

氏名	井上昭浩 いの うえ あき ひろ
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第1595号
学位授与の日付	昭和58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	メタルハライドランプの始動に関する研究

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、最近、高効率高演色光源として普及しつつあるメタルハライドランプが、開発当初において重大な技術的課題であった放電開始特性の不整を克服するために行った研究をまとめたものであって、6章から成っている。

第1章は序論であって、先ず研究の対象とするメタルハライドランプの開発の経緯を述べて、そこに含まれている技術的課題を紹介し、なかでもランプの始動に関わる問題点を挙げ、本研究の目的並びに意義を明らかにしている。

第2章は、メタルハライドランプの放電開始の時間的遅れと放電開始電圧のバラツキについて、これらを放電の統計的時間遅れに依るものとして取扱い、放電開始電圧 V_s 、平均初期電子束 Q 、1個の初期電子の放電開始確率 P 、および直線上昇電圧に対する放電開始確率 $D(V)$ の関係をタウンゼントの理論に基づいて解析するとともに、実際の放電灯について実験を行い、始動特性の良否の判定には V_s のみならず PQ を用いる必要があることを示している。さらに PQ と放電開始の遅れ時間との関係を明らかにし、これから、放電開始の為のパルス電圧波形には、電圧の大きさよりも時間巾の方がより効果的であることを述べている。また、以上の結果を適用して、陰極材料、封入物質の始動特性に与える影響を評価している。

第3章は、放電灯の放電開始後、グロー放電からアーク放電に移行し、放電灯として安定な動作に至る過渡現象について理論的検討を加えて、グローアーク転移エネルギーが始動に対する電極の性能を評価する指数となることを示し、この転移エネルギー測定装置を考案し、最小転移電力を測定することによって点灯回路の設計指針を与えるとともに、メタルハライドランプの電極構造と電子放射体材料について評価している。

第4章は始動特性に及ぼす不純物気体の影響について、電離気体中の電子のエネルギー損失の観点から検討を加え、不純物の種類によるエネルギー損失率を測定している。一般に、不純物は直接の電子衝突損失を増加させるが、放電開始時にあっては、ペニング効果の脱励起が、またグロー陽光柱にあっては水銀

の累積電離に対する脱励起がそれぞれ支配的過程となり、ハロゲン化物の電子付着は通説に反して支配的過程でないことを述べている。さらに、電子エネルギー損失増加率の理論から始動電圧と不純物濃度の関係を求め、この方法により、点灯中の不純物濃度変化を測定するとともに、不純物除去の具体的方法を提案し、その効果を示している。

第5章は、始動後における再点弧電圧について立消え防止の立場からその機構を研究し、不純物に起因することを明らかにするとともに、これを抑制するに有効な方法を述べている。

第6章は結論であって、本研究の成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

メタルハライドランプは、高圧水銀灯に Tl, Na, In または Sc, Na, あるいは Dy, Tl, In などの沃化物を添加した放電灯である。ランプ効率のみならず演色性が高圧水銀灯に比べて格段と秀れているため、最近、普及の度合を一段と早めており、屋外照明のみならず屋内照明にも用いられようとしている。さらには添加物を替えることによって紫外光源としても利用されている。しかし、沃化物の封入に伴って水分を始めとする不純物の混入は避けられず、これがメタルハライドランプの色の不整、働程の不安定さらには寿命の短縮などの原因となっているが、それにも増して放電開始特性の不整、劣化に対する影響が著しく、ランプの始動特性の改善が強く望まれていた。本論文は、メタルハライドランプの始動の機構と、それに関与する諸要因について定量的検討を加え、始動特性改善の方策をまとめたものであって、得られた成果の主なものは次の通りである。

1. メタルハライドランプの放電開始電圧のばらつき、放電開始の時間遅れおよび初期電子放出数並びにその放電確率の間の関係を理論的並びに実験的に検討し、放電確率分布の測定から静的放電開始電圧と初期電子放出数とを求めることができ、これらの値によってランプの放電開始特性の良否の判別が可能であることを示した。

2. ランプの放電開始後のグローアーク転移の難易が、電極に注入される電力の臨界値によって決まることを理論的並びに実験的に検討し、最小転移エネルギーおよび転移温度を測定した。これによって、電極構造並びに電極材料の良否を定量的に評価できるようになり、電極の設計指針を明らかにした。また、十分な転移エネルギーを放電灯に与えるための点灯回路条件を求め、グロー放電電圧が低い程転移が容易となることを明らかにした。

3. 始動特性に対する不純物気体の影響を定量化するために電位傾度と電子エネルギー損失の関係を解析し、この電子エネルギー損失増加率は損失の機構の如何にかかわらず不純物相対濃度に比例することを理論的、実験的に確立した。この方法は不純物の非破壊測定法として有効である。

4. 種々の混合ガスに対して混合比を変えて電子エネルギー損失増加率を測定することにより、不純物が放電開始に及ぼす作用については、ペニング効果を示す混合気体では脱励起、それ以外の気体では電子衝突が支配的過程であり、陽光柱損失に対しては、水銀を含む場合には累積電離に対する脱励起、水銀を含まない場合には直接電子衝突が支配的であって、電子付着は損失の支配的過程ではないことを明らかにした。

以上要するに、本論文は、水銀灯に比べ著しく劣悪であったメタルハライドランプの始動特性の改善について、始動機構を解析し、実験と定量比較することによって評価パラメータを確定し、これに基づいてメタルハライドランプの設計及び検査基準を明らかにしたもので、学術上、工業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。