

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-115652

(P2007-115652A)

(43) 公開日 平成19年5月10日(2007.5.10)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 J 61/20 (2006.01)	H 0 1 J 61/20 D	3 K 0 7 2
H 0 5 B 41/24 (2006.01)	H 0 5 B 41/24 Z	5 C 0 1 5

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2006-150886 (P2006-150886)	(71) 出願人	000003757 東芝ライテック株式会社 東京都品川区東品川四丁目3番1号
(22) 出願日	平成18年5月31日(2006.5.31)	(74) 代理人	100078020 弁理士 小野田 芳弘
(31) 優先権主張番号	特願2005-276883 (P2005-276883)	(72) 発明者	柏木 孝仁 東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ライテック株式会社内
(32) 優先日	平成17年9月22日(2005.9.22)	(72) 発明者	石田 正純 東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ライテック株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	松田 幹男 東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ライテック株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高圧放電ランプおよび照明装置

(57) 【要約】

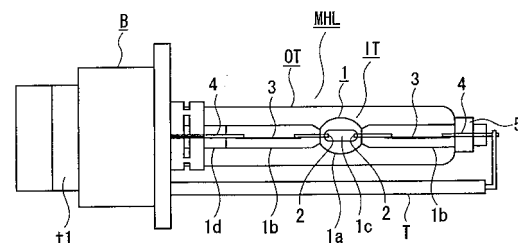
【課題】

透光性気密容器の白濁現象の発生を抑制して、適正な電気特性を確保しながら同時に高効率の水銀フリーの高圧放電ランプを提供する。

【解決手段】

高圧放電ランプは、トリウム (Tm) ハロゲン化物を含む第1のハロゲン化物、亜鉛 (Zn) ハロゲン化物を主成分として含む第2のハロゲン化物を備え、封入される全てのイオン化媒体の質量に対するトリウム (Tm) ハロゲン化物の封入質量比率WTm (%) と亜鉛 (Zn) ハロゲン化物の封入質量比率WZn (%) との和 (WTm+WZn) (%) が数式： $5 \leq (WTm+WZn) \leq 100$ を満足し、亜鉛 (Zn) ハロゲン化物の封入質量比率WZn (%) が数式： $2.5 \leq WZn \leq 15$ を満足し、かつ亜鉛 (Zn) ハロゲン化物の封入質量Aとトリウム (Tm) ハロゲン化物の封入質量Bとの比率A/Bが数式： $0.025 \leq A/B \leq 0.23$ を満足し、水銀を本質的に含まないで構成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部に放電空間を有する透光性気密容器と；

透光性気密容器に封装されて放電空間に臨む一対の電極と；

第 1 のハロゲン化物、第 2 のハロゲン化物および希ガスを含み、第 1 のハロゲン化物は主として可視域に発光する金属のハロゲン化物で、ツリウム (Tm) ハロゲン化物を含み、第 2 のハロゲン化物はランプ電圧形成作用を呈するとともに亜鉛 (Zn) ハロゲン化物を主成分として含み、封入される全てのイオン化媒体の質量に対するツリウム (Tm) ハロゲン化物の封入質量比率 WT_m (%) と亜鉛 (Zn) ハロゲン化物の封入質量比率 WZ_n (%) との和 $(WT_m + WZ_n)$ (%) が数式： $5 \leq (WT_m + WZ_n) \leq 100$ を満足し、亜鉛 (Zn) ハロゲン化物の封入質量比率 WZ_n (%) が数式： $2.5 \leq WZ_n \leq 15$ を満足し、かつ亜鉛 (Zn) ハロゲン化物の封入質量 A とツリウム (Tm) ハロゲン化物の封入質量 B との比率 A/B が数式： $0.025 \leq A/B \leq 0.23$ を満足し、水銀を本質的に含まないで構成されていて、透光性気密容器内に封入されたイオン化媒体と；
を具備していることを特徴とする高圧放電ランプ。

【請求項 2】

内部に放電空間を有する透光性気密容器と；

透光性気密容器に封装されて放電空間に臨む一対の電極と；

第 1 のハロゲン化物、第 2 のハロゲン化物および希ガスを含み、第 1 のハロゲン化物は主として可視域に発光する金属のハロゲン化物で、ツリウム (Tm) ハロゲン化物を含み、第 2 のハロゲン化物はランプ電圧形成作用を呈するとともに亜鉛 (Zn) ハロゲン化物を主成分として含み、封入される全てのハロゲン化物の質量に対するツリウム (Tm) ハロゲン化物の封入質量比率 WT_m (%) と亜鉛 (Zn) ハロゲン化物の封入質量比率 WZ_n (%) との和 $(WT_m + WZ_n)$ (%) が数式： $(WT_m + WZ_n) > 33$ を満足し、かつ亜鉛 (Zn) ハロゲン化物の封入質量比率 WZ_n (%) が数式： $0 < WZ_n < 5$ を満足し、水銀を本質的に含まないで構成されていて、透光性気密容器内に封入されたイオン化媒体と；
を具備していることを特徴とする高圧放電ランプ。

【請求項 3】

内部に放電空間を有する透光性気密容器と；

透光性気密容器に封装されて放電空間に臨む一対の電極と；

第 1 のハロゲン化物、第 2 のハロゲン化物および希ガスを含み、第 1 のハロゲン化物は主として可視域に発光する金属のハロゲン化物で、ツリウム (Tm) ハロゲン化物およびタリウム (Tl) ハロゲン化物を含み、かつツリウム (Tm) ハロゲン化物の封入質量比率を WT_m (%) とし、タリウム (Tl) ハロゲン化物の封入質量比率を WT_l (%) としたとき、比 WT_m/WT_l が数式： $0.05 < WT_l/WT_m < 1.40$ を満足し、第 2 のハロゲン化物はランプ電圧形成作用を呈するとともに亜鉛 (Zn) ハロゲン化物を主成分として含み、水銀を本質的に含まないで構成されていて、透光性気密容器内に封入されたイオン化媒体と；
を具備していることを特徴とする高圧放電ランプ。

【請求項 4】

内部に放電空間を有する透光性気密容器と；

透光性気密容器に封装されて放電空間に臨む一対の電極と；

第 1 のハロゲン化物、第 2 のハロゲン化物および希ガスを含み、第 1 のハロゲン化物は主として可視域に発光する金属のハロゲン化物で、ツリウム (Tm) ハロゲン化物およびアルカリ金属ハロゲン化物を含み、かつツリウム (Tm) ハロゲン化物の封入質量比率を WT_m (%) とし、アルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率を WA (%) としたとき、 WT_m および WA が数式： $30 < WT_m < 90$ および数式： $10 < WA < 60$ をそれぞれ満足し、第 2 のハロゲン化物はランプ電圧形成作用を呈するとともに亜鉛 (Zn) ハロゲン化物を主成分として含み、亜鉛 (Zn) ハロゲン化物の封入質量比率を WZ_n (%) としたとき、 WZ_n が数式： $0 < WZ_n < 20$ を満足し、水銀を本質的に含まないで構成されていて、透光

性気密容器内に封入されたイオン化媒体と；
を具備していることを特徴とする高圧放電ランプ。

【請求項 5】

ツリウム (Tm) ハロゲン化物は、少なくとも臭化ツリウムを含んでいることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか一記載の高圧放電ランプ。

【請求項 6】

照明装置本体と；

照明装置本体に配設された請求項 1 ないし 5 のいずれか一記載の高圧放電ランプと；

高圧放電ランプを点灯する点灯回路と；

10

を具備していることを特徴とする照明装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、水銀を本質的に含まない高圧放電ランプおよびこれを用いた照明装置に関する。

【背景技術】

【0002】

水銀を本質的に含まないメタルハライドランプは既知である（特許文献 1 参照。）。特許文献 1 に記載されたメタルハライドランプは、水銀に代えて相対的に蒸気圧が大きくて、かつ第 1 のハロゲン化物の金属に比較して可視域に発光しにくい金属のハロゲン化物を第 2 のハロゲン化物として主たる可視域発光を行う金属のハロゲン化物を第 1 のハロゲン化物とともに封入している。

20

【0003】

また、特許文献 1 中には、実施形態 1 として電極間距離 4 mm、第 1 のハロゲン化物がヨウ化ジスプロシウム (DyI_3) 1 mg およびヨウ化ネオジム (NdI_3) 1 mg を、希ガスがアルゴン (Ar) 500 Torr を、それぞれ封入していて、入力電力 150 W で点灯する液晶プロジェクタ用のメタルハライドランプが記載されている。この実施形態においては、第 2 のハロゲン化物として例えばヨウ化亜鉛 (ZnI_2) 8 mg を封入した場合、ランプ電圧 73 V、発光効率 68 lm/W、色温度 9160 K である。

30

【0004】

さらに、特許文献 1 中には、実施形態 8 として電極間距離 30 mm、第 1 のハロゲン化物が臭化ジスプロシウム ($DyBr_3$)、臭化ホルミウム ($HoBr_3$) および臭化ツリウム ($TmBr_3$) のそれぞれ 4 mg を、希ガスがアルゴン (Ar) 100 Torr を、それぞれ封入していて、入力電力 2 kW で点灯するメタルハライドランプが記載されている。この実施形態においては、第 2 のハロゲン化物として例えばヨウ化亜鉛 (ZnI_2) 30 mg を封入した場合のランプ電圧 112 V、発光効率 92 lm/W、色温度 5340 K、平均演色評価数 Ra 73 である。

【0005】

さらにまた、ヨウ化亜鉛 (ZnI_2) を用いる無水銀の放電ランプにおいて、 ZnI_2 の封入量を $2 \sim 6 \mu g/mm^3$ に規制することが知られている（特許文献 2 参照。）。この放電ランプでは、主発光金属として $5.0 \sim 5.7 \mu g/mm^3$ のヨウ化ナトリウム (NaI) と $2.7 \sim 3.3 \mu g/mm^3$ のヨウ化スカンジウム (ScI_3) を封入する。

40

【0006】

一方、Na、Tl、In および Tm のハロゲン化物の封入質量比率を所定範囲内に規制することで発光効率、光色および寿命特性が優れた緩衝ガスとして水銀を封入する高圧放電ランプを得ることは既知である（例えば、特許文献 3 参照。）。

【0007】

【特許文献 1】特開平 11-238488 号公報

【特許文献 2】特開 2003-303571 号公報

50

【特許文献3】特開2004-349242号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1に記載された発明よれば、環境負荷の大きな水銀を使用しないで水銀を封入した従来のメタルハライドランプとほぼ同様な電気特性および発光特性を有するメタルハライドランプが得られている。しかし、水銀を本質的に使用しないで、従来以上の発光効率を有するメタルハライドランプの出現が期待されている。

【0009】

白色系の発光を高効率で発生する物質としてナトリウムが用いられているが、ナトリウムのD線は、波長589nmであり、視感度曲線のピーク波長の555nmから離れている。そこで、さらなる効率向上を図るためには、最冷部温度を上昇させる必要がある。

【0010】

ところが、発光管を構成する気密容器の耐熱性やナトリウムの反応性などさまざまな規制を受けるために、大幅な発光効率の向上が困難である。加えて、水銀を封入しないメタルハライドランプ（以下、便宜上「水銀フリーランプ」という。）の場合、ナトリウムは、発光効率に寄与するものの電極間の電位傾度、したがってランプ電圧の点では低下要因となる。放電媒体がナトリウムを多く含む場合、ランプ電圧が低くなるので、所望のランプ電力を投入するためにはランプ電流を増加させる必要がある。その結果、電極軸径を大きくするなど電極や気密容器の設計が困難になるばかりか、安定器の設計も困難になるという問題がある。

【0011】

ところで、特許文献1の場合、従来のメタルハライドランプとほぼ同様な電気特性および発光特性を有するメタルハライドランプの得られるものの発光効率が水銀入りのメタルハライドランプと同等程度である。

【0012】

また、特許文献2によれば、 ZnI_2 は、水銀フリーランプにおける適正ランプ電圧確保に効果があるが、ランプ電圧上昇とともに発光効率低下を伴う。このため、実用的な効率維持を優先すると、 ZnI_2 は上記範囲に限定され、結果として水銀入り放電ランプの約半分のランプ電圧到達に止まる。このため、電極軸径拡大による電極封着の気密維持が困難になったり、点灯回路が大きくなって、回路設計の困難度が高まったりして、高圧放電ランプの水銀フリー化による弊害が生じる。

【0013】

一方、特許文献3の場合、緩衝ガスとして水銀を用いることを前提としているため、水銀フリーランプでは記載されているような良好なランプ特性が得られない。

【0014】

本発明者の研究によると、発光金属がツリウム（Tm）で、かつランプ電圧形成媒体が亜鉛ハロゲン化物主成分の組み合わせの場合に限り、水銀入りの高圧放電ランプと同等ないし優れた発光特性を有する水銀フリーの高圧放電ランプが得られることを見出した。すなわち、ツリウム（Tm）ハロゲン化物単独ではランプ電圧の顕著な増大はないにもかかわらず、亜鉛（Zn）ハロゲン化物を特定の比率で添加した場合には、亜鉛（Zn）ハロゲン化物単独で得られるランプ電圧の2倍程度まで顕著に増大する。また、ツリウム（Tm）ハロゲン化物単独の場合、同じ発光管形状および管壁負荷の条件下で、ツリウム（Tm）ハロゲン化物が十分蒸発しないので発光効率は低い。しかしながら、亜鉛（Zn）ハロゲン化物を特定の比率で添加した場合には、急激、かつ顕著に発光効率が向上する。

【0015】

そこで、本発明者は、さらに研究を進めた結果、水銀入りの高圧放電ランプと同等ないし優れた電気特性および発光特性を示すために、実用上きわめて有利なツリウム（Tm）ハロゲン化物とヨウ化亜鉛（ ZnI_2 ）の組み合わせ範囲を見出した。

【0016】

10

20

30

40

50

また、その実用化に向けた開発を進める過程において、透光性気密容器の白濁現象の発生を抑制することにより、適正な電気特性を確保しながら同時に高効率を達成することができることも見出した。

【0017】

本発明は、第1のハロゲン化物がトリウム（Tm）ハロゲン化物を含み、かつ第2のハロゲン化物が亜鉛（Zn）ハロゲン化物を主体とする組み合わせにおいて、水銀入りの高圧放電ランプと同等ないし優れた電気特性および発光特性を示すために、実用上極めて有利な高圧放電ランプおよびこれを用いた照明装置を提供することを主な目的とする。

【0018】

また、本発明は、加えて透光性気密容器の白濁現象の発生を抑制した高圧放電ランプおよびこれを用いた照明装置を提供することを副次的な目的とする。 10

【0019】

さらに、本発明は、加えて製造の容易な高圧放電ランプおよびこれを用いた照明装置を提供することを他の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0020】

〔第1の発明について〕

第1の発明の高圧放電ランプは、内部に放電空間を有する透光性気密容器と；

透光性気密容器に封装されて放電空間に臨む一対の電極と；第1のハロゲン化物、第2のハロゲン化物および希ガスを含み、第1のハロゲン化物は主として可視域に発光する金属のハロゲン化物で、トリウム（Tm）ハロゲン化物を含み、第2のハロゲン化物はランプ電圧形成作用を呈するとともに亜鉛（Zn）ハロゲン化物を主成分として含み、封入される全てのイオン化媒体の質量に対するトリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量比率 W_{Tm} （％）と亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量比率 W_{Zn} （％）との和 $(W_{Tm}+W_{Zn})$ （％）が数式： $5 \leq (W_{Tm}+W_{Zn}) \leq 100$ を満足し、亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量比率 W_{Zn} （％）が数式： $2.5 \leq W_{Zn} \leq 15$ を満足し、かつ亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量Aとトリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量Bとの比率 A/B が数式： $0.025 \leq A/B \leq 0.23$ を満足し、水銀を本質的に含まないで構成されていて、透光性気密容器内に封入されたイオン化媒体と；を具備していることを特徴としている。 20

【0021】

（第1のハロゲン化物について）

第1のハロゲン化物は、主として可視域に発光する金属のハロゲン化物であり、トリウム（Tm）ハロゲン化物を含んでいる。

【0022】

トリウム（Tm）ハロゲン化物は、亜鉛ハロゲン化物との組み合わせにおいて、これら両物質を後述する所定範囲の割合で含んでいる。トリウムは、比視感度曲線のピーク付近に無数の輝線スペクトルが存在し、かつ短波長側でも適度にスペクトルが存在し、その発光のピークが視感度曲線のピークに一致するので、高圧放電ランプの発光効率を向上させるのに極めて効果的な発光金属であるといえる。

【0023】

また、トリウムハロゲン化物は、特に後述する亜鉛ハロゲン化物との所定範囲での共存下において、それ自体が電極間の電位傾度、したがってランプ電圧を顕著に高くする作用を有している。この作用により、亜鉛（Zn）ハロゲン化物単独で封入する場合と比較して最大で2倍程度のランプ電圧を得ることができる。したがって、トリウムハロゲン化物は、水銀フリーランプに好適な発光金属のハロゲン化物である。 40

【0024】

第1の発明において、トリウムハロゲン化物は、本発明の目的を達成するために、その封入質量比率が亜鉛ハロゲン化物の封入比率との関係において、後述する所定の範囲内に規定される。

【0025】

さらに、第1のハロゲン化物は、ツリウム（Tm）以外の発光金属のハロゲン化物を含んでいることが許容される。ツリウム以外の発光金属としては、例えばタリウム（Tl）、アルカリ金属などであり、さらなる発光効率の向上、色度および／または色温度の改善などの目的で封入することができる。

【0026】

（第2のハロゲン化物について）

第2のハロゲン化物は、ランプ電圧形成作用に主として寄与するハロゲン化物である。第1の発明において、第2のハロゲン化物は、亜鉛（Zn）ハロゲン化物を主成分として含んでいる。所望により副成分として次のグループから選択された金属のハロゲン化物を添加することができる。すなわち、マグネシウム（Mg）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、クロム（Cr）、亜鉛（Zn）、ニッケル（Ni）、マンガン（Mn）、アルミニウム（Al）、アンチモン（Sb）、ビスマス（Bi）、ベリリウム（Be）、レニウム（Re）、ガリウム（Ga）、チタン（Ti）、ジルコニウム（Zr）およびハフニウム（Hf）のグループから選択された一種または複数種である。

【0027】

また、亜鉛ハロゲン化物は、ツリウムハロゲン化物との和において、封入質量比率（％）が以下に説明する範囲内にあるように規定されている。

【0028】

（第1および第2のハロゲン化物の封入質量比率について）

ツリウム（Tm）ハロゲン化物のイオン化媒体全体に対する封入質量比率（％）を WTm とし、亜鉛（Zn）ハロゲン化物のイオン化媒体全体に対する封入質量比率（％）を WZn とし、亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量を A とし、ツリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量を B としたとき、それらが以下の各数式をともに満足するものとする。

【0029】

（数式1） $5 \leq (WTm + WZn) \leq 100$

（数式2） $2.5 \leq WZn \leq 15$

（数式3） $0.025 \leq A/B \leq 0.23$

上記数式1において、 $WTm + WZn$ が5％以上であれば、本発明の効果を得ることができる。高圧放電ランプに封入されるハロゲン化物の全体がツリウム（Tm）ハロゲン化物および亜鉛（Zn）ハロゲン化物からなる構成であってもよい。しかし、例えば色度を調整するためなど所望によりツリウム（Tm）ハロゲン化物および亜鉛（Zn）ハロゲン化物以外のイオン化媒体、例えば金属ハロゲン化物や金属単体などを封入することができる。なお、好適には数式： $(WTm + WZn) > 33$ を満足する範囲内である。

【0030】

上記数式2において、 WZn のイオン化媒体全体に対する質量比率が2.5％未満であると、ランプ電圧上昇および発光効率向上の効果が必ずしも十分に得られなくなる。また、上記比率が15％を超過すると、ランプ電圧上昇は得られるものの、発光効率の向上が不十分になる。なお、好適には数式： $3.0 \leq WZn \leq 10$ を満足する範囲である。

【0031】

上記数式3において、亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量 A とツリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量 B の比率 A/B が0.025未満であると、ランプ電圧上昇および発光効率向上の効果が急激に減退し、第1の発明の効果が十分に得られなくなる。また、比率 A/B が0.23を超過すると、ランプ電圧は上昇するものの、発光効率が低下傾向を示し、発光効率向上の効果が不十分になり、実用的でなくなる。なお、好適には数式： $0.030 \leq A/B \leq 0.14$ を満足する範囲である。

〔第2の発明について〕

第2の発明の高圧放電ランプは、内部に放電空間を有する透光性気密容器と；透光性気密容器に封装されて放電空間に臨む一対の電極と；第1のハロゲン化物、第2のハロゲン化物および希ガスを含み、第1のハロゲン化物は主として可視域に発光する金属のハロゲン化物で、ツリウム（Tm）ハロゲン化物を含み、第2のハロゲン化物はランプ電圧形

10

20

30

40

50

成作用を呈するとともに亜鉛（Zn）ハロゲン化物を主成分として含み、封入される全てのハロゲン化物の質量に対するトリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量比率 WT_m （％）と亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量比率 WZ_n （％）との和（ $WT_m + WZ_n$ ）が数式： $(WT_m + WZ_n) > 33$ を満足し、かつ亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量比率 WZ_n が数式： $0 < WZ_n < 5$ を満足し、水銀を本質的に含まないで構成されていて、透光性気密容器内に封入されたイオン化媒体と；を具備していることを特徴としている。

【0032】

（第1および第2のハロゲン化物の封入質量比率について）

トリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量比率（％）を WT_m とし、亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量比率（％）を WZ_n としたとき、それらの和（ $WT_m + WZ_n$ ）が数式： $(WT_m + WZ_n) > 33$ を満足し、かつ亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量比率 WZ_n が数式： $0 < WZ_n < 5$ を満足するように封入される。なお、亜鉛ハロゲン化物に加えて、第1の発明において説明した前記副成分を添加した場合、上記数式については副成分の封入量と亜鉛ハロゲン化物の封入量の和をもって亜鉛ハロゲン化物の封入質量比率 WZ_n とするものとする。

【0033】

第2の発明においては、数式： $(WT_m + WZ_n) > 33$ を満足する範囲内であれば、亜鉛ハロゲン化物およびトリウムハロゲン化物が寄与して得られる適正なランプ電圧の水銀フリーの下でトリウム（Tm）の発光を高効率で得ることができる。これに対して、 $WT_m + WZ_n$ が33以下になると、ランプ電圧が低くなりすぎて適正範囲から外れてしまうために不可である。なお、好適には数式： $100 > (WT_m + WZ_n) > 50$ を満足する範囲内である。

【0034】

また、数式： $0 < WZ_n < 5$ を満足する範囲内であれば、適正なランプ電圧上昇の効果が得られるとともに、白濁現象の発生を抑制することができる。第1の発明における上記のような第1および第2のハロゲン化物の組み合わせにおいて、亜鉛ハロゲン化物の封入量が多いほど高いランプ電圧を得ることができるが、亜鉛ハロゲン化物の封入質量比率 WZ_n が5%以上になると、透光性気密容器の白濁現象が進行し、低効率・短寿命を引き起こす。なお、好適には数式： $1.5 < WZ_n < 4$ である。より一層好適には数式： $2.5 < WZ_n < 4$ を満足する範囲である。

〔第3の発明について〕

第3の発明の高圧放電ランプは、内部に放電空間を有する透光性気密容器と；透光性気密容器に封装されて放電空間に臨む一对の電極と；第1のハロゲン化物、第2のハロゲン化物および希ガスを含み、第1のハロゲン化物は主として可視域に発光する金属のハロゲン化物で、トリウム（Tm）ハロゲン化物およびタリウム（Tl）ハロゲン化物を含み、かつトリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量比率 WT_m とタリウム（Tl）ハロゲン化物の封入質量比率 WT_l との比 WT_l / WT_m が数式： $0.05 < WT_l / WT_m < 1.40$ を満足し、第2のハロゲン化物はランプ電圧形成作用を呈するとともに亜鉛（Zn）ハロゲン化物を主成分として含み、水銀を本質的に含まないで構成されていて、透光性気密容器内に封入されたイオン化媒体と；を具備していることを特徴としている。

【0035】

（第1のハロゲン化物について）

第3の発明において、第1のハロゲン化物は、トリウム（Tm）ハロゲン化物およびタリウム（Tl）ハロゲン化物を含んでいる。トリウム（Tm）は、第1の発明において説明したように高圧放電ランプの発光効率を向上させるのに極めて効果的な発光金属である。そして、第3の発明においては、タリウム（Tl）に対して後述するような比率で封入される。すなわち、トリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量比率を WT_m とし、タリウム（Tl）ハロゲン化物の封入質量比率を WT_l としたとき、比 WT_l / WT_m が数式： $0.05 < WT_l / WT_m < 1.40$ を満足する範囲内に規定している。

【0036】

10

20

30

40

50

第3の発明においては、高圧放電ランプとしての発光効率および光色は、第1の発明において説明したようにツリウムにより支配される。しかしながら、タリウムを添加したことにより、さらなる効率向上に寄与させることができる。

【0037】

また、特質すべきことは、ツリウムハロゲン化物がヨウ化ツリウムの場合、それ単独ではペレット化するのが困難であるが、タリウムハロゲン化物を添加することにより、ペレット化しやすくなることである。このため、高圧放電ランプの製造が容易になる。

【0038】

なお、比 WTl/W_{Tm} が数式： $0.10 < WTl/W_{Tm} < 0.50$ を満足する範囲内であれば、発光効率および光色ともにより一層良好になり好適である。

10

【0039】

これに対して、比 WTl/W_{Tm} が0.05以下の場合、タリウムハロゲン化物の蒸気圧が不十分となり、発光効率の向上に寄与が得られない。また、比 WTl/W_{Tm} が1.4以上になると、発光効率が顕著に低下するので、適当でない。

【0040】

ところで、タリウム(Tl)は、波長535nmに輝線を有するので、これを添加すると、発光中の緑色成分を増加することができる。第3の発明において、好ましくはツリウムハロゲン化物を全てのハロゲン化物に対して最大封入質量比率とするとともに、タリウムハロゲン化物の封入質量比率範囲を全ての金属ハロゲン化物に対して30%未満とするのがよい。タリウムハロゲン化物の封入比率範囲が30質量%以上になると、発光効率の低下が顕著になる。なお、好適には15質量%未満の範囲で封入するのがよい。

20

【0041】

(第2のハロゲン化物について)

第2のハロゲン化物については第1の発明におけるのと同様である。

[第4の発明について]

第4の発明の高圧放電ランプは、内部に放電空間を有する透光性気密容器と；透光性気密容器に封装されて放電空間に臨む一対の電極と；第1のハロゲン化物、第2のハロゲン化物および希ガスを含み、第1のハロゲン化物は主として可視域に発光する金属のハロゲン化物で、ツリウム(Tm)ハロゲン化物およびアルカリ金属ハロゲン化物を含み、かつツリウム(Tm)ハロゲン化物の封入質量比率を WTm とし、アルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率を WA としたとき、 WTm および WA が数式： $30 < WTm < 90$ および数式： $10 < WA < 60$ をそれぞれ満足し、第2のハロゲン化物はランプ電圧形成作用を呈するとともに亜鉛(Zn)ハロゲン化物を主成分として含み、亜鉛(Zn)ハロゲン化物の封入質量比率を WZn としたとき、 WZn が数式： $0 < WZn < 20$ を満足し、水銀を本質的に含まないで構成されていて、透光性気密容器内に封入されたイオン化媒体と；を具備していることを特徴としている。

30

【0042】

(第1のハロゲン化物について)

第1のハロゲン化物は、第1-3の各発明における説明したツリウムハロゲン化物に加えてアルカリ金属ハロゲン化物を添加している。そして、ツリウムハロゲン化物およびアルカリ金属ハロゲン化物の封入量が所定質量比率範囲内に規定されている。すなわち、ツリウムハロゲン化物の封入質量比率を WTm とし、アルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率を WA としたとき、 WTm および WA が数式： $30 < WTm < 90$ および数式： $10 < WA < 60$ をそれぞれ満足する。

40

【0043】

そうして、第4の発明においては、数式： $30 < WTm < 90$ を満足するツリウムハロゲン化物が第1のハロゲン化物として封入されるときに、アルカリ金属、例えばナトリウム(Na)を上記数式を満足する範囲内で添加すると、点灯中の放電アークの湾曲が抑制される。これに伴って、透光性気密容器の上部の温度が低減するので、ツリウムハロゲン化物と透光性気密容器との間の反応が抑制され、結果として透光性気密容器の白濁現象が低

50

減する。なお、好適には数式： $50 < W_{Tm} < 80$ および数式： $15 < W_A < 30$ の範囲内である。この範囲内であれば、白濁が十分抑制されながら Tm 量をおおくとれるので好都合である。

【0044】

これに対して、前者の数式において、ツリウムハロゲン化物の封入質量比率 W_{Tm} が 30 以下になると、発光効率が不十分になるので不可である。また、同じく 90 以上になると、他のハロゲン化物が少なくなりすぎて例えば白濁などの不都合が増加するので不可である。後者の数式において、アルカリ金属の封入質量比率 W_A が 10 以下になると、白濁抑制効果が不十分になるので不可である。また、同じく 60 以上になると、他の金属ハロゲン化物が減少して発光効率が低下するので不可である。

10

【0045】

(第2のハロゲン化物について)

第2のハロゲン化物については第1の発明において説明したのと同様であるが、第3の発明においては、全てのハロゲン化物に対する封入質量比率を W_{Zn} としたとき、数式 $0 < W_{Zn} < 20$ を満足する範囲内に規定されている。しかし、適正なランプ電圧を得て、しかも高効率な高圧放電ランプを得るためには、数式 $5 < W_{Zn} < 15$ を満足する範囲内であるのが好ましい。

〔第5の発明について〕

第5の発明の高圧放電ランプは、第1ないし第4の発明において、ツリウム (Tm) ハロゲン化物は、少なくとも臭化ツリウムを含んでいることを特徴としている。

20

【0046】

第5の発明においては、臭化ツリウムを含んでいることにより、ツリウムの輝線スペクトルを効果的に利用できる、寿命特性が改善される、高圧放電ランプ製造が容易になるという効果がある。

【0047】

すなわち、ツリウム (Tm) は、既述のように高圧放電ランプの発光効率を向上させるのに極めて効果的な発光金属である。しかしながら、どのようなハロゲンを用いてツリウムハロゲン化物を得るか問題がある。

【0048】

すなわち、反応が適度であるために高圧放電ランプにおいて多用されているヨウ化物の形態であると、融点が 1030°C であり、したがって融点が高い。このため、 Tm の輝線スペクトルを得るには透光性気密容器の作動温度を上昇させる必要である。

30

【0049】

一方、臭化ツリウムの場合、融点は 952°C であり、また同温度での蒸気圧も高い。このため、ヨウ化ツリウムより効果的に Tm の輝線スペクトルを利用することができる。また、透光性気密容器の作動温度を低下させることができる。したがって、作動温度が低下した分、高圧放電ランプの寿命特性が相応に改善される。

【0050】

さらに、ヨウ化ツリウムは、それ単体であると、ペレット化が困難である。しかし、臭化ツリウムの場合、それ単体およびヨウ化ツリウムと混合した状態でペレット化が可能である。このため、封入物の製造工程、延いては高圧放電ランプの製造が容易になる。

40

【0051】

しかしながら、臭素が放電空間内に存在すると、臭素が電極のタングステンと反応してタングステンが融点の低い化合物を形成しやすい。したがって、過度に臭素を封入すると、電極の損傷が大きくなるから留意する必要がある。

【0052】

第5の発明において、好適な態様は、次のとおりである。

【0053】

1. イオン化媒体中における全てのハロゲン化物に対するツリウムハロゲン化物の封入質量を A とし、第2のハロゲン化物の封入質量を B としたとき、 A および B が数式： 30

50

$A < 95$ および数式： $0 < B < 20$ を満足する。

【0054】

なお、ツリウムハロゲン化物および第2のハロゲン化物は、第1ないし第4の発明のいずれかにおけるツリウムハロゲン化物および第2のハロゲン化物を適用することができる。また、ツリウムハロゲン化物は、少なくともその一部が臭化ツリウムにより構成されている。

【0055】

上記第1の態様によれば、第1ないし第4の発明における効果に加えてさらに発光効率に優れた水銀フリーの高圧放電ランプを得ることができる。

【0056】

2. ツリウム (Tm) ハロゲン化物の全てのハロゲン化物に対する封入質量をAとし、第2のハロゲン化物の封入質量をBとしたとき、 $(A + B)$ およびBが数式： $50 < (A + B) < 90$ および数式： $20 < B < 90$ を満足する。

【0057】

上記第2の態様によれば、第1ないし第4の発明における効果に加えてさらに電位傾度が高く電気特性に優れた水銀フリーの高圧放電ランプを得ることができる。

【0058】

3. 上記第1および第2の態様において、臭化ツリウムのツリウムハロゲン化物全体に対する封入質量比率 (%) をCとしたとき、Cが数式： $5 < C < 60$ を満足する。なお、TmBrが十分な量の範囲となり、高効率により低温において得られるため、好適には数式： $30 < C < 60$ を満足する範囲内である。

【0059】

上記第3の態様によれば、製造が容易で発光効率が高いとともに、電極の損傷が深刻な状態にならない水銀フリーの高圧放電ランプを得ることができる。

【0060】

4. 上記第1ないし第3の態様において、第1のハロゲン化物にイオン化ポテンシャルが5.4 eV以上の金属のハロゲン化物を添加する第2の態様を単独で、または第1の態様とともに、付加することができる。

【0061】

上記第4の態様によれば、電位傾度の低下を容易に回避した水銀フリーの高圧放電ランプを得ることができる。

【0062】

(第1ないし4の発明におけるその他の態様について)

(1) 透光性気密容器の最冷部の温度をTC (°C) としたとき、最冷部の温度TCが数式： $540 < TC < 660$ を満足する範囲内となるように構成する第1の態様を付加することができる。ただし、上記最冷部の温度は、最冷部に正対する透光性気密容器の外表面における温度をいう。

【0063】

上記第1の態様によれば、適正ランプ電圧および高効率を両立した水銀フリーの高圧放電ランプを得ることができる。

【0064】

(2) 第1のハロゲン化物にイオン化ポテンシャルが5.4 eV以上の金属のハロゲン化物を添加することができる。なお、所望により第2の態様を第1の態様とともに、第1の発明に付加することができる。

【0065】

上記第2の態様によれば、電位傾度の低下を回避するのが容易になる水銀フリーの高圧放電ランプを得ることができる。

【発明の効果】

【0066】

第1ないし第6の各発明によれば、水銀入りの高圧放電ランプと同等ないし優れた電気

10

20

30

40

50

特性および発光特性を示すために、実用上極めて有利な高圧放電ランプおよびこれを用いた照明装置を提供することができる

また、第2ないし第4の各発明によれば、上記の効果に加えて透光性気密容器の白濁現象の発生を抑制した高圧放電ランプおよびこれを用いた照明装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0067】

以下、図面を参照して第1ないし第5の発明を実施するための形態について説明する。
(第1の形態)

図1は、第1の発明の高圧放電ランプを実施するための第1の形態を示す正面図である。本形態は、第1の発明の一適用例としての自動車前照灯用の高圧放電ランプであり、図において高圧放電ランプMHLは、発光管IT、絶縁チューブT、外管OTおよび口金Bからなり、水平点灯される。 10

【0068】

発光管ITは、透光性気密容器1、一对の電極2、2、封着金属箔3、一对の導入線4、4およびイオン化媒体からなる。

【0069】

透光性気密容器1は、高圧放電ランプMHLの通常の作動温度に十分耐える耐火性を備える材料であり、かつ放電によって発生した所望波長域の可視光を外部に導出することができる、どのようなもので作られていてもよい。例えば、石英ガラスや透光性セラミックスなどを用いることができる。なお、透光性セラミックスとしては、透光性アルミナ、イットリウム-アルミニウム-ガーネット(YAG)、イットリウム酸化物(YOX)と、多結晶非酸化物、例えばアルミニウム窒化物(AlN)などの多結晶または単結晶のセラミックスなどを用いることができる。なお、必要に応じて、透光性気密容器1の内面に耐ハロゲン性または耐金属性の透明性被膜を形成するか、透光性気密容器1の内面を改質することが許容される。 20

【0070】

また、透光性気密容器1は、その内部に放電空間1cを有している。そして、放電空間1cを包囲するために、透光性気密容器1は、包囲部1aを備えている。包囲部1aは、その内部に形成される放電空間1cを適当な形状、例えば球状、楕円球状、ほぼ円柱状などの形状に画成している。放電空間1cの容積は、高圧放電ランプMHLの定格ランプ電力、電極間距離などに応じてさまざまな値が選択され得る。例えば、液晶プロジェクタ用ランプの場合、0.1cc以下にすることができる。自動車前照灯用ランプの場合、0.05cc以下にすることができる。また、一般照明用ランプの場合、定格ランプ電力に応じて1cc以上および以下のいずれにすることもできる。 30

【0071】

また、包囲部1aの両端に一对の封止部1b、1bを備えていることが許容される。封止部1bは、包囲部1aを封止するとともに、後述する電極2の軸部がここに支持され、かつ図示しない点灯回路から電流を電極2へ気密に導入するのに寄与する手段であり、一般的には包囲部1aの両端に配設されている。 40

【0072】

図示の形態のように透光性気密容器1の材質が石英ガラスからなる場合、封止部1bは、その内部に石英ガラスが充実し、かつ封着金属箔3が気密に埋設されている。封止部1bは、包囲部1aを封止するとともに、後述する電極2の軸部がここに支持され、かつ点灯回路から電流を電極2へ気密に導入するのに寄与する手段である。封着金属箔3の放電空間1c側の端部には電極2の基端が溶接され、他端には導入線4が溶接されている。なお、封着金属箔3は、封止部1bの内部に気密に埋設されて封止部1bが透光性気密容器1の包囲部1aの内部を気密に維持するのに寄与すると同時に、封止部1bと協働しながら電流導通導体として機能するための手段である。そして、材料としては、透光性気密容器1が石英ガラスからなる場合、モリブデン(Mo)が最適である。封着金属箔3を封止 50

部 1 b に埋設する方法は、特段限定されないが、例えば減圧封止法、ピンチシール法およびこれらの組み合わせ法などの中から適宜選択して採用することができる。

【0073】

なお、図において、左方の封止部 1 b を形成した後、封止管 1 a 1 が切断されないで封止部 1 b の端部から一体に延長していて、口金 B 内へ延在している。

【0074】

一方、透光性気密容器 1 が透光性セラミックスからなる場合の封止手段としては、例えばフリット材を透光性セラミックスと導入導体の間に流し込んで封止するフリット封着や透光性気密容器 1 または給電導体と同質材料の融着により封止する技術などを用いることができる。

【0075】

また、透光性気密容器 1 の封止部 1 b を所要の比較的低い温度に保持しながら透光性気密容器 1 内に形成される最冷部温度を所望の比較的高い温度に維持するために、包囲部 1 a に連通する小径筒部を形成することができる。このような構造の場合、封止部 1 a は小径筒部の端部部分に配設されるとともに、小径筒部内に電極軸を延在させて電極軸と小径筒部の内面との間にキャピラリーと称する僅かな隙間を小径筒部の軸方向に沿って形成するのが一般的である。なお、電極 2 の基端は、給電導体すなわち導入線に接続する。

【0076】

一对の電極 2、2 は、透光性気密容器 1 に封装されてその先端が放電空間 1 c に離間して臨むように配設される。一对の電極 2、2 の間に形成される電極間距離は、液晶プロジェクタなどの場合、好適には 2 mm 以下であり、0.5 mm のものであってもよい。前照灯用としては中心値で 4.2 mm が規格化されている。一般照明用ランプの場合、小形で電極間距離の小さいものでは 6 mm 以下、中形ないし大形では 6 mm 以上に設定することができる。

【0077】

また、電極 2 の構成材としては、耐火性で、導電性の金属、例えば純タングステン (W)、ドーパ剤 (例えばスカンジウム (Sc)、アルミニウム (Al)、カリウム (K) およびケイ素 (Si) などのグループから選択された一種または複数種) を含有するドーパドタングステン、酸化トリウムを含有するトリエーテッドタングステン、レニウム (Re) またはタングステン-レニウム (W-Re) 合金などを用いて形成することができる。

【0078】

さらに、小形のランプの場合、直棒状の線材や先端部に径大部を形成した線材を電極 2 として用いることができる。中形ないし大形の電極 2 の場合、電極軸の先端部に電極構成材製のコイルを巻回したりすることができる。なお、一对の電極 2、2 は、交流で作動する場合、同一構造とするが、直流で作動する場合、一般に陽極は温度上昇が激しいから、陰極より放熱面積の大きい、したがって主部が太いものを用いることができる。

【0079】

図に示す形態において、電極 2 は、ドーパドタングステン線からなり、軸方向の先端部、中間部および基端部にわたり軸部の直径が同じで、かつ先端部および中間部の一部が放電空間 1 c 内に露出している。また、電極 1 b の基端部が封止部 1 b に埋設された後述する封着金属箔 3 の放電空間 1 c 側の端部に溶接されるとともに、中間部が封止部 1 b に緩く支持されることによって気密容器 1 の所定の位置に配設されている。

【0080】

封着金属箔 3 は、前述のようにモリブデン箔からなる。

【0081】

一对の導入線 4、4 は、その基端側が封止部 1 b の端部から外部へ導出されている。図において発光管 I T から右方へ導出された導入線 4 は、その中間部が後述する外管 O T に沿って折り返されて後述する口金 B 内に導入されて口金 B の外周面に配設されたリング状をなす一方の口金端子 t 1 に接続している。また、図において発光管 I T から左方へ導出された導入線 4 は、管軸に沿って延在して口金 B 内に導出されて図示されていない中央に

配設されたピン状をなす他方の口金端子に接続している。

【0082】

イオン化媒体は、既述のように本発明の特徴的構成部分であり、第1のハロゲン化物、第2のハロゲン化物および希ガスを含んでいるが、水銀を本質的に含んでいない。

【0083】

第1のハロゲン化物は、ツリウム（Tm）ハロゲン化物を含んでいる。第2のハロゲン化物は、亜鉛（Zn）ハロゲン化物が主成分となっている。上記ツリウム（Tm）ハロゲン化物および亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入量は以下説明するように所定範囲内に規定される。

【0084】

すなわち、封入される全てのイオン化媒体の質量に対するツリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量比率 W_{Tm} と亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量比率 W_{Zn} との和（ $W_{Tm}+W_{Zn}$ ）が数式： $5 \leq (W_{Tm}+W_{Zn}) \leq 100$ を満足し、亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量比率 $W_{Zn}(\%)$ が数式： $2.5 \leq W_{Zn} \leq 15$ を満足し、かつ亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量Aとツリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量Bとの比率 A/B が数式： $0.025 \leq A/B \leq 0.23$ を満足する。

【0085】

希ガスは、始動ガスおよび緩衝ガスとして作用し、キセノン（Xe）、アルゴン（Ar）およびネオン（Ne）などのグループの一種を単独で、または複数種を混合して封入することができる。希ガスの封入圧力は、高圧放電ランプの用途に応じて適宜設定することができる。

【0086】

希ガスの中でもキセノンは、その原子量が他の希ガスより大きいいため、熱伝導率が相対的に小さいので、これを0.6気圧以上、好適には5気圧以上封入することにより、点灯直後のランプ電圧形成に寄与するとともに、ハロゲン化物の蒸気圧が低い段階で白色の可視光放射を行って光束立ち上がりに寄与するので、前照灯用の高圧放電ランプの場合に効果的である。この場合、キセノンの好ましい封入圧は、6気圧以上、より好適には8～16気圧の範囲である。このため、点灯直後からの光束立ち上がりおよび光色立ち上がりに寄与して点灯直後から自動車前照灯用のHID光源としての白色発光の規格を満足することができる。

【0087】

水銀（Hg）は、全く含まないのが環境負荷物質削減のために好ましいことであるが、不純物程度に含んでいても許容される。

【0088】

外管OTは、紫外線カット性能を備えており、内部に発光管ITを収納していて、両端の縮径部5（図では右方の一端のみが示されている。）が発光管ITの封止部1bにガラス溶着している。しかし、外管OTの内部は気密ではなく、外気に連通している。

【0089】

絶縁チューブTは、セラミックスのチューブからなり、導入線4を被覆している。

【0090】

口金Bは、自動車前照灯用として規格化されているもので、発光管ITおよび外管OTを中心軸に沿って植立して支持していて、自動車前照灯の背面に着脱可能に装着される。また、装着時に電源側のランプソケット（図示しない。）と接続し得るように筒状部の外周面に配設されたリング状をなす一方の口金端子t1と、筒状部の内部に形成された一端開放の凹部内において中央で軸方向に突出して配設されたピン状をなす他方の口金端子とを備えて構成されている。

【実施例1】

【0091】

図1に示す自動車前照灯用のメタルハライドランプである。

【0092】

10

20

30

40

50

透光性気密容器 1 : 透光性セラミックスを一体成形したもので、包囲部；管軸方向の長さ8.0mm、最大内径2.9mm、肉厚0.5mm、直線透過率30%、材料の平均粒径0.5~1.0 μ m、小径筒部；内径0.7mm、肉厚0.5mm、長さ12mm、直線透過率20%、材料の平均粒径0.5~1.0 μ m

一対の電極 : ドープドタングステン製、電極間距離4.2mm
 イオン化媒体 : $\text{TmI}_3\text{-NaI-ZnI}_2$ (70:20:10質量%) 2mg、Xe10気圧
 点灯姿勢 : 水平点灯
 ランプ電力 : 30W
 電気特性 : ランプ電圧85V
 発光特性 : 発光効率110

10

lm/W

【実施例 2】

【0093】

イオン化媒体 : $\text{TmBr}_3\text{-NaI-ZnI}_2$ (70:20:10質量%) 2mg、Xe10気圧
 電気特性 : ランプ電圧88V
 発光特性 : 発光効率110

lm/W

その他は実施例 1 と同じ。

20

【実施例 3】

【0094】

イオン化媒体 : $\text{TmBr}_3\text{-TlI-NaI-ZnI}_2$ (50:20:20:10質量%) 3mg、Xe10気圧
 電気特性 : ランプ電圧75V
 発光特性 : 発光効率100

lm/W

その他は実施例 1 と同じ。

[比較例 1]

イオン化媒体 : $\text{TmI}_3\text{-NaI}$ (80:20質量%) 2mg、Xe10気圧
 電気特性 : ランプ電圧27V
 発光特性 : 発光効率45

lm/W

その他は実施例 1 と同じ。

30

[比較例 2]

透光性気密容器 1 : 石英ガラス製、包囲部の長さ8.0mm、最大内径2.4mm、肉厚1.8mm
 イオン化媒体 : $\text{ScI}_3\text{-NaI-InBr-ZnI}_2$ (20:50:1:29質量%) 0.5mg、Xe10気圧
 ランプ電力 : 35W
 電気特性 : ランプ電圧42V
 発光特性 : 発光効率90

40

lm/W

その他は実施例 1 と同じ。

図 2 は、第 1 の発明におけるランプ電圧および発光効率と亜鉛ハロゲン化物およびツリウム (Tm) ハロゲン化物の封入質量比との関係を説明するグラフである。図において、横軸は亜鉛 (Zn) ハロゲン化物の封入質量 A とツリウム (Tm) ハロゲン化物の封入質量 B との比率 A/B を、縦軸はランプ電圧 (相対値) および発光効率 (相対値) を、それぞれ示す。また、図中の曲線 V1 はランプ電圧、曲線 η は発光効率、をそれぞれ示している。

50

【0095】

図から理解できるように、ランプ電圧（曲線V1）は亜鉛ハロゲン化物が多くなるにしたがって高くなるが、とりわけA/Bが0.025以上になると、急激に上昇し、0.15辺りから上昇率が小さくなる。これに対して、発光効率（曲線η）は、A/Bが0.025以上になると、急激に高くなり、0.15辺りがピークでその後A/Bの増加に対して発光効率が緩やかに低下していく。

【0096】

以上から、第1の発明の範囲である数式： $0.025 \leq A/B \leq 0.23$ を満足する範囲内で高いランプ電圧で、しかも高い発光効率の得られることが分かる。

（第2の形態）

第2の形態は、第2の発明に関し、イオン化媒体の構成が第1の形態と異なる。すなわち、イオン化媒体は、封入される全てのハロゲン化物の質量に対するトリウム（Tm）ハロゲン化物の封入質量比率WTmと亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量比率WZnとの和（WTm+WZn）が数式（WTm+WZn）>33を満足し、かつ亜鉛（Zn）ハロゲン化物の封入質量比率WZnが数式 $0 < WZn < 5$ を満足する。

【0097】

希ガスは、第1の形態におけるのと同様であることを許容する。

【実施例4】

【0098】

図1に示す自動車前照灯用のメタルハライドランプである。

【0099】

透光性気密容器1：最大外径6.0mm、球体長6.5mm、最大内径2.4mm、最冷部温度600℃

一对の電極：ドーブダングステン製、軸径0.3mm、全長10mm、電極間距離4.2mm

イオン化媒体：TmI₃-TlI-ZnI₂（70：26：4）0.6mg、
（）内の数字は封入質量比率（%）、Xe13気圧

電気特性：最冷部温度600℃で点灯したときのランプ電圧74V

発光特性：全光束4900lm、発光効率100lm/W、

点灯による透光性気密容器の白濁減少は確認できなかった。

以下、図3ないし図5を参照して第2の形態に関し、封入物とランプ電圧および透光性気密容器の白濁の関係と、透光性気密容器の最冷部と発光効率の関係とを実験データに基づいて説明する。

【0100】

図3は、第2の発明に関し、全てのハロゲン化物に対するトリウムハロゲン化物および亜鉛ハロゲン化物の封入質量比率とランプ電圧の関係を示すグラフである。図において、横軸はトリウムハロゲン化物および亜鉛ハロゲン化物の封入質量比率（WTm+WZn）（%）を、縦軸はランプ電圧（V）を、それぞれ示す。

【0101】

図から理解できるように、封入質量比率（WTm+WZn）が33%超であれば、水銀入りの場合と同等およびそれ以上のランプ電圧が得られる。

【0102】

図4は、第2の発明に関し、全てのハロゲン化物に対する亜鉛ハロゲン化物の封入質量比率と透光性気密容器の白濁発生程度の関係を示すグラフである。図において、横軸は亜鉛ハロゲン化物の封入質量比率WZn（%）を、縦軸は白濁程度を、それぞれ示す。なお、白濁の程度は、目視による相対的な判定である。

【0103】

図から理解できるように、封入質量比率WZnが5%未満であれば、透光性気密容器に発生する白濁が発光効率および寿命特性に影響を与えない程度に抑制される高圧放電ランプ

10

20

30

40

50

が得られる。

【0104】

図5は、第2の発明に関し、透光性気密容器の最冷部温度と発光効率の関係を示すグラフである。図において、横軸は最冷部温度（℃）を、縦軸は効率（lm/W）を、それぞれ示す。

【0105】

図から理解できるように、最冷部が540℃超～660℃未満であれば、高い発光効率を得られ、図には表れていないが白濁が抑制される高圧放電ランプが得られる。

（第3の形態）

第3の形態は、第3の発明を実施するための形態である。そして、イオン化媒体の仕様を除いて図1に示す第1の形態と同じである。 10

【0106】

第3の形態において、イオン化媒体は、第1のハロゲン化物がトリウムハロゲン化物に加えてタリウム（Tl）ハロゲン化物を含んで構成されている。また、全てのハロゲン化物に対するタリウムハロゲン化物の封入質量比率WTlとトリウムハロゲン化物の封入質量比率WTmとの比WTl/WTmが数式 $0.05 < WTm/WTl < 1.40$ を満足する。

【実施例5】

【0107】

イオン化媒体 : TmI₃-TlI-ZnI₂ (72.6:14.9:12.5) 0.8mg、
() 内の数字は封入質量比率（%）、Xe13気圧

20

その他は実施例4と同じ。

【0108】

電気特性 : ランプ電圧85V、ランプ電力35W

発光特性 : 全光束3500lm、発光効率100lm/W

点灯による透光性気密容器の白濁減少は確認できなかった。

図6は、第3の発明に関し、比WTl/WTmと発光効率の関係を示すグラフである。図において、横軸は比WTl/WTmを、縦軸は効率（lm/W）を、それぞれ示す。

【0109】

図から理解できるように、比WTl/WTmが前記数式を満足する範囲内であれば高い発光効率を得ることが分かる。 30

（第4の形態）

第4の形態は、第4の発明を実施するための形態である。そして、イオン化媒体の仕様を除いて図1に示す第1の形態と同じである。

【0110】

第4の形態において、イオン化媒体は、第1のハロゲン化物がトリウムハロゲン化物に加えてアルカリ金属、例えばナトリウム（Na）ハロゲン化物を含んで構成されている。また、全てのハロゲン化物に対するトリウムハロゲン化物の封入質量比率WTmとアルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率WAが数式 $30 < WTm < 90$ および数式 $10 < WA < 60$ をそれぞれ満足するとともに、亜鉛ハロゲン化物の封入質量比率WZnが数式 $0 < WZn < 20$ を満足する。 40

【実施例6】

【0111】

イオン化媒体 : TmI₃-TlI-NaI-ZnI₂ (58.4:9.9:23.3:8.3) 1.2mg、
() 内の数字は封入質量比率（%）、Xe13気圧

その他は実施例4と同じ。

【0112】

電気特性 : ランプ電圧55V、ランプ電力35W

発光特性 : 全光束3500lm、発光効率100lm/W

点灯による透光性気密容器の白濁減少は確認できなかった。

50

図 7 は、第 4 の発明に関し、アルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率と透光性気密容器における白濁発生の程度の関係を示すグラフである。図において、横軸はアルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率 W_A (%) を、縦軸は白濁程度を、それぞれ示す。なお、白濁は図 4 と同様に評価している。

【0113】

図から理解できるように、比 W_{Tl}/W_{Tm} が前記数式を満足する範囲内であれば白濁の発生を効果的に抑制できることが分かる。

【0114】

図 8 は、第 4 の発明に関し、アルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率とランプ電圧の関係を示すグラフである。図において、横軸はアルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率 W_A (%) を、縦軸はランプ電圧 (V) を、それぞれ示す。

【0115】

図から理解できるように、アルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率 W_A とランプ電圧は、反比例関係にあるので、適正なランプ電圧を確保するためには、その封入質量比率を上記数式を満足する範囲内とするのがよい。

(第 5 の形態)

第 5 の形態は、第 5 の発明を実施するための形態である。そして、イオン化媒体の仕様を除いて図 1 に示す第 1 の形態と同じである。また、第 5 の形態は、ツリウムハロゲン化物が少なくとも臭化ツリウムを含んでいる。

【実施例 7】

【0116】

イオン化媒体 : $TmI_3-TmBr_3-ZnI_2$ (43.8 : 43.8 : 12.4) 0.8mg、
() 内の数字は封入質量比率 (%)、Xe13気圧

その他は実施例 4 と同じ。

【0117】

電気特性 : ランプ電圧 107 V、ランプ電流 0.65 A、ランプ電力 60 W
発光特性 : 全光束 6900 lm、平均平均演色評価数 Ra 91、色偏差 +0.0007
点灯による透光性気密容器の白濁減少は確認できなかったが、発光効率向上が確認できた。

[比較例 3]

イオン化媒体 : $TmI_3-TlI-ZnI_2$ (72.6 : 14.9 : 12.5) 0.8mg、
() 内の数字は封入質量比率 (%)、Xe13気圧

その他は実施例 5 と同じ。

【0118】

電気特性 : ランプ電圧 93 V、ランプ電流 0.86 A、ランプ電力 60 W
発光特性 : 全光束 6800 lm、平均平均演色評価数 Ra 93、色偏差 +0.0016
点灯による透光性気密容器の白濁減少は確認できなかった。

図 9 は、第 5 の発明に関し、臭化ツリウムの封入質量比率 W_{TBr} と電極損傷度との関係を示すグラフである。図において、横軸は臭化ツリウムの封入質量比率 W_{TBr} (%) を、縦軸は電極損傷度を、それぞれ示す。なお、電極損傷度は目視による相対評価である。

【0119】

図から理解できるように、臭化ツリウムの封入質量比率 W_{TBr} (%) が 60 % 以下であれば深刻な影響を与える程度の電極損傷度にならないことが分かる。

【0120】

図 10 は本発明の高圧放電ランプを点灯する高圧放電ランプ点灯装置の一形態を示す回路ブロック図である。本形態は、その点灯回路が低周波交流点灯回路方式を採用している。図において、DC は直流電源、BUT は昇圧チョッパ、FBI はフルブリッジ形イン

10

20

30

40

50

バータ、I Gはイグナイタ、M H Lは前述した本発明の高圧放電ランプである。

【0121】

直流電源D Cは、例えば自動車のバッテリーからなる。

【0122】

昇圧チョッパB U Tは、その入力端が直流電源D Cに接続している。

【0123】

フルブリッジ形インバータF B Iは、その入力端が昇圧チョッパB U Tの出力端に接続している。

【0124】

イグナイタI Gは、フルブリッジ形インバータF B Iの低周波交流出力を入力して高電圧始動パルスが発生し、始動時に後述する自動車前照灯用メタルハライドランプM H Lの一对の電極間に印加する。 10

【0125】

高圧放電ランプM H Lは、図1に示す構成であり、フルブリッジ形インバータF B Iの出力端間に接続して低周波交流点灯する。

【0126】

図11は、本発明の照明装置の一形態としての自動車前照灯を示す概念的側面図である。図において、11は前照灯本体、12は高圧放電ランプ点灯装置、13は自動車前照灯用メタルハライドランプである。

【0127】

前照灯本体11は、容器状をなし、内部に反射鏡11a、前面にレンズ11bおよび図示を省略しているランプソケットなどを備えている。 20

【0128】

高圧放電ランプ点灯装置12は、図10に示す回路構成を備えていて、主点灯回路12Aおよび始動器12Bを具備している。主点灯回路12Aは、図4の昇圧チョッパB U Tおよびフルブリッジ形インバータF B Iを主構成要素として構成されている。始動器12Bは、同じくイグナイタI Gを主構成要素として構成されている。

【0129】

自動車前照灯用メタルハライドランプ13は、上記ランプソケットに装着されて点灯する。 30

【図面の簡単な説明】

【0130】

【図1】第1の発明の高圧放電ランプを実施するための第1の形態を示す正面図

【図2】第1の発明におけるランプ電圧および発光効率と垂鉛ハロゲン化物およびツリウム(Tm)ハロゲン化物の封入質量比との関係を説明するグラフ

【図3】第2の発明に関し、全てのハロゲン化物に対するツリウムハロゲン化物および垂鉛ハロゲン化物の封入質量比率とランプ電圧の関係を示すグラフ

【図4】第2の発明に関し、全てのハロゲン化物に対する垂鉛ハロゲン化物の封入質量比率と透光性気密容器の白濁発生程度の関係を示すグラフ

【図5】第2の発明に関し、透光性気密容器の最冷部温度と発光効率の関係を示すグラフ 40

【図6】第3の発明に関し、比 WTl/W_{Tm} と発光効率の関係を示すグラフ

【図7】第4の発明に関し、アルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率と透光性気密容器における白濁発生程度の関係を示すグラフ

【図8】第4の発明に関し、アルカリ金属ハロゲン化物の封入質量比率とランプ電圧の関係を示すグラフ

【図9】第5の発明に関し、臭化ツリウムの封入質量比率 WTB と電極損傷度との関係を示すグラフ

【図10】本発明の高圧放電ランプを点灯する高圧放電ランプ点灯装置の一形態を示す回路ブロック図

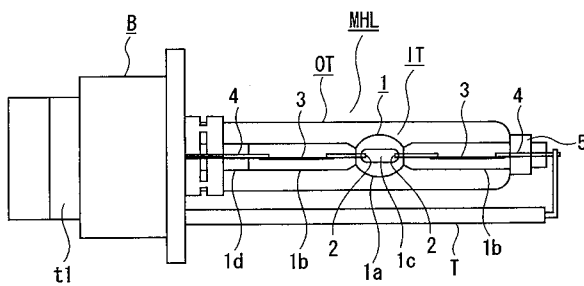
【図11】本発明の照明装置の一形態としての自動車前照灯を示す概念的 50

【符号の説明】

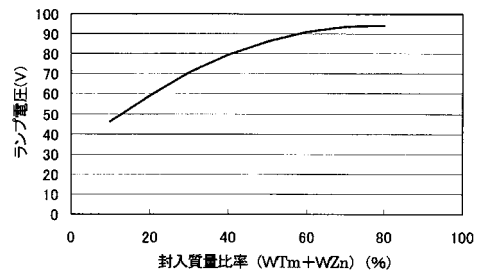
【0131】

1…気密容器、1a…包围部、1b…封止部、1c…放電空間、2…電極、3…封着金属箔、4…導入線、5…縮径部、B…口金、IT…発光管、MHL…高圧放電ランプ、OT…外管、T…絶縁チューブ、t1…口金端子

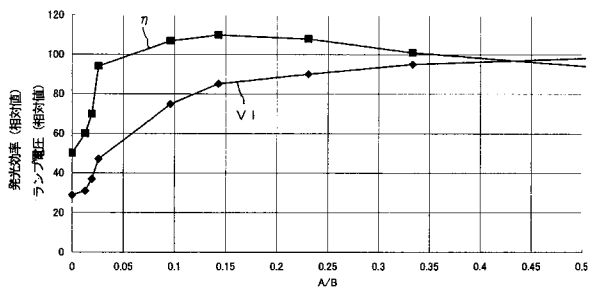
【図1】



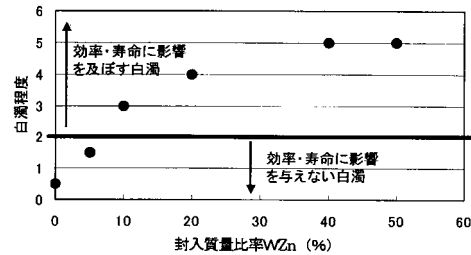
【図3】



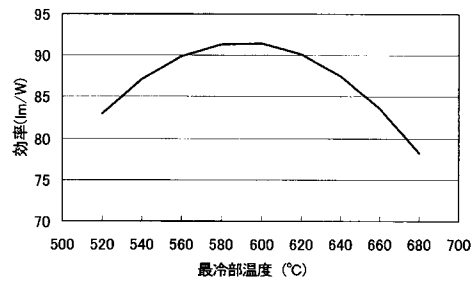
【図2】



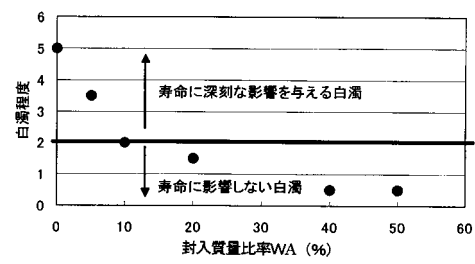
【図4】



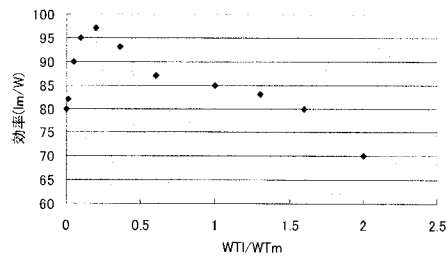
【図 5】



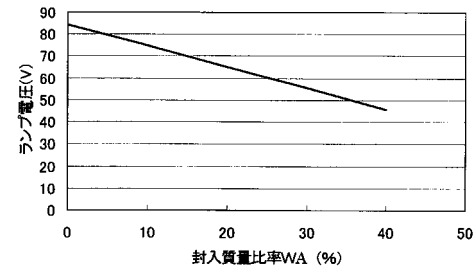
【図 7】



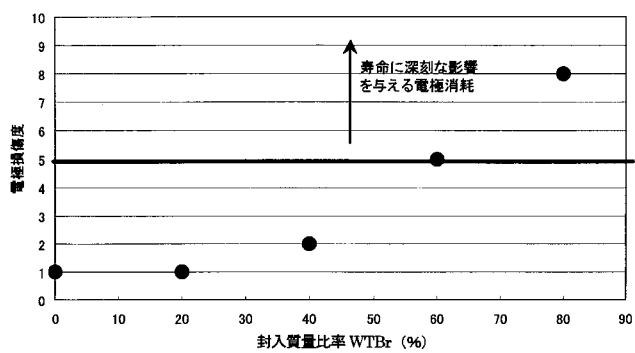
【図 6】



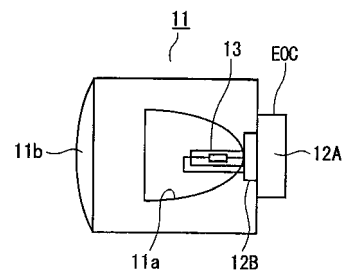
【図 8】



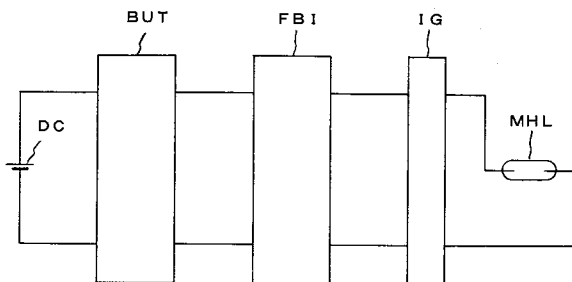
【図 9】



【図 11】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 上村 幸三

東京都品川区東品川四丁目3番1号東芝ライテック株式会社内

Fターム(参考) 3K072 AA11 AC01 BA03 BA05 DD06 GA00 GB00

5C015 QQ27 QQ34 QQ52 QQ59