的に求めることが困難であった電氣的諸特性を詳細かつ精確に求める方法を確立した。

2. 6種類の数式モデルを提案し、水銀ランプ、高圧ナトリウムランプ、けい光ランプなどの点灯回路に適用した場合について検討して、誤差数%以内で実測結果とよく一致する簡略なモデル式を得た。さらに放電灯の電圧および電流が変化した場合のモデル定数の関係を明確にして理論的解析のための貴重な基礎的資料を与えた。

3. 遅相形および進相形点灯回路に関して、電源電圧と放電灯電圧の関係を種々選定した場合について、点灯回路の小形軽量化と電氣的諸特性、とくに放電灯電流の変動率と波高率の関係を明確にし、その

実用性について詳細な検討を行った。なお進相形ではチョークコイルとコンデンサのリアクタンス配分によって小形軽量化の最適設計値が得られることを明らかにした。

4. 半導体化点灯回路の位相制御形に関して、双方向性サイリスタの点弧角とチョークコイルや諸特性との関係を明らかにし、その小形軽量化について検討を行った。また双方向性サイリスタに並列にチョークコイルを接続した場合の効果を明らかにするとともに、電流変動率を設定値以下に制限する定電流制御回路について考察してその具体的設計条件を明確にして実用化を可能にした。

5. サイリスタまたは双方向性サイリスタと転流回路を用いて、直流電源または商用交流電源からの電流を直接高周波に変換し放電灯を高周波点灯するチョッパー形点灯回路を提案し、この点灯回路の小形軽量化の最適設計値を得た。

以上を要するに本論文は、放電灯の数式モデルを用いて計算機シミュレーションを行うことにより、放電灯点灯回路の理論的解析を簡潔容易にするとともに諸特性の詳細な検討を行い、現在普及している点灯回路は勿論のこと新しく提案した半導体化点灯回路など各種点灯回路の小形軽量化設計法に関する多くの新しい知見を提供したものであって、学術上、実際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。