

| | |
|--------------|---|
| Title | 照明点灯回路におけるアモルファスコア変成器の応用に関する研究 |
| Author(s) | 福原, 稔 |
| Citation | 大阪大学, 1994, 博士論文 |
| Version Type | |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/38568 |
| rights | |
| Note | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。 |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

| | |
|------------|---|
| 氏名 | 福原 稔 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士 (工学) |
| 学位記番号 | 第 1 1 0 9 5 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 6 年 2 月 18 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 2 項該当 |
| 学位論文名 | 照明点灯回路におけるアモルファスコア変成器の応用に関する研究 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 浜川 圭弘 (副査) 教授 小林 哲郎 教授 奥山 雅則 助教授 沼田 卓久 |

論文内容の要旨

本論文は、著者が松下電工株式会社に入社以来、長年にわたって続けてきた各種光源の固有の特性を活かす点灯回路の研究開発と、その回路の主要部品である変成器へのアモルファスコアの応用および同コアの経時変化と回路特性に及ぼす影響についての一連の研究成果をまとめたもので、本文 7 章からなっている。

第 1 章 序論

本章では、一般電力の約 20% を消費し、生産数量も年間 7000 万個に及ぶ普遍的な耐久消費材である照明機器についての本研究の背景、目的および意義について述べ、全体の概要と構成を明らかにしている。

第 2 章 照明点灯回路用 CAD 設計システムの開発

本章では、照明点灯回路の研究を進めていく上で、効率よく最適解を求めるための解析的アプローチに必要なエンジニアリング・ワークステーションを用いた、磁気部品を含む点灯回路のための総合 CAD 設計システムの開発について述べている。点灯回路では、ランプの始動時の過渡状態や HID ランプに見られる音響共鳴現象などの固有の現象や特性を追求する必要がある。また、回路の特性に大きい影響を与える変成器やインダクタを含む非線形回路素子の電気特性や損失、熱設計を精度高く行うために有効であることを示した。

第 3 章 蛍光灯共振型電子点灯回路とアモルファスコア変成器の応用

本章では、代表的光源としての蛍光灯電子点灯回路において、近年実用的に著しく検討の進んでいる各種の共振型点灯回路を解析的に検討した。ハーフブリッジインバータ共振型点灯回路の共振用インダクタについて、CAD 設計システムを用いて始動時の過渡現象を考慮しながら、アモルファスコアを使用して限界設計を行ったところ、フェライトコアの $1/2$ に小型化できることを示した。

第 4 章 高輝度放電灯 (HID ランプ) 電子点灯回路とアモルファスコア変成器の応用

本章では、まず HID ランプにおいて発生する高周波での音響的共鳴現象により放電アークが不安定になることを取り上げ、この共鳴現象を回避する方法と変成器の小型化について研究を行った。点灯回路としては、大きさ、効率や雑音等の点で有利な高周波 (数 10kHz) を用いながら不安定状態を発生せしめない方法として、高周波を重畳した

低周波の矩形波電流でランプを動作させる点灯回路について検討し、音響的共鳴現象の発生しない条件設定ができることを示した。その結果、4石フルブリッジ型チョッパインバータ点灯回路を得て実用化に到った。この回路においてCADシステムを利用してシミュレーションを行い、高周波成分抑制用インダクタにアモルファスコアを用いて限界設計を行ったところ、フェライトコアに比べて1/2の大きさにすることができた。

第5章 発光ダイオード(LED)点灯回路におけるアモルファスコア・カレントトランスの応用

本章では、アモルファス・カレントトランスを用いた通電検知用商用周波LED点灯回路において、CAD設計システムを用いてトランスの設計を行い回路解析を行った結果、実動作データとも良い一致をみることを示した。また、カレントトランスの磁気材料の飽和磁束密度と角型比がLED電流に関係することを見出し、フェライトコアのカレントトランスに比べて検知電流範囲を拡大できることを示した。

第6章 照明点灯回路用アモルファスコアの経時変化の予測とLED点灯回路へ及ぼす影響

本章では、アモルファスコアの経時変化について、結晶化に先立って発生する構造緩和による材料特性(保磁力)の経時変化について理論的考察を行った。その結果、飽和値を必要とせずエージング温度により低い実使用温度範囲での長時間経過後の保磁力を推定する数式を求めることができた。一方、アモルファス・トロイダルコアをキュリー温度以下で加熱エージングを行い、保磁力の変化を 10^4 時間にわたって求めたところ、対数時間に対して直線的に増加することが明らかになった。この値を先に求めた理論式にあてはめて検討すると 100°C 、 10^6 時間経過後の保磁力の増加は最大に見積もっても 15mOe となり、実用上大きい問題とならないことを明らかにした。また、商用周波における経時変化の予測も可能にした。この結果を第5章のLED点灯回路に適用して、長時間使用後の視認性への影響を予測し、実用上大きい変化のないことを確認した。

第7章 結論

本章では、第2章から第6章までの研究成果を総括し、本研究の結論について述べている。本研究を通して、照明点灯回路の固有の特性を追求する共に、主要部品である変成器にアモルファスコアを応用することを研究し、小型軽量で高性能の照明機器として実用化できる技術を開発することができた。

論文審査の結果の要旨

文明の進歩とともに日常生活の中でナイトライフの占める割合は日を追って伸びつつある。最近では、アメニティライフという言葉で代表される生活環境の改善とともに、多段調光器とかりモコン機能を備えたさまざまな照明機器が開発されている。ちなみに我が国の照明機器の総生産量は年間7000万個に達し、照明消費電力は一般電力需要の15~20%を占めるに至っている。こうした観点から、照明機器の高性能化と省エネルギー化は、我が国のエネルギー問題の重要課題の一つとも考えられる。本論文は、こうした課題技術研究の流れに沿って、照明用点灯回路のインバータ化とアモルファスコア変成器使用による高性能化と、低消費電力化をめぐる一連の研究をまとめたものである。

本論文では、まず照明点灯回路の磁気部品を含む総合CADシステムの開発を行ない、回路の動作特性に与える変成器を含む非線形回路素子の望ましい電気的特性について研究し、点灯回路の損失ならびに熱設計をめぐる最適化を行なった。次いで、蛍光灯電子点灯回路に用いる共振用インダクタとして、アモルファスコアを用いた場合の限界設計を上記したCADシステムを駆使して行ない、その最適設計条件を確立した。その結果、従来、低電圧配電下での蛍光灯においては、動作の不安定性から実用化されなかった調光機能についても、2共振型調光点灯回路を開発し、安定に動作する調光技術を確立した。また、アモルファスコアを用いることによって、従来のフェライトコアを用いた場合と比べて変成器のコア体積が約1/2、重量が70%となり、小型化・軽量化に成功するとともに過渡特性などの高性能化と安定化技術を確立した。

最近、屋外照明用として高輝度放電灯(HIDランプ)の需要は増すばかりである。本文第4章では、このHIDランプ電子点灯回路をめぐる高性能化について論じている。HIDランプは、アーク放電を用いるため、その点灯時に

において高周波での音響的共鳴現象が誘起され、このため雑音を発生したり、有害電波の発生が問題とされてきた。本研究では、まずこの音響的共鳴現象を抑制する一連の研究を行なった。その結果、高周波を重畳した低周波の矩形波電流でランプを動作させる点灯回路を開発し、4トランジスタフルブリッジ型インバータ式チョッパ点灯回路を開発し、その実用化技術を確立した。この回路設計についても、上記CADシステムを用いてシミュレーションを行ない、高周波制御用インダクタとしてアモルファスコアを用いて最適設計を行なった結果、完全に音響的共鳴現象を取り去り、かつ、安定に動作する電子点灯回路を完成することに成功した。尚、この点灯回路についても、従来のフェライトコア使用の場合に比べて1/2の大きさになり、小型化・軽量化技術を確立している。

次に、アモルファスカレントトランスを用いた通電検知用LED点灯回路について系統的な研究を実施した。この点灯回路についても、まず、上記したCAD設計技術を用いて動作特性のシミュレーションを行ない、その結果を用いて点灯回路を製作し実験的研究を行なった。研究の途上、カレントトランスの飽和磁束密度とヒステリシス曲線の角形比がLEDの発光特性と密接に関係することを見だし、その原因を解明するとともに、従来のフェライトコアカレントトランスに比べて大幅に検知電流範囲を拡大できる回路技術を確立した。さらに、アモルファスコアの経時変化について一連の研究を行ない、アモルファスコアの熱的ならびに時間的構造緩和に関する材料的研究を行なった。その結果、アモルファストロイダルコアをキュリー温度以下で加熱エージングを行ない、保磁力の時間的変化とエージング温度との関係を求め、その結果について理論的な考察を行なった。こうした一連の研究の結果、実使用温度範囲で 10^6 時間経過後の保磁力の増加を求めたところ、15ミリエルステッド程度であることを明らかにし、アモルファスコアの耐久性をめぐる実用化技術に関する基礎データを提供し、本研究で行なった新技術の信頼性に関する技術を確立した。

以上述べたように、本研究は蛍光灯ならびにHIDランプの電子化点灯回路の高性能化により、照明工学と省エネルギー化技術の進歩に貢献するところが大きく、博士（工学）論文として価値あるものと認める。