

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4062234号
(P4062234)

(45) 発行日 平成20年3月19日(2008.3.19)

(24) 登録日 平成20年1月11日(2008.1.11)

(51) Int.Cl.

H01J 61/88 (2006.01)
H01J 61/20 (2006.01)

F 1

H01J 61/88
H01J 61/20C
D

請求項の数 1 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2003-367098 (P2003-367098)	(73) 特許権者	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成15年10月28日 (2003.10.28)	(74) 代理人	100097445 弁理士 岩橋 文雄
(65) 公開番号	特開2005-135597 (P2005-135597A)	(74) 代理人	100109667 弁理士 内藤 浩樹
(43) 公開日	平成17年5月26日 (2005.5.26)	(74) 代理人	100109151 弁理士 永野 大介
審査請求日	平成18年10月10日 (2006.10.10)	(72) 発明者	▲高▼橋 清 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
早期審査対象出願		(72) 発明者	打保 篤志 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】メタルハライドランプとそれを用いた点灯装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透光性セラミックから形成された発光管と、
一対の対向する電極と、

前記発光管に封入された、Ce (セリウム) のハロゲン化物とNa (ナトリウム) のハロゲン化物とCa (カルシウム) のハロゲン化物との封入物と、を備えたメタルハライドランプであって、

前記発光管の内径をD (mm) 、前記電極の先端間距離をL (mm) とした場合に、L / Dは、

【数 1】

10

$$4 \leq L / D \leq 10 \quad \dots \text{ (式 3)}$$

の関係を満たし、

前記Caのハロゲン化物の封入量をH_{ca} (mol) 、前記Ceのハロゲン化物の封入量をH_{ce} (mol) とした場合に、H_{ca} / H_{ce}は、

【数2】

$$0.4 \leq H_{ca} / H_{ce} \leq 1.5 \quad \cdots \text{ (式2)}$$

の関係を満たし、

前記封入物のうち、前記Caのハロゲン化物以外のハロゲン化物の総封入量をH_t(m^{0.1})とした場合に、H_{ca}/H_tは、

【数3】

$$0.03 < H_{ca} / H_t < 0.3 \quad \cdots \text{ (式4)}$$

の関係を満たす、メタルハライドランプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、屋外照明や高天井照明などに用いられるセラミック製発光管のメタルハライドランプに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、メタルハライドランプの発光管材料として、セラミックを用いたセラミックメタルハライドランプの開発が盛んである。セラミック製の発光管は、石英製の発光管と比較して、発光材料との反応が少ないという特徴がある。

【0003】

この特長を生かして、石英との反応が比較的大きく、石英製の発光管では使用が困難であったハロゲン化物を使ったセラミックメタルハライドランプが検討されている(以降、セラミックメタルハライドランプのことを単に「メタルハライドランプ」と称する)。

【0004】

セラミック製の発光管を用いたメタルハライドランプのうち、発光管内にCe(セリウム)を含んだメタルハライドランプがある(例えば、特許文献1)。このメタルハライドランプは、セラミック製の放電管内にCeとNa(ナトリウム)のヨウ化物を含み電極の先端部の間隔をEA、放電管の内径をDiとしたとき、EA/Di > 5である構成を開示している。特許文献1によると、上記構成によって発光効率110~177L PWで、演色評価数Raが45~64のランプが得られることが記載されている。ここで、「L PW」とは、「lumen per Watt」の略であり、「lm/W」のことである。このメタルハライドランプは、比較的高い発光効率を得ているものの、光色が緑に偏りやすく、色の見え方を評価する演色評価数Raも低い値を示している。

【0005】

また、演色性を改善する手段として、発光管内に希土類金属とCa(カルシウム)を含んだメタルハライドランプがある(例えば、特許文献2)。特許文献2には、セラミック製の放電容器内に水銀の他に、Na(ナトリウム)、Tl(タリウム)、Dy(ジスプロシウム)およびHo(ホルミウム)の要素の少なくとも1つの要素のハロゲン化物を有し、前記ハロゲン化物の全モル量の30から50%の間にあるモル量のCaI₂(ヨウ化カルシウム)を有する。この構成によって、再点火電圧とアーク電圧との比である波高率が低くなることが記載されている。

【特許文献1】特表2000-501563号公報(第8-9ページ)

【特許文献2】特表2000-511689号公報(第6-8ページ)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0006】

しかしながら、特許文献1の技術と特許文献2の技術とを組み合わせ、セリウムとナトリウムとカルシウムのハロゲン化物を様々な縦横比を持つセラミック製の発光管内に封入したメタルハライドランプを試作したところ、点灯中にセラミック製の発光管の一部にクラックが入りリークしてしまい、不点になる問題が発生することが新たにわかった。

【0007】

現在商品化されているナトリウム(Na)、タリウム(Tl)、ジスプロシウム(Dy)およびホルミウム(Ho)などを含むセラミック製の発光管を用いたメタルハライドランプでは、このような発光管にクラックが発生する現象は見られていない。この現象は、Ceのハロゲン化物とNaのハロゲン化物とにCaのハロゲン化物(例えばCaI₂)を含んだ場合に顕著に発生している。10

【0008】

本発明は上記課題に気づいてなされたもので、本発明の目的とするところは、点灯中にクラックが生じない、セラミックから形成された発光管にCeのハロゲン化物とCaのハロゲン化物とが封入されたメタルハライドランプとそれを用いた点灯装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記課題を解決するために、本発明のメタルハライドランプは、透光性セラミックから形成された発光管と、一対の対向する電極と、前記発光管に封入された、Ce(セリウム)のハロゲン化物とNa(ナトリウム)のハロゲン化物とCa(カルシウム)のハロゲン化物との封入物と、を備えたメタルハライドランプであって、前記発光管の内径をD(mm)、前記電極の先端間距離をL(mm)とした場合に、L/Dは、20

【0010】

【数1】

$$4 \leq L/D \leq 10 \quad \cdots \text{ (式3)}$$

30

【0011】

の関係を満たし、前記Caのハロゲン化物の封入量をH_{ca}(mol)、前記Ceのハロゲン化物の封入量をH_{ce}(mol)とした場合に、H_{ca}/H_{ce}は、

【0012】

【数2】

$$0.4 \leq H_{ca}/H_{ce} \leq 1.5 \quad \cdots \text{ (式2)}$$

【0013】

の関係を満たし、

【0014】

前記封入物のうち、前記Caのハロゲン化物以外の総封入量をH_t(mol)とした場合に、H_{ca}/H_tは、40

【0015】

【数3】

$$0.03 < H_{ca}/H_t < 0.3 \quad \cdots \text{ (式4)}$$

【0016】

の関係を満たす。

【0019】

の関係を満たすことが好ましい。50

【0023】

好適な実施の形態として、本発明は、前記発光管の外に設けられた、硬質ガラス製の外管を更に備え、300Kにおいて、前記外管の内側と前記発光管の外側の空間の気圧が、 5×10^{-4} (Pa) 以下である。

【0024】

また、好適な実施の形態として、本発明は、前記発光管の管壁負荷（単位発光管内表面積あたりの定格消費電力）が、28～33 (W/cm²) である。

【0025】

本発明のメタルハライドランプの点灯装置は、前記メタルハライドランプと、前記メタルハライドランプの定格電力の25%から100%までの電力で前記メタルハライドランプを調光点灯する点灯回路とを備える。 10

【0026】

また、本発明の前記点灯回路は、前記メタルハライドランプを100Hzから500Hzの略矩形の電流で点灯する電子安定器である。

【発明の効果】

【0027】

本発明は、透光性セラミックから形成された発光管と、一対の対向する電極と、発光管に封入されたハロゲン化物とを備えたメタルハライドランプにおいて、発光管の内径をD (mm)、電極の先端間距離をL (mm)とした場合に、 L/D を4以上10以下とし、Caのハロゲン化物の封入量をH_{ca} (mol)、Ceのハロゲン化物の封入量をH_{ce} (mol)とした場合にH_{ca}/H_{ce}を0.4以上1.5以下とすることによって、クラックを抑制し、かつ、ランプ効率を向上させることができる。更に、前記Caのハロゲン化物以外のハロゲン化物の総封入量をH_t (mol)とした場合にH_{ca}/H_tを0.03よりも大きく0.3よりも小さくすることによって、調光したときに色変化を少なくすることができる。 20

【発明を実施するための最良の形態】

【0028】

以下、発明の実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。なお、本発明は以下の実施形態のみに限定されるものではない。 30

【0029】

(実施の形態1)

図1は、本実施の形態のメタルハライドランプ10の部分断面図を示す。メタルハライドランプ10は、発光管20と、発光管の外に設けられた外管11と、外管11にはめ込まれた口金12とに構成が大きく分かれれる。

【0030】

外管11は、略球形状であり、硬質ガラスであるホウケイ酸ガラスからなる。外管11の内側と発光管20の外側との空間の気圧は減圧状態であり、300Kで 1×10^{-4} (Pa) である。

【0031】

口金12は、ニッケルまたは軟鋼で形成された引き込み電極ワイヤ14および15が電気的に接続されている。ワイヤ14とワイヤ15とは、ホウケイ酸ガラス製のフレア16の中を貫通して接続されている。フレア16は、口金12の位置に配置され、発光管20の長軸方向の中心軸(図1の破線104)に沿って外管11の内部へと延びている。 40

【0032】

中心軸104と平行なワイヤ15の部分は、ランプの動作時に、ワイヤ15の表面から光電子が発生しないように、酸化アルミニウムセラミックチューブ18内を通っている。また、ワイヤ15の中心軸104と平行な部分には、ガス不純物を補足するゲッター19が支持されている。

【0033】

10

20

30

40

50

また、ワイヤ14とワイヤ15とのそれには、発光管20から取り出された一対のリード線26に溶接され、発光管20がワイヤ14とワイヤ15とで固定されている。

【0034】

また、ワイヤ15の先端(図1中の口金12と反対方向の端)はリング状になっており、外管11に設けられた凹部にかみ合い、固定されている。

【0035】

続いて、発光管20について、図2を利用して詳細に説明する。

【0036】

発光管20の拡大断面図を図2に示す。発光管20は、封入物を封入して発光空間(または、「放電空間」とも呼ぶ)となる発光管中央部25と、一対の円筒形状のチューブ21とを有する。チューブ21は、発光管中央部25の2つの開口端部それぞれ対応する端部に焼き嵌めされている。10

【0037】

発光管20は、透光性のセラミックから構成される。本実施形態では多結晶のアルミニナからなる。なお、発光管20は、イットリウム・アルミニウム・ガーネット(いわゆるYAG)、窒化アルミニウム、イットリア、ジルコニアなどから選択された材料より構成されてもよい。

【0038】

発光管中央部25は、円筒形状の第1円筒シェル部分101と、両端部に設けられた極めて小さい直径を有する円筒形状の第2円筒シェル部分102と、第1シェル部分101端部と第2シェル部分102の端部とを結合して発光空間を形成する円錐シェル部分103を有している。20

【0039】

発光管中央部25の発光空間には、タンゲステンからなる主電極31とタンゲステンからなる電極コイル32とが溶接によって一体化された一対の電極の一部が配置されており、電極コイル32は発光空間内で対向するように配置されている。

【0040】

主電極31のそれぞれの一端にはモリブデンからなる一対の引き込みワイヤ29がそれぞれ接続しており、それぞれの引き込みワイヤ29はチューブ21内に配置されている。

【0041】

また、それぞれの引き込みワイヤ29の主電極31の接続された一端とは反対側の他端には、ニオビウムからなる一対のリード線26が接続されており、リード線26は発光管20の外部に取り出されている。さらに、リード線26は、チューブ21の熱膨張特性と比較的近い熱膨張特性を有するガラスフリット27で封着されている。また、一方のリード線26は、ワイヤ14に溶接され、他方のリード線26は、ワイヤ15に溶接されている。これらの溶接により、発光管20は、ワイヤ14およびワイヤ15に配置且つ支持される。

【0042】

上記構成によって、口金12から投入される電力は、ワイヤ14およびワイヤ15とを通って発光管20へと提供される。40

【0043】

なお、リード線26の直径は、典型的には0.9mmである。また、主電極軸31の直径は、典型的には、0.5mmである。

【0044】

本実施形態では、一対の対向した電極の先端間距離Lは3.2mmであり、電極の先端間の中央に位置する発光管中央部25の発光管中央部25の内径Dは4mmである。すなわち、 $L / D = 8$ である。また、電極が挿入された場合の実質的な発光管25の内容積は、約0.45ccである。また、発光管20の管壁負荷は、約20~35W/cm²である。

【0045】

10

20

30

40

50

ここで、発光管20に封入する封入物として、セリウム(Ce)のハロゲン化物であるヨウ化セリウム、ナトリウム(Na)のハロゲン化物であるヨウ化ナトリウム、カルシウム(Ca)のハロゲン化物であるヨウ化カルシウムとを使用し、それぞれの封入量を変化させたものを試作(サンプル1~15)した。さらに発光管20内には、室温で約20kPaの圧力でキセノン(Xe)ガスが封入されている。なお、サンプル1~15では、ヨウ化ナトリウムを3~12mg封入し、ヨウ化カルシウムとヨウ化セリウムとのモル比を0から18.0まで変化させた。この時、ヨウ化セリウムは、0~4mg、ヨウ化カルシウムは0.5~15mgの間で封入量を変化させてある。

【0046】

本実施形態のメタルハイドランプを電子安定器で点灯し、定格電力150Wで周波数150Hzの矩形波の交流電流で点灯させ、一定のON/OFFサイクルで繰り返しながら点灯試験を行った。

【0047】

点灯試験評価の結果、点灯中に発光管中央部25の端部付近にクラック発生し、リークした結果、不点になるメタルハイドランプがあることがわかった。

【0048】

その結果を図3に示す。図3の表は、それぞれに試作品の発光管20に封入するヨウ化セリウムのモル数をH_{ce}、ヨウ化カルシウムのモル数をH_{ca}とした場合のH_{ca}/H_{ce}、封入されたハロゲン化物の総封入量(mg)、クラックの有無、演色評価数Raとを示す。

【0049】

図3の結果からわかるように、H_{ca}/H_{ce}が16以上になるとクラックが発生する。それに対し、H_{ca}/H_{ce}が15以下のランプは、点灯試験の末期までクラックが発生することがなかった。

【0050】

加えて、定格点灯した場合のH_{ca}/H_{ce}に対する光束と演色評価数Raを調べた結果を図4に示す。横軸がH_{ca}/H_{ce}であり、縦軸の右がランプ効率[L PW](黒菱形マーク)、縦軸の左が演色評価数Ra(白四角マーク)である。なお、演色評価数Raの調べた結果のデータは図3に記載されたものである。図4の結果から演色評価数RaがH_{ca}/H_{ce}が増加するにしたがって増加していることがわかる。よって、演色評価数RaはH_{ca}/H_{ce}に相関があることが新たにわかった。

【0051】

なお、H_{ca}/H_{ce}=0のランプは、カルシウムのヨウ化物を含まないランプを意味する。ここで、H_{ca}/H_{ce}が0.4以上になると、演色評価数Raがあよそ70以上となり、カルシウムのヨウ化物を含まないランプが演色評価数Ra64であるので、その差が約10%以上となるので、H_{ca}/H_{ce}が0.4以上がより好ましい。この程度になるとはっきりと演色性の良化を感じることができる。また、H_{ca}/H_{ce}を増加させていくと、演色評価数Raは向上し、90を超えることも可能である。これは、セリウムとナトリウムの発光では比較的弱かった赤領域の発光が、カルシウムの赤領域により補完され、演色性を向上させたものと考えられる。

【0052】

また、図4からH_{ca}/H_{ce}を増加させていくと、H_{ca}/H_{ce}が10まではランプ効率がなだらかに低下しているが、H_{ca}/H_{ce}が10を越えたあたりからランプ効率が急減に低下することがわかる。これは、カルシウムの封入量がセリウムの封入量よりも増えることによって、カルシウムの比視感度の低い赤領域の発光が増え、逆にセリウムの発光が減少するため、発光効率が急激に低下したと考える。図4から発光効率の変曲点はH_{ca}/H_{ce}比が約15なので、発光効率の急激な低下を抑制するにはH_{ca}/H_{ce}比が15以下であることが好ましい。

【0053】

以上の結果より、点灯中のクラックを防止でき、かつ高効率で高い演色性を持つランプ

10

20

30

40

50

を得るために、 H_{ca}/H_{ce} は、

【0054】

【数6】

$$0.4 \leq H_{ca}/H_{ce} \leq 1.5 \quad \cdots \text{(式2)}$$

【0055】

の関係を満たすことが好ましい。

【0056】

なお、上記効果は、封入物がヨウ化物だけでなく、臭化物であっても、すなわち、ハロゲン化物でも同様な効果が得られた。ただし、電極の侵食の防止の観点からは、ヨウ化の方が好ましい。
10

【0057】

(実施の形態2)

以下、実施の形態2について、以下に説明する。

【0058】

実施の形態1に示したランプと同様のメタルハライドランプで、発光管20内の封入物と発光管20の形状のみが異なるランプを試作し、評価した。変更点は以下のとおりである。

【0059】

発光管20内には、水銀0.5mg、封入ハロゲン化物として、ヨウ化セリウムとヨウ化ナトリウムとヨウ化カルシウムがそれぞれモル比で1.0:10.5:2.0封入されており、Caハロゲン化物のmol量を H_{ca} 、Ceハロゲン化物のmol量を H_{ce} とすると、 H_{ca}/H_{ce} は2である。また、ハロゲン化物の総量はおよそ14mgである。
20

【0060】

発光管20の内容積をほぼ一定(約0.45cc)に保ちながら、電極先端間距離Lと発光管内径Dとの比、 L/D を1から20まで種々変化させた試作ランプを種々用意し、それぞれのランプの光出力特性を測定した。参考までに、 $L/D = 8$ のランプは、 $L = 32\text{mm}$ 、 $D = 4\text{mm}$ である。このとき、発光管の管壁負荷は、およそ $20 \sim 35\text{W/cm}^2$ である。
30

【0061】

これらの試作したランプを、実施の形態1と同様の条件で点灯試験を行った結果、本実施の形態のランプは実施の形態1で示した $H_{ca}/H_{ce} = 1.5$ の条件を満たしているにもかかわらず、点灯中にクラックを生じるもののが発生した。

【0062】

そこで、 H_{ca}/H_{ce} 以外でクラックが発生するランプの共通する特徴を調査したところ、 L/D が1より小さいものはクラックを生じることが新たにわかった。以降、他のパラメータについてもクラックとの相関を調査したが、クラックとの相関のあるものはなかった。以上の結果より、発光管20のクラックを防止するためには、(式1)以外に
40

【0063】

【数7】

$$L/D \geq 1 \quad \cdots \text{(式1)}$$

【0064】

を満たす必要があることがわかった。

【0065】

以下、クラックの発生メカニズムについて、考察した結果を示す。

【0066】

まず、 L/D については以下のように考察できる。

【0067】

セリウムとナトリウムとカルシウムのハロゲン化物を含む、本実施の形態のランプは、 L/D が1より小さくなるようなランプの場合、アークの上方への湾曲が顕著となることを確認している。そのため、発光管20の発光管中央部25の表面とアークとの距離が部分ごとに大きく差があることとなる。そのため、発光管表面の部分ごとの温度差が大きくなり、歪が生じた結果、クラックが発生するものと考えられる。しかし、 L/D が1以上となると、管安定型のアークとなり、アークの湾曲が抑制される。そのため、発光管表面に生じる温度差が小さくなるものと考えられる。

【0068】

次に、 H_{ca}/H_{ce} 比については以下のように考察できる。

【0069】

カルシウム(Ca)は、セリウム(Ce)、ナトリウム(Na)と比較して蒸気圧が低いため、発光管内で蒸発したカルシウムハロゲン化物は、比較的高温でもヨウ化物の液体となって存在する傾向があると考えられる。そのため、セリウム、ナトリウムと比較して、発光管20内面の高温部分に集中して存在していると考えられる。このカルシウムの局在化によって、発光管内のハロゲン化物量の分布が大きくなり、ハロゲン化物の量によって、熱伝導性が変化するため、発光管部分によっての温度差が大きくなり、歪が生じた結果、クラックが生じると考えられる。

【0070】

以上の様なメカニズムから考察すると、クラックに大きな影響を及ぼすのは、上記2つのパラメータ以外にはないと推定される。

【0071】

実施の形態1および2の結果をまとめると、セリウムハロゲン化物、ナトリウムハロゲン化物、カルシウムハロゲン化物を封入したセラミック製のメタルハライドランプにおいては、ある条件で発光管にクラックを生じるといった新たな問題が生じることがわかった。この問題は、特許文献1, 2では、なんら開示されていない新たな問題である。この問題を、本発明者は、ある特定の条件でこの問題点が解決できることを見出した。その条件とは、(式1)かつ(式2)を満たすことである。

【0072】

加えて、本実施の形態2のランプは以下の特徴も有する。

【0073】

また、上記の実施の形態2に示したランプは、 L/D を規定することによって、新たな特徴を持ったランプを得ることができる。上記ランプを、定格150W、点灯周波数150Hzの矩形波電流で点灯したときの、ランプの発光効率と演色評価数を、図5に示す。

【0074】

図5より、ランプの発光効率は、 L/D に依存し、 L/D が1以上になると105LPWを超える。これは、現在市販されている高効率・高演色タイプのメタルハライドランプ(市販されている代表的なメタルハライドランプは、 L/D が2のセラミック製発光管であり、発光管内にはCeI₃、NaI、KI、ScI₃、InIが封入されている。以下「従来ランプ」という。)の一般的な値は、150Wは90~95LPWであり、 L/D が1以上の場合、光束にして約10%以上のアップとなる。同じWで点灯した場合、10%の光束アップは、人間が若干の明るさ増加を感じることができるレベルであると考えられる。よって、この光束アップによって、より高効率ランプの効果を実感できる。加えて、演色評価数Raは、80という比較的高い値を示し、高効率と高演色を両立している。CeとNaを含み、Caを含まないメタルハライドランプのRaは64程度であったことから考えると、画期的なRaの改善が行えることを意味している。

【0075】

加えて、好ましくは、 L/D が4以上になると、115LPWを超える。これは、従来の高効率ランプの一般的な値である95LPWの約20%高い値を示している。この20%アップという値は、人間がはっきりと明るさの向上を感じができる量である。従来ランプより20%の効率アップは画期的な効率であることを意味する。また、加えて、

10

20

30

40

50

このランプの R_a は 90 と非常に高い値を示している。

【0076】

加えて、好ましくは、 L/D が 10 以下であることが好ましい。この範囲に規定することによって、ライフ中の発光管の黒化が非常に少ないランプを得ることができるからである。これに対して、特許文献 1 に示されている Ce ハロゲン化物と Na ハロゲン化物を含み、Ca ハロゲン化物を含まないランプにおいては、黒化の発生状況と L/D の間には関係がなかった。

【0077】

高効率で黒化を抑制するには、 L/D は、

【0078】

【数 8】

$$4 \leq L/D \leq 10 \quad \dots \text{(式 3)}$$

10

【0079】

の範囲に規定することが好ましい。

【0080】

また、図 5 から L/D が 7 から 9 の間には、発光効率がピークとなり、およそ 130 LPW よりも高い値を示す。これは、従来ランプの 95 LPW の 35% もの高い値となり、非常に高い発光効率を得ることができる。また、加えて、このランプの R_a は、およそ 90 程度であり、非常に高い発光効率と演色性を兼ね備えたランプである。

20

【0081】

したがって、高効率かつ演色性の高いランプを実現するには、 L/D は 7 以上で 9 以下であることが好ましい。

【0082】

また、図 5 には示していないが、 L/D が 20 のとき、発光効率が 95 LPW となり、20 を超えると、95 LPW 以下となるため、ランプ効率の点で従来の高効率ランプのレベルと同等になる。また、20 を超えるとランプの始動電圧も高くなり好ましくない。よって、 L/D は実質 20 までの値が好ましい範囲となる。

【0083】

上記のように、 L/D の値によってランプ効率が変化するものの、演色評価数 R_a すべて 80 以上となり、Ca を含まないランプの 64 から大幅に改善されている。よって、 L/D が上記範囲であれば、高い発光効率と高い演色性を両立したランプを得ることができる。

30

【0084】

(実施の形態 3)

以下、実施の形態 3 について、以下に説明する。

【0085】

実施の形態 1 および実施の形態 2 で試作したメタルハライドランプを、メタルハライドランプの定格電力の 25% から 100% までの電力でランプを調光点灯できる点灯回路を使用して調光点灯し、調光時のランプの光出力特性測定を行った。

40

【0086】

数々の検討の結果、以下に示す関係式を満たしたランプは、調光に適するランプであることがわかった。以下に詳しく述べる。発光管 20 内に封入される Ca ハロゲン化物であるヨウ化カルシウムの封入量を H_{ca} (mol) として、カルシウム以外のハロゲン化物の封入量を H_t (mol) とした場合、 H_{ca} / H_t が

【0087】

【数 9】

$$0.03 < H_{ca}/H_t < 0.3 \quad \dots \text{(式 4)}$$

【0088】

50

の関係を満たすことによって、調光したときに色変化が少なくなるという新たな効果を有する。本実施の形態のランプは、実施の形態1および2において、定格150Wで点灯したときの特性について説明したが、本実施の形態のランプは、クラックを生じない、高効率、高演色などの特徴の他に、調光したとき、色温度の変化が非常に少ないという特別な効果を持っている。

【0089】

本実施の形態のランプは、定格150Wから調光を始めて、定格の25%であるおよそ38Wまで連続的に入力を低下させても、色温度の変化が±300K以下である。300K以下の変化ならほとんど気にならないレベルであるといえる。これに対して、 H_{ca}/H_t が上記範囲から外れたランプは、色温度変化が急激に大きくなり、およそ500K以上の色変化を示し、色変化を感じてしまうランプとなってしまった。

10

【0090】

例として、 $H_{ca}/H_t = 0.1$ 、 $L/D = 8$ の本発明ランプと従来ランプの調光時の色温度変化の測定結果を、図6に示す。図6の横軸はランプへ投入される電力であるランプ電力(W)、縦軸は色温度(K)である。従来のランプはランプ電力が120W以下になると色温度が大きく上がっているのに対し、本発明ランプは120W以下になると大きな変化がないことがわかる。

【0091】

なお、定格25%のおよそ38W以下の点灯では、アークのゆれが大きくチラツキが発生してしまう場合や、点灯維持が出来ず立ち消えとなってしまうことがあり、実質的に定格25%以上の電力で点灯することが好ましい。

20

【0092】

また、本実施の形態3のランプは、点灯周波数100Hzから500Hzで点灯することが好ましい。なぜならば、演色評価数Raがほとんど(5程度)低下することなく、調光しても良好な演色性を得られることがわかったからである。100Hzよりも低い周波数、もしくは500Hzより高い周波数で点灯すると、調光時のRa変化の低下幅が急激に大きくなり、10以上となってしまう。

【0093】

また、調光する場合は、電子安定器を用いた略矩形波電流で点灯することが好ましい。なぜならば、従来の一般的な磁気安定器で入力を減少させて、調光しようとすると、点灯維持が困難となるためである。というのも、点灯維持のためには、交流点灯時の再点弧電圧より安定器の2次側開放電圧のほうが高い必要があるが、磁気安定器の場合、調光のため入力電圧を低くすると、前記再点弧電圧が前記2次側開放電圧より低くなってしまう場合があるためである。

30

【0094】

(実施の形態4)

以下、実施の形態4について、以下に説明する。

【0095】

実施の形態1および実施の形態2で試作したメタルハライドランプを、定格150Wで周波数150Hzの矩形波の交流で点灯させ、5.5時間の点灯と0.5時間の消灯とを繰り返すという点灯試験の条件で試験し、寿命特性の測定を行った。

40

【0096】

数々の検討の結果、以下に示す関係式を満たしたランプは、ライフ特性が良好であることがわかった。実施の形態3で示す H_{ca} と H_t の関係が、

【0097】

【数10】

$$0.5 < H_{ca}/H_t < 0.7 \quad \dots \text{(式5)}$$

【0098】

の関係を満たすランプは、点灯中の電極の形状変化が少ないランプとなることがわかった

50

。さらに、(式5)の範囲では、加えて、点灯中にチラツキが発生することなく良好な特性を示した。

【0099】

なお、発光管内容積あたりのカルシウム封入量が20mg/cc以上のものは、20mg/cc以下のランプと比較して始動電圧が10%以上高くなることがわかった。

【0100】

これは、以下のように推測できる。カルシウムハロゲン化物は、水分吸着が激しく、他のハロゲン化物よりも発光管内に水分などの不純物を持ち込みやすい。そのため、カルシウムハロゲン化物封入量は、始動電圧に極端に影響すると考えられる。よって、カルシウムハロゲン化物の封入量は、20mg/cc以下にすることが好ましい。

10

【0101】

また、上記の全実施の形態では、発光管20の外側と外管11の内側との空間には、300Kにおいて、減圧状態(具体的には、 1×10^{-1} (Pa)の気圧)でのランプの例を示したが、この空間内に窒素ガスを封入し、ガス圧を変化させた。その結果、ガス圧が300Kでおよそ、 1×10^{-3} Pa(=約0.01気圧)以下の範囲では、同等の性能が得られた。しかし、 1×10^{-3} Pa以上となると、発光効率が低下する傾向が見られた。これは、発光管の熱が空間内のガスを伝導して、外管に伝わるために熱ロスが増大しためと考えられる。特に、 5×10^{-4} Pa(=約0.5気圧)以上となると急激に発光効率が低下し始め、 5×10^{-4} Pa(=約0.5気圧)のとき、5LPW程度の発光効率低下が確認された。

20

【0102】

この結果からわかるように、本実施の形態のランプは、熱設計をコントロールすることで発光効率などのランプ性能をさらに高めることができる。よって、発光管20の外側と外管11の内側との空間は、300Kでおよそ 5×10^{-4} Pa以下であることが望ましいし、より好ましくは、 1×10^{-3} Pa以下であることが好ましい。

【0103】

なお、上記の全実施の形態では、水平点灯(発光管を略水平方向にして点灯する点灯方法)、垂直点灯(発光管を略垂直方向にして点灯する点灯方法)を問わず点灯できる。ただし、水平点灯のほうが、垂直点灯とくらべて、光束維持率が若干高いため好ましい。水平点灯すると、垂直点灯とくらべて、ランプ寿命(光束が70%に低下する時間)にすると200~400時間程度、寿命が長くなる。上記、寿命を延ばす効果は、本実施の形態にしめすランプ封入物の組み合わせ、封入比では、時に顕著な効果がある。対して、実施の形態1に示す、従来のメタルハライドランプなどでは、このような差は生まれることがない。ただし、垂直点灯においても問題なく点灯でき、実用上十分な寿命を得ることが出来るので差し支えない。

30

【0104】

これらの現象は、水平に点灯することで、発光管の両端部に位置する細管部に点灯中に入り込むメタルハライドが少ないため、点灯中にアーク中に供給できるメタルハライドの蒸気圧を高く保つことができること、加えて、細管部に入り込んだメタルハライドと細管との化学反応が抑制できるなどのことが考えられる。

40

【0105】

加えて、上記の全実施の形態では驚くべきことに、希土類ハロゲン化物のヨウ化セリウムを加えた本発明ランプは、ランプ寿命を短くすることなく良好な寿命特性を示すことがわかった。

【0106】

さらに、上記の全実施の形態では、発光管20の定格点灯時の管壁負荷は、最大約35W/cm²程度までに制限されることが好ましい。なぜならば、管壁負荷が高くなるほど、通常、活性材料塩と発光管20の管壁およびフリット材料との化学反応が深刻な問題となり、このようなランプから十分に有用な動作寿命を得るのは実質的に困難であるからである。また、下限は、20W/cm²以上が好ましい範囲である。この範囲に設計するこ

50

とによって、良好な効率と演色性を両立したランプを得ることができる。

【0107】

その中でも、特に好ましい範囲は、 $28 \sim 33 \text{ W/cm}^2$ であり、この範囲内に規定することによって、ランプの寿命、発光効率、Raのバランスが最良となるランプを得ることが出来る。

【0108】

なお、本明細書中のハロゲン化物の封入量とは、金属ハロゲン化物の金属のみのmol量のことを指す。例えば、ヨウ化セリウム(CeI₃)が1molとは、Ce原子が1molであることを示している。なお、参考までにI原子は、3molある。

【0109】

なお、実施の形態1および2について、定格150Wのランプの場合を説明したが、このWに限定されるものではない。

【0110】

ただし、一般的に、Wが高いランプは、全消費電力に対する電極ロスなどのロス電力の割合が減少するために、ランプの発光効率は上昇する。これに対して、Wが低いランプは、ロス電力の割合が増加するため発光効率は低下する傾向にある。よって、本実施の形態の発光効率は、150W程度のランプの値であり、ランプのWによって、その値は異なるが、効果には関係なく相対的に従来ランプと比較して発光効率が改善されたランプを得ることが出来る。

【0111】

なお、上記の全実施の形態について、発光管20を図1および図2の構成とは異なる形状であってもよい。各ランプ形状によって、特徴があるので用途によってランプ形状を設計することも可能である。

【0112】

以下、可能な発光管形状の例の概略図を図7から図13までに示す。図面は、発光管の内壁形状を略図面で示しており、発光管両端に形成される電極が挿入される細管部などを設けてもよいが、本図面では省略されている。図1および図2ならびに図7～図13に示すそれぞれの例において、管壁内表面および管壁外表面は発光管の長軸を回転軸とする回転体の表面であるが、ここでは必ずしも必要でないので図示しない。回転体でない管壁内表面の有効直径Dは、電極間の（すなわち、電極間距離Lにわたる）断面図の内面積を求めて、この面積をLで除算することにより求めることができる。他の種類の内表面は、その有効直径を求めるために、より煩雑な平均化手順を必要とする場合があり得る。なお、回転体である場合には、Dは電極先端間の中央部に位置する発光管の内径である。

【0113】

図7は、図1の発光管中央部25に相当する部分（以下、単に「発光管中央部」と記す）の断面が橜円形である発光管を示す。

【0114】

図8は、発光管中央部の両端が平坦となるように切断された、直円柱の断面を有する発光管を示す。この発光管形状は、点灯中の色温度の変化が小さいといった特徴を持つ。よって、発光色の変化が気になる場合に特に有効である。

【0115】

図9は、発光管中央部の両端が半球であり、発光管中央部の側面が凹状となる断面を有する発光管を示す。

【0116】

図10は、発光管中央部の両端が半球となるように切断された直円柱の断面を有する発光管を示す。

【0117】

図11は、発光管中央部の両端が半球であり、発光管中央部の側面が橜円形である断面を有する発光管を示す。

【0118】

10

20

30

40

50

図12は、実施の形態1および2で使用した形状である。

【0119】

図13は、発光管中央部の両端の直径が大きく、かつ、平坦となるように切断された直円柱の断面を有する発光管を示す。

【0120】

以下、各発光管形状の特徴を示す。

【0121】

図7と図11の発光管は、大量に生産した場合の色温度の個々ばらつきが特に少ないといった特徴を持つ。そのため、大量に天井照明などで使用され、色温度バラツキが目立つ場合は、特に好ましい発光管形状となる。

10

【0122】

図9と図13の発光管は、始動時の光立ち上がりが早いといった特徴を持つ。設計にもよるが、定格光出力に達するまでの時間が10~20%程度短くできる。また、水平点灯時のアーク湾曲が特に少なく、点灯時のちらつきが特に少ないランプを得ることができる。

【0123】

図10と図12の発光管は、点灯中の色温度の変化がもっとも少ないランプを得ることができる。

【0124】

図8の発光管は、構造が簡単なため生産コストが低いといった特徴がある。

20

【産業上の利用可能性】

【0125】

本願発明のセラミック発光管を使用したメタルハライドランプは、屋外照明や高天井照明等に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0126】

【図1】本発明の実施の形態であるメタルハライドランプの正面図

【図2】図1に示すメタルハライドランプの発光管部分の断面正面図

【図3】本実施の形態1のランプにおけるクラックの有無とRaのHca/Hce依存を示す図

30

【図4】本実施の形態1のランプにおける発光効率とRaのHca/Hce依存を示す図

【図5】本実施の形態2のランプにおける発光効率のL/D依存を示す図

【図6】本実施の形態3のランプにおける色温度の電力依存を示す図

【図7】発光管中央部の変形の一例を示す図

【図8】発光管中央部の変形の一例を示す図

【図9】発光管中央部の変形の一例を示す図

【図10】発光管中央部の変形の一例を示す図

【図11】発光管中央部の変形の一例を示す図

【図12】発光管中央部の変形の一例を示す図

【図13】発光管中央部の変形の一例を示す図

40

【符号の説明】

【0127】

10 メタルハライドランプ

101 第1円筒シェル部分

102 第2円筒シェル部分

103 円錐シェル部分

11 外管

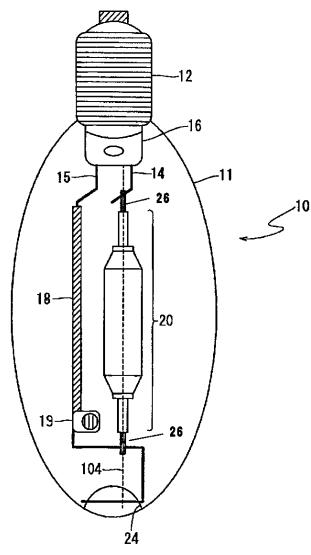
20 発光管

21 チューブ

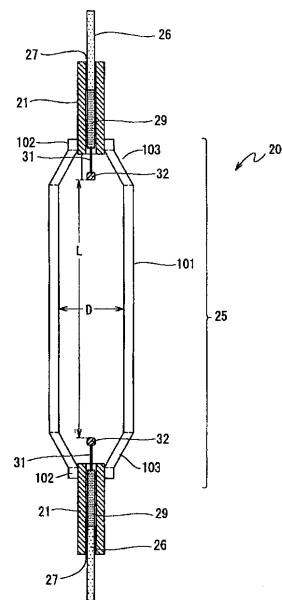
25 発光管中央部

50

【図1】



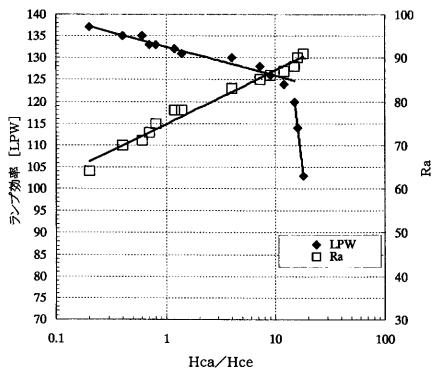
【図2】



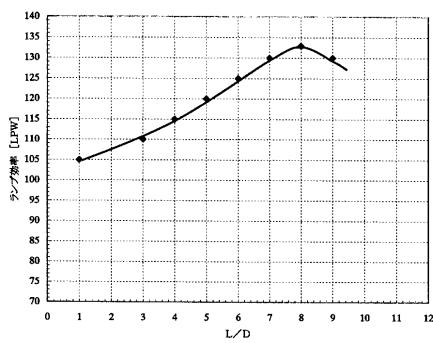
【図3】

サンプル	H_{ca}/H_{ce}	総封入量 (mg)	クラックの 有無	R _a
1	0	14	なし	64
2	0.2	14	なし	64
3	0.4	20	なし	70
4	0.6	14	なし	71
5	0.7	14	なし	73
6	0.8	20	なし	75
7	1.2	30	なし	78
8	1.4	30	なし	78
9	4.0	20	なし	83
10	7.2	10	なし	85
11	9.0	10	なし	86
12	11.9	20	なし	87
13	15.0	20	なし	88
14	16.0	15	あり	90
15	18.0	30	あり	91

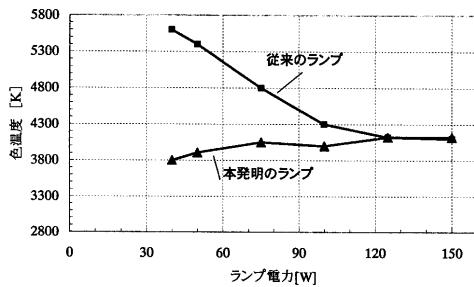
【図4】



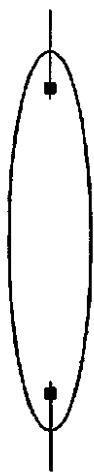
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】



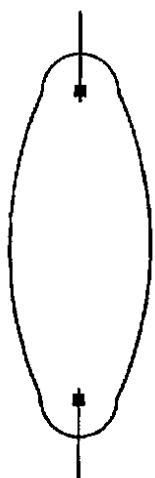
【図9】



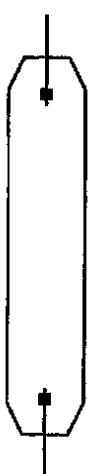
【図10】



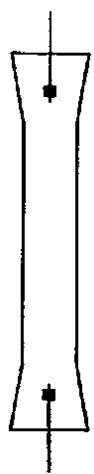
【図11】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 金澤 有岐也
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 野原 浩司
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 西浦 義晴
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 甲斐 誠
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 堀内 誠
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

審査官 村井 友和

(56)参考文献 特開2004-172129(JP,A)
特開昭63-232254(JP,A)
特開2003-187744(JP,A)
特開2004-349242(JP,A)
特表2002-543576(JP,A)
特表2002-536786(JP,A)
特表2000-501563(JP,A)
特表2000-511689(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 61/88
H01J 61/20