

氏名	渡邊良男 わたなべよしお
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第2060号
学位授与の日付	昭和62年5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	マルチアーク放電とその電球形蛍光ランプへの応用に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 板谷 良平 教授 高木 俊宜 教授 林 宗明

論文内容の要旨

本論文は、電球に代わる蛍光ランプを開発する目的で着手した同軸二重管形放電管の研究中に見出された、間欠的並列放電現象に関する物理的機構の解明、並びにこの現象を電球形蛍光ランプに応用する場合の諸問題についてまとめたもので、序論を含め7つの章から成っている。

序論は、本研究の動機となった電球形蛍光ランプ開発の社会的背景、研究課題、他の形式と本研究の中心であるマルチアーク放電との関係を述べ、本研究の目的、社会的意義を説いている。

第1章は、著者が発見した、マルチアーク放電の概要を説明している。即ち、マルチアーク放電が可能となる放電管の構造（同軸二重管形放電管、或いは分流形放電管）と放電の姿態の全体像を述べ、陽極の数と放電のモードとの関係を実験的に調べ、陽極数6までは安定な放電が得られるが、基本モードを持つのは陽極数が5迄であり、陽極振動と放電の光条とが対応することを示している。

第2章はマルチアーク放電が形成される機構について述べたものである。即ち、通常の放電では負特性を示すため、特別な制御回路なしでは、並列の放電路を形成することは不可能であるのに対して、分流形放電管では、正特性を持つが故に、間欠的並列放電と呼ぶことが出来るマルチアーク放電が可能となり、この正特性が、隣接した放電路間に生じる粒子拡散による結合と、陽極振動に同期した放電路の間欠的形成との両方の効果によることを実験的に示すとともに、放電のモデルを作り、計算した結果と比較している。

第3章では、マルチアーク放電の主体である、放電電流の振動現象について、その発生原因、振動機構、および、複数の陽極が存在する場合における過剰電離の様相について、その機構を調べている。

第4章では、マルチアーク放電が安定に形成され、持続される条件を検討している。まず、マルチアーク放電が、揺らぎなしに安定に持続する為の、内管先端部の形状を実験的に求め、次に陽極振動を安定化する為には、陽極近傍の絶縁物との位置関係が重要な役割を果たしていることを見出している。また、封入する希ガスの種類については、ヘリウムを除けば、何れもマルチアーク放電が安定に形成されることを実験的に確かめている。

第5章では、本形式の放電管を、照明用光源として開発するに必要な事項について、検討を加えた結果について述べている。即ち、効率の向上に有効な項目として、封入する希ガスの種類、陰極近傍の水銀蒸気圧の制御、放電管構造ならびに蛍光体の塗布方法、カタホレシス等、を挙げ、それぞれの改善限度を評価している。

第6章は、分流形放電管に適した放電回路に関する検討結果を述べている。従来の蛍光ランプでは、コンデンサ安定器は使用出来ないが、本マルチマーク放電では、コンデンサ安定器が使用可能であるため、他の方法に比べて軽量化が可能であることを示し、さらに速時始動回路を考察して、その動作を確認している。

論文審査の結果の要旨

蛍光ランプは発光効率が電球に比べて3倍程度高いが、その形状が直線状或いは環状であるために、照明のデザイン上、制約を受ける場合が多いので、効率が低いものにも拘らず白熱電球が賞用される場合が多い。その為、電気エネルギーの有効利用の観点から電球形蛍光ランプの開発が進められているが、そのいずれも直管の蛍光ランプを折曲げて見掛け上電球形にしているに過ぎない。本論文は、従来のものとは異なった電球形蛍光ランプ開発の途上に発見された新しい放電形式即ち、マルチアーク放電について、その発生機構並びに特性を解明し、さらに、これを電球形蛍光ランプとして応用する目的で行なわれた研究をまとめたものであって、得られた成果は下記の通りである。

1. マルチアーク放電なる新しい放電形式の存在を始めて明らかにした。即ち、同軸的に折り返した構造の放電管(同軸二重管)で、内管に共通の陰極を備え、外管と内管の間に複数の陽極を持つ場合、間欠放電が外部回路の助けなしに規則的に起こり、しかも、その放電路を順次規則的に移動して行く現象である。水銀と希ガスの混合気体の低圧放電に関しては、既に多くの研究が行なわれているが、この様な放電の形式は、これ迄全く知られておらず、低圧放電の形態に一つの知見を加えた。

2. マルチアーク放電の特性を明らかにした。即ち、この放電形式は、2つ以上6つ以下の陽極数の時に安定に出現するが、各放電路の電流が等しい場合は、陽極数が5つ以下の場合に限られること、この場合、放電路の移動のパターンは、陽極の数に対応して決まるが、これらの振舞は4つの規則に集約されること、などを見出した。

3. マルチアーク放電の発生機構を解明した。即ち、陽極振動と同期した、間欠放電による放電電流の高周波成分と、放電路間の粒子の拡散による結合とによって、放電管の電流電圧特性が正特性を示すために、並列放電が可能となることを解析的、並びに実験的に示した。さらに、陽極振動による過剰電離とこれによって作られたイオンの拡散による放電路のインピーダンス変化とによって上記の規則性が得られることを導いた。

4. マルチアーク放電と密接に関係する陽極振動の挙動について、等価回路と粒子モデルと対応させ、等価回路に物理的意味を与えると共に、希ガスの種類を変えた実験を行ない、定量的に多くの知見を得た。

5. 放電管内管の開口部の形状、内管と外管との間隔並びに陽極の位置の選定により、ゆらぎのない安

定なマルチアーク放電の実現に成功した。

6. 本放電形式を電球形蛍光ランプに適用し、また、これに適したコンデンサー安定器の検討を合わせ行ない、軽量の電球形蛍光ランプを開発した。

以上要するに、本論文は、電球形蛍光ランプの開発を目的とした同軸二重管構造の放電管の研究の途上で発見されたマルチアーク放電の特性を調べ、発生機構を解明し、その安定化の方策を示し、さらに電球形蛍光ランプに適用するに際して多くの有用な知見を得ており、学術上實際上寄与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。

また、昭和62年1月7日、論文内容とそれに関連した事項について試問した結果、合格と認めた。