

1. まえがき

光源は、炭素電球から始まり、水銀ランプ、蛍光ランプ、ハロゲン電球、メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプが研究開発され実用化されてきました。さらに水銀灯安定器適合形メタルハライドランプ、水銀灯安定器適合形高圧ナトリウムランプが実用化さ

れ、水銀灯用安定器で種々のランプが点灯できるようになりました。最近ではさらに効率の良いもの、色の見え方の良いものが求められています。

例えば蛍光ランプでは、省エネルギー形ランプ、高演色性形(3波長形)蛍光ランプ、さらには高周波点灯専用蛍光ランプが開発され一般照明に需要が拡大されています。

高圧ナトリウムランプ、メタルハライドランプなどのHID(High Intensity Discharge)光源も新技術の開発が行われています。

今回は、最近の光源として低パルス始動形高圧ナトリウムランプ、セラミックメタルハライドランプ、無電極ランプについて解説することにします。

基礎講座

最近の新しい光源

2. 低パルス始動形ランプ

高圧ナトリウムランプ(HPSL)は高効率が特徴で、我が国においては主に水銀灯安定器で点灯可能になっています。HPSLの始動(点灯させる)には3,000V程度のパルス電圧を必要とするため、ランプには始動器を内蔵している必要があります。始動器は機械的なスイッチ(バイメタルスイッチ)を用い、その動作によって安定器に流れる電流を切り切りすることでパルス電圧を発生しています。従来のHPSLの場合、時には5,000V程度のパルス電圧を発生する事がありました。

水銀灯安定器の耐電圧特性(絶縁性能)は交流1,500Vに耐える事(JIS-C8110)となっています。すなわちピーク電圧では2,100V程度になります。もちろん安定器に5,000Vのパルスがかかったとしても直に絶縁

不良が起こるわけではありません。しかし安定器不良を防ぐ為にはランプが不点灯で始動器だけが動作している場合には、直に電源を切り、新しいランプと交換していただく事が必要でした。実際には道路やトンネル照明など、ランプが異常を起こしてもすぐには交換できない場所があります。

そこで開発されたのが2,100V以下の低いパルスでも始動する(低パルス始動形)HPSLです。始動器の種類は電子式や機械式等、各社異なってはいますが2,100V以下のパルスしか発生しない始動器と、その電圧でも確実に始動するランプとなっています。ここでは電子式の始動器を内蔵したHPSLをご紹介します。

始動器として非線形コンデンサと半導体スイッチにより電流のON/OFFをすることでパルスが発生し

機械式では出来なかったパルス高さや発生位相のコントロールができるようになりました。図-1にパルス電圧波形を示します。またランプに異常が起き始動しなくなった場合には、一定時間(5分程度)経過後パルス発生を止める事ができます。この事で安定器故障を低減でき、メンテナンスコストが大幅に軽減できるようになりました。

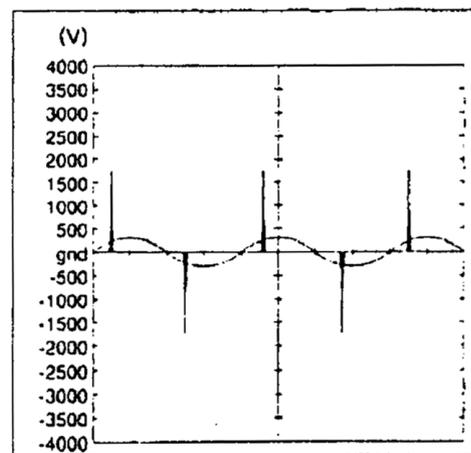


図-1 電子式始動器を内蔵したランプの発生パルス電圧波形

3. セラミックメタルハライドランプ

近年、屋内照明分野を中心に、発光管に透光性アルミナを用いたセラミックメタルハライドランプが商品化されています。

セラミックメタルハライドランプの構造の一例を図-2に示します。

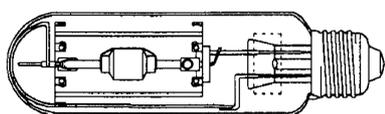


図-2 セラミックメタルハライドランプの構造例

ガラスバルブ内にセラミック製の発光管が内蔵され、発光管の両端部には一对の電極が接続されています。また、発光管の内部には、始動用ガスと発光物質としてのメタルハライドが水銀とともに封入されています。発光管がセラミックで構成されていることから従来の石英ガラス製発光管に比べて封入物との反応性が少ないため高負荷設計ができ、成形加工が容易にできるため形状のバラツキが少ない。等の優れた特徴を有しています。

このことから、高演色・高効率・長寿命なランプ特性を実現でき、寿命中の特性変化(特に色シフト)を抑制でき、ランプ個々の特性バラツキが少なくなる等の優れた特性を実現できます。

表-1に現在商品化されているセラミックメタルハライドランプと従来の石英ガラス製発光管メ

表-1 特性比較

品番	発行管材質	全光束(ℓm)	効率(ℓm/W)
MT150E-WW/PG	石英	12,000	80
MT150CE-WW/PG	アルミナ	13,500	90

表-2 特性比較

方式	周波数	ランプ電力	全光束	ランプ効率	色温度	平均演色評価数
誘導結合形	13.56MHz	400W	72,000 ℓm	180 ℓm/W	5,000K	74

ルハライドランプの特性比較(150Wクラス)を示します。この例の場合は、効率で約10%の向上を実現しています。

今後も色々な分野において、高効率・長寿命の特性を活かしたセラミックメタルハライドランプの新品が開発されていくことが期待されています。

4. 無電極ランプ

白熱電球はガラスバルブの中に通電によって白熱状態になって光を放つフィラメントがあります。また、蛍光ランプやHIDランプのような放電灯は、バルブ内に一对の電極があって、電極の間で放電を起こすことで光を発生させます。これに対して、無電極ランプはバルブの中に電極が無く、高周波の電磁界を外から加えることで放電させるランプです。原理は昔から知られていましたが、高周波を発生させる電子回路の技術進歩により、最近になって実用化が進み、新しい光源として注目されています。

どなたも、ランプの端が黒くなって、明るく点灯しなくなった蛍光ランプを見かけたことがあると思います。このように寿命になった蛍光ランプは、電極が消耗してしまっただけの電子を出せない状態になったものです。電極を使わない無電極ランプは、電極が消耗して寿命が尽きてしまうことがありませんので、例えば60,000時間といった長寿命ランプが実現できます。

60,000時間の寿命とは、1日8時間点灯した場合20年間切れないということです。

メタルハライドランプは、発光に役立つ物質をバルブ内に封入することで効率や光色を向上させています。ところが、発光性能のよい物質は、金属との反応を起こしやすいものが多く、従来のランプでは使える物質に制約がありました。これに対して無電極ランプでは電極がありませんので、使える物質に制約がなく効率や光色を向上させるための選択肢を広げることができます。

効率の高いランプとして、オレンジ色の光の高圧ナトリウムランプがよく知られていますが、効率はおよそ140 ℓm/Wです。無電極ランプでは、白色の光で180 ℓm/Wと、一挙に30%近い効率向上ができた例があります。

表-2に特性例を示します。

また、色の見え方を表す平均演色評価数98が得られたという報告もあります。

蛍光ランプ形の無電極ランプは、長寿命を活かして、施設用の照明器具に組み込まれて市販されるようになりました。蛍光ランプより大光量が得られるHIDランプでは、特殊な例を除いてまだ商品にはなっていません。優れた特徴をもった21世紀の明かりとして今後の発展が期待されています。