

明 細 書

発明の名称：高ワットタイプのセラミックメタルハライドランプ

技術分野

[0001] 本発明は、高ワットタイプのセラミックメタルハライドランプに関する。

背景技術

[0002] 高輝度放電ランプ（HIDランプ）は、電極間の放電を利用して発光する

ため、白熱電球と比べて、光束が大きく大規模な空間の照明に適し、エネルギー効率が良いといった種々の特徴を備えている。HIDランプにおいて、

発光物質として水銀に加えて金属ハロゲン化物を採用したメタルハライドランプは、水銀ランプに比較して自然光に近く優れた演色性と、高い発光効率

とを有している。

[0003] 従来、メタルハライドランプの発光管として石英製発光管が使用されていた。最近では、これに代わって透光性セラミック製発光管が使用されてい

る。透光性セラミック製発光管は、石英製発光管に比較して、耐熱性が良好であるため長寿命化が図れ、更に、発光管内に封入された金属ハロゲン化物との反応がすくなくいため、種々の金属ハロゲン化物を使用できる長所を有

している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：WO 2006-088128「定格ランプ電力が450W以上のセラミックメ

タルハライドランプ」（国際公開日：2006/08/24）出願人：株式会社ジーエ

ス・ユアサコーポレーション

特許文献2：特開2002-110100「高圧放電ランプ、高圧放電ランプ点灯装置お

よび照明装置」（公開日：2002.04.12）出願人：東芝ライテック株式会社

特許文献3：特開2008-027745「メタルハライドランプおよび照明装置」（公

開日：2008.02.07）出願人：オスラム・メルコ・東芝ライテック株式会社

特許文献4：特開2009-283433「高圧放電ランプおよび照明装置」（公開日：2

009.12.03) 出願人：東芝ライテック株式会社

特許文献5：特開2010-218988「高圧放電ランプおよび照明装置」（公開日：2

010.09.30) 出願人：東芝ライテック株式会社。

[0005] (特許文献と本発明の対比)

特許文献1は、450W以上のセラミックハライドランプを対象にする。問題点として、アークが不安定によるちらつきを挙げている(段落0010)。これを解決するため、本管の内径 D (mm)、電極突出長 L (mm)、電極間距離 E (mm)の関係を、 $G = W / (3.14 \times D \times E \times 0.01)$ で表される管壁負荷 G (ワット/cm³)が $15 \leq G \leq$ の範囲であるとともに、 $0.32 \leq L/D \leq 0.003 \times W + 0.465$ と規定している(クレーム1)。本発明は、発光効率の低下を問題点とし、細管部内部における空隙を二次元及び三次元で規定している点で、特許文献1とは異なる。

[0006] 特許文献2は、極隙間の幅寸法を絶対値で規定している(段落0041)。本発明は、発光効率の低下を問題点とし、細管部内部における空隙を二次元及び三次元で規定している点で、特許文献2とは異なる。

[0007] 特許文献3は、定格ランプ電力400Wを対象とし(段落0091)、本発明とは対象が異なる。特許文献4は、定格ランプ電力100W以下を対象とし(段落0022, 0024)、本発明とは対象が異なる。特許文献5は、定格ランプ電力100Wを対象とし(段落0033)、本発明とは対象が異なる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 従来、セラミックメタルハライドランプは、100～300Wクラスの低及び中ワットのランプが主流であった。このような状況の中で、本発明者等は、更に光束が大きく大規模な空間の照明に適した500W以上の高ワットのランプの開発を目指している。

しかし、高ワットのセラミックメタルハライドランプでは、何らかの原因により発光効率が低下する現象が発生した。この発光効率の低下は、従来の低及び中ワットのランプでは見られなかった現象である。

そこで、発光効率低下の原因を突きとめこれを解決して、高い発光効率を維持する高ワットタイプのセラミックメタルハライドランプの実現が望まれていた。

[0009] 従って、本発明は、高い発光効率を維持する高ワットタイプのセラミックメタルハライドランプを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記目的に鑑みて、本発明に係る高ワットタイプのセラミックメタルハライドランプは、高ワットタイプのセラミックメタルハライドランプであって、少なくとも水銀及び金属ハロゲン化物が封入された発光管を備え、前記発光管は、太管部及び該太管部の両端に形成された一对の細管部を有し、各々の該細管部の内部には電流導入体に通されており、前記細管部の内径 L_6 に対する電流導入体の外径 L_{14} は、 $0.96 \leq L_{14}/L_6 \leq 0.98$ の範囲にあり、前記細管部と前記電流導入体の間は、封止領域と非封止領域に分けられ、非封止領域の空隙 G_A は、 $5.0 \text{ mm}^3 \leq G_A \leq 17.5 \text{ mm}^3$ の範囲にある。

[0011] 更に、上記高ワットタイプのメタルハライドランプでは、前記メタルハライドランプは、定格ランプ電力が $500 \sim 1000 \text{ W}$ の範囲にあってよい。

[0012] 更に、上記高ワットタイプのメタルハライドランプでは、前記電流導入体は、金属製の棒状体の周囲に金属製コイルが巻き付けられたコイル棒であってよい。

[0013] 更に、上記高ワットタイプのメタルハライドランプでは、前記細管部の内径は、 $2 \sim 3 \text{ mm}$ の範囲であってよい。

[0014] 更に、上記高ワットタイプのメタルハライドランプでは、前記発光管に封入された水銀は最大 100 mg であり、希土類金属ハロゲン化物は最大 12 mg であってよい。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、高い発光効率を維持する高ワットタイプのセラミックメタルハライドランプを提供することが出来る。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、本実施形態に係る高ワットタイプセラミックメタルハライドランプを示す図である。

[図2A]図2Aは、発光管全体を説明する図である。

[図2B]図2Bは、図2Aにおいて破線の矩形で囲んだ細管部の拡大図である。

[図3]図3は、図2BのIII-III方向断面図である。

[図4]図4は、図2Bに示す細管部の拡大図である。

[図5]図5は、表1を図示したグラフである。

[図6A]図6Aは、本実施形態に係る発光管の形状の代表例を示す図であり、

図2Aに対応している。

[図6B]図6Bは、本実施形態に係る発光管の形状の代表例を示す図であり、

図2Bに対応している。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明に係る高ワットタイプセラミックメタルハライドランプの実施形態について、添附の図面を参照しながら詳細に説明する。なお、図中、同じ要素に対しては同じ符号を付与して、重複した説明を省略する。なお、本実施形態は、本発明を説明するための例示であって、本発明の範囲を何等限定するものではないことを承知されたい。

[0018] [高ワットタイプセラミックメタルハライドランプ]

図1は、本実施形態に係る高ワットタイプセラミックメタルハライドランプの構造を説明する図である。高ワットタイプとは、500～1000Wクラスのランプであり、代表的には700Wクラスのランプである。ランプ10は、外球2の内部に、発光部となる発光管6を内封し、発光管6の周囲を内管（「スリーブ」ともいう。）8が取り囲んでいる。外球2の端部には、E形口金12が接合されている。発光管6は、金属の線材や板を組み合わせた構造物に内管8を取り付けたマウント14により、所定の位置に支持され、給電される。

[0019] これらの各要素について簡単に説明する。

発光管 6 に関しては、後で、図 2 及び図 3 に関連して詳しく説明する。

[0020] マウント 14 は、一対の導入線が気密封着されたステム管 16 と、概して逆 U 字形に整形された支柱 18 とを主要部品として構成されている。

[0021] 内管 8 は、透明石英ガラス管から成り、発光管 6 が破裂したときに外球 2 の損傷を防止するために発光管の周囲を囲むように配設されている。内管 8 には、その機械的強度を補強するため、周囲にワイヤ 20 が螺旋状に巻かれている。

[0022] 外球 2 は、例えば、ホウケイ酸ガラス等の透光性の硬質ガラスからなる。外球 2 は、最大口径の中央部 2a、図で見て上部側の閉塞されたトップ部 2b 及び下部側のネック部 2c を有する B T 形をなしている。ネック部 2c には、ステム管 16 のフレア部が封止された封止部（図示せず。）がある。封止後、ステム管 16 に設けられた排気管（図示せず。）を通じて外球内は排気され、アルゴン（Ar）、窒素（N₂）等の不活性ガスが封入され、或いは真空にした気密雰囲気となっている。

[0023] この封止部を覆って、ねじ込み形口金 12 が、耐熱性の接着剤を用いて接合され、或いはモールドにより形成された螺旋状のねじ溝に螺合されている。

[0024] 図 1 に示すランプは、口金 12 をソケット（図示せず。）に装着して、電源から所定の点灯回路装置（図示せず。）を介して通電され、発光管 6 の内部にある主電極間の放電により安定した点灯が持続される。

[0025] [発光管]

（発光管の構造）

図 2 A 及び図 2 B は、発光管 6 の詳細を説明する図であり、ここで、図 2 A は、発光管全体を説明する図であり、図 2 B は、図 2 A において破線の矩形で囲んだ細管部 6b の拡大図である。図 2 A に示すように、発光管 6 は、中央の略回転楕円形状の太管部（「発光部」ともいう。）6a 及び両端の細管部（「キャピラリー」ともいう。）6b、6c が一体に形成された透光性

セラミックス製の容器である。尚、発光管 6 の形状は、これに限られず、円筒形状等の太管部 6 a の両端に、太管部とは別の部材から成る細管部 6 b, 6 c を夫々形成したものでもよい。

[0026] 左右の細管部 6 b、6 c は同じ構造であり、これら細管部を、1 対のリード線 22-1, 22-2 が夫々通って太管部 6 a の領域まで延びて、1 対のタングステン (W) 製の主電極 24-1, 24-2 を形成している。太管部 6 a の容器内には、発光及び放電媒体として、例えば、最大 100 mg (好ましくは、約 85 mg) の水銀と、最大 12 mg (好ましくは、約 7 mg) の希土類金属ハロゲン化物を含む金属ハロゲン化物と、希ガスとして所定圧力のアルゴン (Ar) 等とが封入され、発光効率、演色性、色温度等の特性の向上が図られている。

[0027] 図 2 B に示すように、太管部 6 a に繋がる細管部 6 b の先端から、発光管の軸線に沿って、リード線 22-1 が挿入され、これがサーメット (モリブデンとアルミナの合金) 26 に繋がり、更に金属製コイル棒 (「電流導入体」ともいう。) 30 に繋がり、その先にタングステン電極棒 24-1 が形成されており、サーメットにはニオブ性ストッパ部材 32 が溶接されている。このように主電極 24-1、電流導入体 30、サーメット 26、リード線 22-1、ニオブ製ストッパ部材 32 を一体的に接続したものを電極マウンドと呼ぶ。

[0028] 金属製コイル棒 30 は、代表的には、芯棒となるモリブデン製の棒状体 30-1 の周囲にモリブデン製コイル 30-2 が巻き付けられて形成されている。しかし、これに限定されない。例えば、金属製コイル棒 30 は、タングステン (W) 若しくはその他の金属又はモリブデン、タングステン、その他の金属の組み合わせ又は合金から形成してもよい。細管部 6 b の内部の先端部分は、ガラスフリット (シール材) 28 によって封止され、更にリード線 22-1 に通されたセラミックス製リング部材 34 により補強されている。

[0029] ランプ製造時には、この電極マウントをニオブ製ストッパ部材 32 が細管部 6 b の先端部に引っ掛かるように細管部 6 b に挿入し、細管部端部にガラ

スフリット 28 及びセラミックス製リング部材 34 を載せる。この状態で、細管部端部の周囲をヒータ（図示せず。）で加熱してガラスフリットを溶融する。溶融したガラスフリットは、細管部の内部に毛細管現象により浸透して固化し、発光管 6 の内部を外部から封止する。細管部 6 c も細管部 6 b と同様の構造である。

[0030] （発光効率低下の原因と対策）

図 3 は、図 2 B の III-III 方向断面図である。なお、図面の参照符号に関しては、適時、図 4 及び図 6 を参照されたい。細管部 6 b の内部にモリブデンコイル棒 30 が挿入されている。モリブデンコイル棒 30 を形成するモリブデン棒状体 30-1 の周囲にモリブデンコイル 30-2 がある。

[0031] 金属ハロゲン化物は、発光管製作時には固体状態（粉末、ペレット等）で太管部 6 a の内部に封入される。ランプ点灯中、発光管の内部は高温・高圧状態になるため、金属ハロゲン化物は液体と気体の混合状態となる。メタルハライドランプでは、気化された金属ハロゲン化物が、僅かではあるが細管部先端に向かって細管部内部の空隙に浸透し、比較的低温のモリブデンコイル棒 30 付近に液化されて集積する傾向がある。この液化された金属ハロゲン化物が、細管部 6 b, 6 c を形成する多結晶アルミナを浸食する。

[0032] この対策として、発光管の細管部 6 b とモリブデンコイル棒 30 との隙間は、断面で見て、即ち二次元的に非常に小さくし、細管部内部の隙間は非常に狭い状態にしてある。更に、モリブデンコイル棒 30 は、太管部の熱の伝達を減少し、且つ金属ハロゲン化物の侵入を阻止するため、棒状体 30-1 の周囲にコイル 30-2 を巻き付けた構造を採用している。

[0033] 従来の低及び中ワットのランプでは、一般に、細管部の内径 $L6$ に対してモリブデンコイル棒 30 の外径 $L14$ は、 $L14/L6 = 0.90 \sim 0.95$ としていた。 $L14/L6$ の比を小さくして細管部内部の隙間を大きくすると、製造時に細管部にモリブデンコイル棒 30 を挿入しやすい等の利点がある反面、金属ハロゲン化物の侵入を招きやすい。反対に、 $L14/L6$ の比を大きくして細管部内部の隙間を小さくすると、ランプ点灯時に太管部からの熱で加熱され

熱膨張したモリブデンコイル棒 30 が細管部 6 b の内壁に接触し、これを損傷する。例えば、低及び中ワットのランプでは、内径 $L6 = 1.28 \text{ mm}$ の細管部の中に、外径 1.2 mm のモリブデンコイル棒を挿入している。 $L14 / L6 = 0.938$ である。

[0034] 高ワットタイプのランプの設計では、発光管 6 に流す電流が大きくなるためモリブデンコイル棒 30 を太くする必要がある、これを収納する細管部 6 b, 6 c の内部空間も太くしなければならない。当初、必要とする電流量からモリブデンコイル棒 30 の太さを決定し、低及び中ワットのランプと同じ $L14 / L6$ の比から細管部の内径 $L6$ を定めていた。

[0035] しかし、前述した通り、高ワットのセラミックメタルハライドランプでは、何らかの原因により発光効率が低下する現象が発生した。この発光効率の低下は、従来の低及び中ワットのランプでは見られなかった現象である。高ワットタイプのメタルハライドランプに関しては、低及び中ワットのランプと同じ $L14 / L6$ の比では、細管部内部の空隙に金属ハロゲン化物が侵入し、発光効率を大きく低下させることが疑われた。

[0036] そこで、本発明者等は、金属ハロゲン化物が細管部内部の空隙に浸透するのを防止するため、次の 2 つの方策を講じた。

[0037] 第 1 の方策として、二次元的に図 3 に示す細管部断面で見て、細管部内径に対してモリブデンコイル棒 30 の外径を出来るだけ大きくして、隙間を狭くして、金属ハロゲン化物の侵入を阻止する。

そのため、細管部の内径 $L6$ に対するモリブデンコイル棒 30 の外径 $L14$ を、少なくとも低及び中ワットのランプにおける $L14 / L6 = 0.90 \sim 0.95$ を超える 0.96 以上とした。ランプ点灯時のモリブデンコイル棒 30 の熱膨張を考慮すると、 0.98 以下であることが必要である。従って、 $0.96 \leq L14 / L6 \leq 0.98$ の範囲とした。

[0038] 第 2 の方策として、三次元的に細管部内部の空隙（細管部内部の空間からモリブデンコイル棒が占める空間を除いた残余の空間）を小さくし、添加物の侵入に供される空間を減少する。

[0039] 図4は、図2Bに示す細管部6bの拡大図である。細管部6bは、太管部6aとの境界CBから端部6beまでの部分である。細管部6bと太管部6aとの境界CBは、太管部に向かって細管部の内部口径が拡がり始める箇所である。細管部6b、6cの内径は、2～3mmの範囲内にある。ここで、細管部6bの内部空間を細管部内部空間CAとし、細管部内部空間CAの内、固化したガラスフリット28が占める空間を封止領域SAとし、残余の空間を非封止領域NSAとする。CA=SA+NSAの関係にある。更に、非封止領域NSAの内、モリブデンコイル棒30が占める空間をモリブデンコイル棒領域MAとし、残余の空間を細管部内部の空隙GAとする。NSA=MA+GAの関係にある。

[0040] 高ワットタイプのランプに関し、第1の方策である $0.96 \leq L14/L6 \leq 0.98$ の範囲内で、細管部内部の空隙GAを変えた発光管を試作して、細管部内部の空隙GAと発光効率 η の関係を調査した。発光効率 η は、光源の効率を表し、単位電力当たりの全光束（ルーメン毎ワット lm/W ）である。表1はその実験データであり、図5はこれを図示したグラフである。

[0041] [表1]

表1：細管部内部の空隙GAと発光効率 η の関係

サンプル No.	細管部内部の空隙GA (mm^3)	発光効率 η (lm/W)
1	25.8	60.0
2	21.0	80.0
3	17.6	109.0
4	14.6	112.6
5	11.6	107.0

[0042] 図5に示すように、非封止領域の空隙GAが $17.5mm^3$ 付近までは発光効率は $100(lm/W)$ 以上を維持するが、これを超えると発光効率 η は急激に低下して、空隙GAが $25.0mm^3$ 付近になると $50 \sim 60(lm/W)$ と約半分に低下した。

[0043] この結果より、発光効率が急激に低下した原因の1つは、高ワットタイプ

のランプでは、細管部内部の間隙GAが大きく、この間隙GAに金属ハロゲン化物が侵入し易くなって、発光効率に大きく影響することが判明した。即ち、本発明者等は、当初、低及び中ワットのランプと同じL14/L6の比のモリブデンコイル棒を採用すれば、金属ハロゲン化物の細管部内部への浸透は防止できると予想していた。しかし、高ワットタイプのランプでは、この予想を超えて、金属ハロゲン化物が侵入して発光効率を低下させることが判明した。

[0044] 間隙GAに金属ハロゲン化物が入り込むと、太管部内の発光に寄与する金属ハロゲン化物の量が減少して光束が低下する。更に、太管部内の発光物質の割合が水銀リッチの状態となりアーク温度が上昇して、発光管6を形成するアルミナの温度を一層上昇させる。その結果、発光管6を形成するアルミナの還元により発光管6の周囲を取り囲む内管8を黒化して、ランプ照度が低下する。

[0045] これに対して、金属ハロゲン化物が間隙GAに侵入しても太管部内に発光に十分な金属ハロゲン化物が残るように、予め発光管の金属ハロゲン化物を増量することも試みた。しかし、金属ハロゲン化物の増量は、放電時のアーク不安定を招き、ちらつきが発生する結果となった。

[0046] 図5に示す結果より、100 (lm/W) 以上の高い発光効率 η を維持するためには、非封止領域の空隙GAの上限值は17.5 mm³以下にする必要がある。空隙GAの下限值は、点灯時にモリブデンコイル棒30の熱膨張による細管部6b, 6cへの接触を回避し、且つランプ製造上の要請から5.0 mm³以上とした。従って、空隙GAを、5.0 mm³ ≤ GA ≤ 17.5 mm³の範囲とすることとした。

[0047] この結果、第1の方策及び第2の方策により、高ワットタイプのメタルハライドランプにおいて、発光効率を高く維持することが出来た。

[0048] (発光管の形状例)

図6A及び図6Bは、本実施形態に係る発光管の形状の代表例を示す図であり、図2A及び図2Bに夫々対応している。図6Aに示すように、発光管

6の太管部6aの外径寸法は $L1 = \phi 24 \text{ mm}$ 、内径寸法は $L2 = \phi 21.8 \text{ mm}$ 、電極間距離（「アーク長」に相当する。）は $L3 = 34 \text{ mm}$ 、両側の細管部6b, 6cの端部間距離は $L4 = 107 \text{ mm}$ である。

[0049] 図6Bに示すように、細管部の外形寸法は $L5 = \phi 4.5 \text{ mm}$ 、内径寸法は $L6 = \phi 2.3 \text{ mm}$ である。細管部6b, 6cと太管部6aとの境界CBは、太管部に向かう細管部の内径が拡がり始める箇所と規定した。各細管部6b又は6cの軸線方向寸法は $L7 = 21.5 \text{ mm}$ 、細管部の端部内側に溶着して封止領域を形成する各ガラスフリット28の軸線方向寸法は $L8 = 4.5 \text{ mm}$ である。モリブデンコイル棒30に関しては、芯棒であるモリブデン棒状体30-1の外径は $L12 = \phi 1.0 \text{ mm}$ 、モリブデンコイル棒30の軸線方向寸法は $L11 = 16 \text{ mm}$ 、モリブデン製コイル30-2の外径寸法は $L13 = \phi 0.62 \text{ mm}$ 、モリブデン棒状体30-1の周囲に巻回されたコイルの外径寸法は、最大 $L14_{\text{max}} = \phi 2.24 \text{ mm}$ である。この例では、 $L14/L6 = 0.974$ となり、 $0.96 \leq L14/L6 \leq 0.98$ の範囲にある。

[0050] [まとめ]

以上、本発明に係る高ワットタイプのセラミックメタルハライドランプの実施形態を説明したが、本発明はこれに限定されない。当業者がように成し得る本実施形態に対する追加・変更・改良等は、本発明の範囲内である。本発明の技術的範囲は、添付の請求の範囲の記載に基づいて定められる。

符号の説明

[0051] 2：外球、 2a：中央部、 2b：トップ部、 2c：ネック部、 6：発光管、放電管、 6a：太管部、発光部、 6b, 6c：細管部、 8：内管、スリーブ、 10：メタルハライドランプ、ランプ、 12：E形口金、 14：マウント、 16：ステム管、 18：支柱、 20：ワイヤ、 22：リード線、 24：タングステン電極棒、主電極、 26：サーメット、 28：ガラスフリット、 30：金属コイル棒、モリブデンコイル棒、 30-1：金属製棒状体、モリブデン棒状体、 30-2：金属製コイル、モリブデン製コイル、 32：ニオブ製ストッパ部材、 34：

セラミックス製リング部材、

CA : 細管部内部空間、 CB : 境界、 CB : 境界、 SA : 封止領域
、 NSA : 非封止領域

請求の範囲

- [請求項1] 高ワットタイプのセラミックメタルハライドランプにおいて、
少なくとも水銀及び金属ハロゲン化物が封入された発光管を備え、
前記発光管は、太管部及び該太管部の両端に形成された一対の細管部を有し、各々の該細管部の内部には電流導入体を通してあり、
前記細管部の内径 L_6 に対する電流導入体の外径 L_{14} は、 $0.96 \leq L_{14} / L_6 \leq 0.98$ の範囲にあり、
前記細管部と前記電流導入体の間は、封止領域と非封止領域に分けられ、非封止領域の空隙 G_A は、 $5.0 \text{ mm}^3 \leq G_A \leq 17.5 \text{ mm}^3$ の範囲にある、セラミックメタルハライドランプ。
- [請求項2] 請求項1に記載の高ワットタイプのメタルハライドランプにおいて、
前記メタルハライドランプは、定格ランプ電力が $500 \sim 1000 \text{ W}$ の範囲にある、セラミックメタルハライドランプ。
- [請求項3] 請求項1に記載の高ワットタイプのメタルハライドランプにおいて、
前記電流導入体は、金属製の棒状体の周囲に金属製コイルが巻き付けられた金属コイル棒である、セラミックメタルハライドランプ。
- [請求項4] 請求項1に記載の高ワットタイプのメタルハライドランプにおいて、
前記細管部の内径は、 $2 \sim 3 \text{ mm}$ の範囲にある、セラミックメタルハライドランプ。
- [請求項5] 請求項1に記載の高ワットタイプのメタルハライドランプにおいて、
前記発光管に封入された水銀は最大 100 mg であり、希土類金属ハロゲン化物は最大 12 mg である、セラミックメタルハライドランプ。