

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6010111号

(P6010111)

(45) 発行日 平成28年10月19日 (2016. 10. 19)

(24) 登録日 平成28年9月23日 (2016. 9. 23)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 J 61/18 (2006. 01)	HO 1 J 61/18
HO 1 J 61/88 (2006. 01)	HO 1 J 61/88 C
HO 1 J 61/33 (2006. 01)	HO 1 J 61/33 A

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-506961 (P2014-506961)	(73) 特許権者	590000248
(86) (22) 出願日	平成24年4月19日 (2012. 4. 19)		コーニンクレッカ フィリップス エヌ ヴェ
(65) 公表番号	特表2014-512662 (P2014-512662A)		KONINKLIJKE PHILIPS N. V.
(43) 公表日	平成26年5月22日 (2014. 5. 22)		オランダ国 5656 アーエー アイン ドーフエン ハイテック キャンパス 5
(86) 国際出願番号	PCT/IB2012/051956		High Tech Campus 5, NL-5656 AE Eindhoven
(87) 国際公開番号	W02012/147014	(74) 代理人	100107766
(87) 国際公開日	平成24年11月1日 (2012. 11. 1)		弁理士 伊東 忠重
審査請求日	平成27年4月15日 (2015. 4. 15)	(74) 代理人	100070150
(31) 優先権主張番号	11163797.1		弁理士 伊東 忠彦
(32) 優先日	平成23年4月27日 (2011. 4. 27)		
(33) 優先権主張国	欧州特許庁 (EP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高い色温度を有する放電ランプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも2つの電極を有する密封された内部放電空間を画定する放電容器を含む放電ランプであって、前記内部放電空間は、希ガスと金属ハロゲン化組成物との充填材を含み、前記充填材は、水銀を実質的に含まず、

前記放電容器は、前記電極が埋め込まれている外部溝を含み、前記外部溝間の溝距離が $R A$ で配置され、

前記放電容器は、内径 $I D$ を持ち、

前記放電ランプの動作時、前記電極間にアーク放電が形成され、前記金属ハロゲン化組成物は、前記放電ランプが消灯された後に前記金属ハロゲン化組成物が前記放電容器の内壁に膜を形成するように、少なくとも部分的に気化され、前記膜は表面積 A_s を持ち、

前記金属ハロゲン化組成物は、 $Q = R A \times I D / A_s$ として計算されるマッチング商が2以上の値を有するような量で前記内部放電空間内に提供されている、放電ランプ。

【請求項 2】

25 Wの電力での動作時、少なくとも1800 lmの光束をもたらすように配置される、請求項1に記載される放電ランプ。

【請求項 3】

前記マッチング商は、2.5以上の値を有する、請求項1又は2に記載の放電ランプ。

【請求項 4】

前記マッチング商は、3以上の値を有する、請求項3に記載の放電ランプ。

【請求項 5】

前記内部放電空間は、前記電極間の中心部において円筒部を含む、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の放電ランプ。

【請求項 6】

前記円筒部は、3 ～ 5 mm の長さを有する、請求項 5 に記載の放電ランプ。

【請求項 7】

前記内部放電空間は、 $15 \sim 21 \text{ mm}^3$ のボリュームを有する、請求項 1 乃至 6 の何れか一項に記載の放電ランプ。

【請求項 8】

前記内部放電空間は、 $17 \sim 20 \text{ mm}^3$ のボリュームを有する、請求項 1 乃至 7 の何れか一項に記載の放電ランプ。

10

【請求項 9】

前記放電容器は、2.0 ～ 2.4 mm の内径 ID を有する、請求項 1 乃至 8 の何れか一項に記載の放電ランプ。

【請求項 10】

前記放電容器は、2.1 ～ 2.3 mm の内径 ID を有する、請求項 1 乃至 9 の何れか一項に記載の放電ランプ。

【請求項 11】

前記金属ハロゲン化組成物は、少なくとも、ナトリウム及びスカンジウムのハロゲン化物を含み、ナトリウム及びスカンジウムのハロゲン化物の質量比は、0.8 ～ 1.3 である、請求項 1 乃至 10 の何れか一項に記載の放電ランプ。

20

【請求項 12】

前記金属ハロゲン化組成物は、少なくとも、ナトリウム及びスカンジウムのハロゲン化物を含み、ナトリウム及びスカンジウムのハロゲン化物の質量比は、0.9 ～ 1.2 である、請求項 1 乃至 11 の何れか一項に記載の放電ランプ。

【請求項 13】

前記金属ハロゲン化組成物は、少なくとも 10 重量 % のツリウムハロゲン化物を含む、請求項 1 乃至 12 の何れか一項に記載の放電ランプ。

【請求項 14】

前記金属ハロゲン化組成物は、0.05 ～ 0.7 重量 % のインジウムハロゲン化物を含む、請求項 1 乃至 13 の何れか一項に記載の放電ランプ。

30

【請求項 15】

前記金属ハロゲン化組成物は、少なくとも、ナトリウム、スカンジウム、ツリウム、及びインジウムのハロゲン化物を含む、請求項 1 乃至 14 の何れか一項に記載の放電ランプ。

【請求項 16】

前記内部放電空間内の前記希ガスは、10 ～ 18 バールのコールド圧力で提供されるキセノンである、請求項 1 乃至 15 の何れか一項に記載の放電ランプ。

【請求項 17】

前記内部放電空間内の前記希ガスは、12 ～ 16 バールのコールド圧力で提供されるキセノンである、請求項 16 に記載の放電ランプ。

40

【請求項 18】

前記放電容器の周りに提供される外部囲いを更に含み、前記外部囲いは、密封され、1 バール未満の圧力のガスで充填される、請求項 1 乃至 17 の何れか一項に記載の放電ランプ。

【請求項 19】

前記外部囲いは、前記放電容器から距離 d_2 で配置され、熱伝導係数 λ / d_2 が $23.3 \sim 75 \text{ W} / (\text{m}^2 \text{ K})$ であるように充填ガスで充填され、ここで λ は 800 で測定された充填ガスの熱伝導率であり、 d_2 は前記外部囲いと前記放電容器との間の距離である、請求項 18 に記載の放電ランプ。

50

【請求項 20】

少なくとも、請求項 1 乃至 19 の何れか一項に記載の放電ランプを含み、
前記放電ランプは、電源に接続される、照明システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に自動車の前方照明に使用するための高圧ガス放電ランプに関する。

【背景技術】

【0002】

放電ランプ、特に H I D（高輝度放電）ランプは、高光束が求められる応用領域に広く
使用されている。特に自動車分野では、H I D ランプは、車両用ヘッドライトとして使用
されている。

10

【0003】

放電ランプは、例えば石英ガラスで作られ、内部に放電空間を有する密封放電容器を含
む。互いから隔てて配置された 2 つの電極が放電空間内に突き出て、これらの間でアーク
を点火する。放電空間は、希ガスと、金属ハロゲン化物といった更なる成分とを含む充填
材を有する。

【0004】

今日の重要な側面は、エネルギー効率である。放電ランプの効率は、使用電力に関連し
て出力されたルーメンとして測定される。今日、自動車の前方照明に使用される放電ラン
プでは、35ワットの定常状態運転電力において、約90ルーメン毎ワット（1m/W）
の効率が達成される。

20

【0005】

例えば20～30Wの範囲内、具体的には25Wの低公称電力を有する放電ランプが既
に提案されている。しかし、25Wでの動作に従来の35Wデザインを使用することは十
分ではない。これらのデザインは、低電力で動作される場合、効率が大幅に減少するから
である。自動車の前方照明に依然として十分な光束をもたらすためには、H I D ランプは
、低動作電力で、高効率を出す特殊デザインがなくてはならない。

【0006】

国際特許公開公報 W O 2 0 0 9 / 1 2 7 9 9 3 A 1 は、 $12 \sim 20 \text{ mm}^3$ のボリューム
の放電空間内に電極が突き出ている放電容器を有する高圧ガス放電ランプについて説明す
る。放電空間は、希ガスと、水銀を含まない金属ハロゲン化組成物との充填材を有する。
ランプは、 90 lm/W を超える効率に対応する光束を有し、25Wの電力での定常状態
運転で動作することを目的としている。好適な実施例では、放電空間は円筒形であり、 2
． 2 mm の内径を有する。放電容器は、外側が楕円形であり、 $5 \cdot 5 \text{ mm}$ の外径を有する
。決められた熱遷移係数（heat transition coefficient）を得るために、減圧されたガ
ス充填材が充填された放電容器の周りに外部バルブが設けられる。放電容器は、 $15 \sim 1$
8 パールのコールド圧力（cold pressure）でキセノンが充填される。第1の例では N a
I 及び S c I₃ のみを含み、更なる例では追加的に T h I₄ を含む金属ハロゲン化組成物
が放電空間内に含まれる。金属ハロゲン化物は、 $15 \cdot 8 \mu\text{g}/\mu\text{l}$ 及び $10 \cdot 52 \mu\text{g}$
/ μl の量で提供される。

30

40

【0007】

今日の放電ランプでは、最高で5000Kといった高い色温度の光を供給するランプに
対する需要が増えている。したがって、低電力で高効率を目的とするランプデザインも、
必要とされる色温度の光を供給するためには再デザインされる必要がある。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、高色温度を有し、低電力でのエネルギー効率のよい動作を可能にするランプ
を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0009】

本件発明者は、金属ハロゲン化組成物を調節するだけ、即ち、放電容器内に含まれるハロゲン化物の種類及び相対量を調節するだけの単純な方法によって、高色温度用の放電ランプをデザインすることは、低動作電力、具体的には25Wにおける高効率の要件と相いれないことを認識している。

【0010】

色温度に対する様々なパラメータの影響を調査している際に、発明者は、放電空間のサイズ及び形状に関して放電容器内に提供されるハロゲン化物の量の注意深いマッチ（適合）が、色温度に決定的な影響を及ぼすという驚くべき発見をした。

10

【0011】

これらの発見にしたがって、本発明は、少なくとも2つの電極がその中に突き出ている密封放電空間を画定する慣例の放電容器を含む放電ランプを提案する。放電空間は、好適にはキセノンである希ガスと、少なくとも実質的に水銀を含まない（即ち、水銀を全く含まないか又は水銀の不可避免的な不純物のみを含む）金属ハロゲン化物との充填材を含む。

【0012】

放電容器は、幾何学形状パラメータ、具体的には内径ID及び溝距離RAによって画定される。内径とは、電極間の中心位置において測定される内部放電空間の直径である。溝距離RAとは、放電容器の長手端間の距離で、電極が好適には石英ガラスである放電容器壁の材料内に埋め込まれている場所に形成される外側の溝の夫々の中心において測定される。したがって、溝距離RAは、放電容器の長手方向の伸展の尺度である。

20

【0013】

当業者には知られているように、放電容器内に提供される金属ハロゲン化物は、ランプの定常状態運転では、少なくとも部分的に気化している。水平配置におけるランプの動作後、ランプが消灯されると、金属ハロゲン化物は再び凝固して内側の放電容器の壁に膜（「ソルトレーク（salt lake）」とも呼ばれる）が形成される。この膜は、通常、中心で電極の下側にある放電容器壁の「最も冷たいスポット」の周りに凝結する。

【0014】

このように形成する膜のサイズは、放電容器のサイズ及び形状と、提供される金属ハロゲン化物の量とに依存する。膜のサイズの尺度は、 mm^2 を単位とする表面積 A_s である。表面積 A_s は、水平方向における動作の後に真っ直ぐ下から再凝固した膜を有するランプを観察し、「ソルトレーク」の範囲を特定し、面を測定することによって測定される。

30

【0015】

発明者は、溝距離RAと内径IDとの積を膜の表面積 A_s で割って計算されたマッチング商Qが、驚くべきことに、ランプから放射される光の色温度に関して重要な役割を果たすことを見出した。

【0016】

2未満のマッチング商Qの値では、比較的低い色温度が達成される。2以上のマッチング商Qでは、所望の高い色温度が達成される。特に好適なマッチング商Qの値は2.5以上、更に好適には3以上である。マッチング商Qの特定値について得られる色温度の絶対値は、金属ハロゲン化組成物等といった更なるパラメータに依存するが、得られた色温度の相対値は、マッチング商Qへの強い依存度を示す。金属ハロゲン化組成物の好適な例では、マッチング商Q = 2が、 $T = \text{約 } 4700$ の色温度をもたらす一方で、同じ金属ハロゲン化組成物、かつ、他のパラメータも変更しないで、マッチング商Q = 3で、 $T = \text{略 } 4900$ の色温度が得られた。

40

【0017】

この驚くべき影響は、マッチング商Qが、様々な温度で放電容器の一部にハロゲン化物が接触する方法を示すという事実によって説明される。定常状態における放電ランプの動作時、温度プロファイルが放電容器を囲む壁内に形成され、ホットスポットは電極間の中心でアーク放電の上側にあり、最も冷たいスポットはこれとは反対側で、電極間の中心で

50

放電の下側にある。電極から放電容器壁に熱も結合されるので、電極が埋め込まれた放電容器の端部もかなり高温となる。したがって、結果として得られる温度プロファイルは、最も冷たいスポットと、電極が埋め込まれた長手方向の端との間の下部放電容器壁において著しい温度差を有する。放電容器内に含まれる金属ハロゲン化物は、特に気化されていないときは、この下部放電容器壁に接触する。ハロゲン化物は、それらの様々な温度において、放電容器壁のこれらの下部領域に接触しながら部分的に気化する。したがって、ソルトレークの範囲、ソルトレークを囲む放電容器壁の形状、及び温度プロファイル間のマッチに依存して、金属ハロゲン化物の様々な部分が、ランプの動作時に、様々な温度で気化し、様々な反応種の形成につながる。結果として、色温度は、上記要素間のマッチにある程度の依存度を示す。実験結果が示したように、マッチング商Qは、実際に、このマッチ（適合）のために良好な尺度であり、色温度への上記要素の影響のモデルを提供する。

10

【0018】

したがって、マッチング商Qは、所望の高い色温度のランプをデザインするのに適した、放電容器の最も関連のある幾何学形状パラメータと、対応する金属ハロゲン化物充填材との特殊マッチの好都合な尺度を提供する。マッチング商Qをマッチングパラメータとして観察することにより、金属ハロゲン化物の最も効率のよい組成物を依然として使用でき、したがって、効率を著しく損なうことなく、高い色温度が得られる。したがって、本発明による2以上のマッチング商Qを有するランプは、高発光効率と高色温度との相反する要件を満たすことができる。

【0019】

20

特に好適には、ランプは、25Wの定常状態電力での動作時に、少なくとも1800lmの光束、即ち、72lm/W以上の効率を出すように配置される。本コンテキストでは、参照として1mを単位とする光束と、1m/Wを単位とする効率とは、常に、バーントイン(burnt-in)ランプにおいて測定される、即ち、放電ランプが最初に起動されてから通電(burn-in)シーケンスにしたがって15時間動作された後に測定される。好適には、効率は78lm/W以上といったように一層高くてもよい。

【0020】

このような低電力における放電ランプの効率は、所望の値を達成するために多数のパラメータによって影響を受ける。以下に説明する好適な実施形態に関連してより明らかとなるように、25Wで所望の効率のランプを達成するために使用される手段が幾つかある。これらの手段は、一方で、小さい内径と薄い壁とが高効率を達成するのに役立つ放電容器自体を指す。他方で、このことは、(組成物に含まれる他のハロゲン化物とは対照的に)比較的大量のナトリウム及びスカンジウムの発光ハロゲン化物を有する特定の組成物が提供される放電空間内の充填材を指す。更に、放電空間内の希ガスの高い圧力と、外部囲いを介する熱伝導を下げることに關する手段とが、より多くのルーメン出力を提供するのに役立つ。

30

【0021】

放電容器は、例えば球形、円筒形、楕円形、又は任意の他の形状を有する。好適には、放電容器は、外側は楕円形で、内側は楕円形か又はより好適には円筒形である。好適な実施形態では、放電容器は、 $15 \sim 21 \text{ mm}^3$ (即ち、 μl)のボリュームを有する。更に好適には、 $17 \sim 20 \text{ mm}^3$ のボリュームである。

40

【0022】

放電容器の幾何学的デザインは、熱的検討事項に従って選択されるべきである。具体的には、高効率を達成するために、「最も冷たいスポット」の温度が高く維持されるべきである。一般に、放電容器の内径は比較的小さい、例えば $2.0 \sim 2.4 \text{ mm}$ に選択されるべきである。内径は、放電容器壁に対しアークが近過ぎないように、好適には少なくとも 2.0 mm であるべきである。好適な実施形態では、放電容器は、 $2.1 \sim 2.3 \text{ mm}$ の内径(電極間の中心の平面において電極に対して直交方向に測定される)を有する。

【0023】

放電容器の壁厚(これも電極間の中心の平面において電極に対して直交方向に測定され

50

る)は、 $1.5 \sim 1.9 \text{ mm}$ となるように選択されることが好適である。好適な実施形態では、壁厚は $1.5 \sim 1.75 \text{ mm}$ であり、したがって、熱放射が低下するため、低電力でも熱いままの比較的小型の放電容器が提供される。

【0024】

好適には、内部放電空間には中央に配置された円筒部がある。したがって、内部放電容器壁は、好適には $3 \sim 5 \text{ mm}$ の特定の長さ亘って直線である。円筒部に隣接して、放電容器の端部が形成され、電極が埋め込まれる箇所までつながる。溝距離 R_A は、例えば $6 \sim 10 \text{ mm}$ 、好適には $7 \sim 9 \text{ mm}$ 、最も好適には $8 \pm 0.2 \text{ mm}$ である。溝距離 R_A の 25% 乃至 75% の間、好適には $50\% \pm 10\%$ の長さを有する中央円筒部で形作られる放電空間に対して、所望の色温度を有するランプをデザインするのにマッチング商 Q が特によく適していることが分かっている。

10

【0025】

更なる好適な実施形態では、金属ハロゲン化組成物は、少なくとも、ナトリウム(Na)及びスカンジウム(Sc)のハロゲン化物、好適には NaI 及び ScI_3 を含む。 Na 及び Sc のハロゲン化物の質量比は、 $(\text{Naハロゲン化物の質量}) / (\text{Scハロゲン化物の質量}) = 0.8 \sim 1.3$ 、好適には $0.9 \sim 1.2$ である。好適には、金属ハロゲン化組成物は、ナトリウム及びスカンジウムのハロゲン化物以外の追加ハロゲン化物を含む。トリウム及びインジウムのハロゲン化物を更に使用することが特に好適である。しかし、これらのハロゲン化物は、実質的にルーメン出力に貢献しないため、好適な実施形態では、金属ハロゲン化組成物は、少なくとも、スカンジウム及びナトリウムのハロゲン化物を

20

【0026】

特に、高い色温度を得るためには、金属ハロゲン化組成物がトリウムのハロゲン化物を含むことが更に好適である。好適には、金属ハロゲン化組成物は、少なくとも 10 重量%のトリウムのハロゲン化物を含み、更に好適には、少なくとも 15 重量%、最も好適には 20 ± 3 重量%を含む。また、特に、ある量のトリウムハロゲン化物を含む金属ハロゲン化組成物では、高い色温度のためには、 $0.05 \sim 0.7$ 重量%、好適には $0.4 \sim 0.6$ 重量%といった一定量のインジウムハロゲン化物を提供することが好適である。また、任意選択的に、例えば $1 \sim 4$ 重量%である特定量のヨウ化トリウムが、金属ハロゲン化組成物内に存在してもよい。

30

【0027】

放電空間内に提供される希ガスは、好適にはキセノンである。希ガスは、 $10 \sim 18$ バールの冷温(20°)充填圧力で提供される。最も好適には、 $12 \sim 16$ バールの比較的高いガス圧が使用される。このような高圧力は、高いルーメン出力を提供すると同時に、比較的高いバーニング電圧(burning voltage)をもたらす。

【0028】

高効率を提供する追加の手段として、ランプは、放電容器の周りに提供される外部囲いを含む。外部囲いは、例えばUV放射を遮断するといった他の使用に加えて、放電容器から外部への特定の、限定的な熱流量を達成するのに役立つ。外部囲いは、好適には石英ガラスで作られ、例えば円筒形、略楕円形等の任意の幾何学形状であってよい。外部囲いは、外部から密閉され、減圧(1 バール未満の圧力)のガスで充填される。外部囲いは、低電力にも関わらず放電容器を比較的高い動作温度に維持する絶縁体として機能する。

40

【0029】

放電容器からの熱流量を減少させるために、外部囲いは、放電容器からある距離に設けられる。測定のために、ここで言及する距離は、電極間の中心位置において取られたランプの断面で測定される。外部囲いのガス充填材は、所望の熱遷移係数 $/d_2$ が達成されるように、距離と圧力と共に選択される。 $/d_2$ の好適な値は、 $23.3 \sim 75 \text{ W} / (\text{m}^2 \text{ K})$ である。好適には、外部囲いは、放電容器に対して $0.2 \sim 0.9 \text{ mm}$ の距離に配置される。

【0030】

50

好適な実施形態では、外部囲いのガス充填材は、１０～７００ミリバール、更に好適には１０～３００ミリバールの圧力にある。ガス充填材は、好適には希ガスであり、最も好適にはキセノン及びアルゴンから選択される。キセノンは熱伝導率が低いので、充填材中には、少なくとも２０％、更に好適には少なくとも５０％のキセノンを有することが好適である。

【００３１】

本発明は更に、電源に接続された上記放電ランプを含む照明システムに関する。好適には、電源は、放電ランプを、好適には点火及び初期ランアップ段階後に、２５Ｗの定常状態運転電力で動作させるように配置される。更に好適には、照明システムは、結果として生じるビームを形成するように、ランプから放射された光がリフレクタにおいて反射されるように、ランプがその中に取り付けられるリフレクタを含む。照明システムは、自動車の前方照明システムとして特に好適である。

10

【図面の簡単な説明】

【００３２】

本発明のこれらの並びに他の目的、特徴及び利点は、以下に説明する好適な実施形態から明らかとなる。

【００３３】

【図１】図１は、本発明の一実施形態によるランプの側面図を示す。

【図２】図２は、図１に示されるランプの中心部の拡大図を示す。

【図２ａ】図２ａは、図２における線Ａに沿っての断面図を示す。

20

【図３ａ】図３ａは、動作後、放電容器内に形成されたソルトレークの写真を示す。

【図３ｂ】図３ｂは、動作後、放電容器内に形成されたソルトレークの写真を示す。

【図４】図４は、照明システムの概略図を示す。

【図５】図５は、金属ハロゲン化物の量に依存するソルトレークの表面積の図を示す。

【図６】図６は、マッチング商Ｑへの色温度の依存度を示す図を示す。

【発明を実施するための形態】

【００３４】

本発明の好適な実施形態は、車両のヘッドライトの自動車用ランプとして使用されることを目的とする。このような自動車用高圧ガス放電ランプ自体は知られているため、好適な実施形態の以下の説明は、主に、本発明の特殊な特徴に重点を置く。

30

【００３５】

図１は、放電ランプの第１の実施形態１０の側面図を示す。ランプは、バーナー１６に内部で接続される２つの電気接点１４を有する口金１２を含む。

【００３６】

バーナー１６は、石英ガラスで作られ、放電容器２０を取り囲む外部囲い（以下、外部バルブと呼ぶ）１８から構成される。放電容器２０も石英ガラスで作られ、ロッド状の電極２４が突き出ている内部放電空間２２を画定する。放電容器からのガラス材料は更に、ランプ１０の長手方向に延在して、平らなモリブデンフォイル２６を含む電極２４の電気接続部を密封する。

【００３７】

40

外部バルブ１８は、その中心位置では、円筒形であり、放電容器２０の周りにある距離を置いて配置され、これにより、外部バルブ空間２８が画定される。外部バルブ空間２８は密封される。

【００３８】

図２により詳細に示されるように、放電容器２０は、放電空間２２の周りに配置された外壁３０を有する。外壁３０の外形は楕円形である。放電空間２２は、長さ L_c の中心円筒部３４を含む。製造時、放電容器は、円筒形の石英ガラス管から形成される。円錐端部３２は、溝形成プロセスで得られる。溝３６は、溝距離 R_A に形成される。電極２４が端部３２内に挿入される。

【００３９】

50

したがって、最終的に得られる放電容器 20 では、電極 24 は、端部 32 において放電容器壁 30 内に埋め込まれる。

【0040】

放電空間 20 を囲む壁 30 は、様々な厚さを有し、この厚さは、電極 24 間の中心に対応する位置において最大となり、両側に向かって減少する。

【0041】

放電容器 20 は、溝距離 R_A 、電極距離 d 、円筒部長さ L_c 、放電容器 20 の内径 ID 、放電容器の壁厚 w_1 、放電容器 20 と外部バルブ 18 との距離 d_2 、外部バルブ 18 の壁厚 w_2 によって特徴付けられる。ここでは、 ID 、 w_1 、 d_2 、 w_2 の値は、図 2a に示されるように、放電容器 20 の中心垂直面で測定される。

10

【0042】

ランプ 10 は、自動車放電ランプとしては従来通り、電極 24 間にアーク放電を点火することによって水平方向に動作される。発光は、水銀を含まず、希ガスだけでなく金属ハロゲン化物も含む、放電空間 22 内に含まれる充填材によって影響される。

【0043】

図示される放電ランプ 10 の熱挙動について、動作時の水平方向によって、電極 24 間のアーク放電は、アークより上側の放電容器 20 の壁 30 にホットスポットをもたらす。同様に、放電空間 22 を囲む壁 30 の反対側の部分は、比較的低い温度のままである（最も冷たいスポット）。

【0044】

20

放電容器 20 から外部への熱輸送を減少させるために、また、優れた有効性に必要な高温を維持するために、熱伝導率の低い外部バルブ 18 を提供することが好適である。外部からの冷却を制限するために、外部バルブ 18 は、密封され、熱伝導率が低い充填ガスで充填される。外部バルブの充填材は、1 バール未満の減圧（20 のランプの冷温状態で測定される）で提供される。以下に更に説明されるように、適切な充填ガスの選択は、適切な熱遷移係数 λ/d_2 を介する放電容器 20 から外部バルブ 28 までの所望の熱伝導を達成するために、幾何学的配置と関連してなされるべきである。

【0045】

外部への熱伝導は、大まかには、熱遷移係数 λ/d_2 によって特徴付けられ、熱遷移係数は、外部バルブ充填材の熱伝導率（本コンテキストでは、常に 800 の温度で測定される）を放電容器 20 と外部バルブ 18 との間の距離 d_2 で割ったものとして計算される。

30

【0046】

所望の熱遷移係数 λ/d_2 を得るために、様々な種類の充填ガス、様々な値の充填圧力、及び様々な距離値 d_2 が選択される。充填圧力は（1 バール未満に、好適には 700 ミリバール未満に、より好適には 300 ミリバール未満に）下げられる。特に好適な値は、100 ミリバールの充填圧力である。しかし、好適な領域では、熱遷移係数は、圧力によってほとんど変わらないことが分かっている。

【0047】

好適な距離 d_2 は、0.2 ~ 0.9 mm に及ぶ。充填材は、その熱伝導率値（800 で測定される）によって選択される任意の適切なガスである。例えばネオンの熱伝導率は 0.120 W/(mK) であり、酸素の熱伝導率は 0.076 W/(mK) であり、空気（乾燥）の熱伝導率は 0.068 W/(mK) であり、窒素の熱伝導率は 0.066 W/(mK) である。

40

【0048】

良好な絶縁を得るために、特にアルゴン（0.045 W/(mK)）、キセノン（0.014 W/(mK)）、又はそれらの混合物が、充填ガスとして好適である。しかし、熱遷移係数は、当然ながら、距離 d_2 に依存するので、十分に高い d_2 で様々なガス充填材も選択される。

【0049】

50

$/d_2$ の好適な値は、 $7.0 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ (例えば $d_2 = 1.95 \text{ mm}$ という大きい距離においてキセノン充填材によって達成される) から $225 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ (例えば $d_2 = 0.2 \text{ mm}$ という小さい距離においてアルゴン充填材によって達成される) に及ぶ。好適には、 $23.3 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ (例えば $d_2 = 0.6 \text{ mm}$ においてキセノン充填材によって達成される) から $75 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ (例えば $d_2 = 0.6 \text{ mm}$ においてアルゴン充填材によって達成される) に及ぶ。

【0050】

全体的に高いルーメン効率を有するランプデザインを提案できるためには、高効率に貢献する幾つかの要素が次のとおり調節される。

【0051】

幾何学的ランプデザインについて、「最も冷たいスポット」の温度を上昇させるために熱手段が採用されるべきである。放電容器を小さく作ると、「最も冷たいスポット」の温度が上昇し、高効率に貢献する。したがって、放電容器の内径が小さいと高効率につながる。したがって、好適には $2.1 \sim 2.3 \text{ mm}$ の内径 ID が提案される。

【0052】

壁厚を減少させることによって外径が減少し、熱放射を減少させるので、「最も冷たいスポット」の温度及び効率が上がる。外径として、 $4.5 \sim 6.5 \text{ mm}$ が提案される。

【0053】

また、封入された希ガス、好適にはキセノンの高圧を好適には $12 \sim 16$ バールに選択することによって、効率を更に向上させる。

【0054】

更なる手段は、金属ハロゲン化組成物に関する。具体的には、ナトリウムハロゲン化物とスカンジウムハロゲン化物との質量比を $1.0 \sim 1.1$ の略最適値近くに選択することによって、高いアーク効率が得られる。

【0055】

金属ハロゲン化組成物に関して、ヨウ化ツリウム (TmI_3) 及びヨウ化インジウム (InI) を追加で含む比較的大量のヨウ化ナトリウム (NaI) 及びヨウ化スカンジウム (ScI_3) を含む金属ハロゲン化組成物について、高効率が見出されている。

【0056】

放電ランプの動作時、放電容器 20 は、図 2 に示されるように水平方向に方向付けられる。放電容器壁 30 の温度は一定ではなく、明確な温度プロファイルを示す。図 2 における下部の壁 30 に関して、電極 24 間の中心に最も冷たいスポット 38 が形成される。その一方で、放電容器壁 30 は、電極 24 が放電容器 20 の石英材料内に埋め込まれる埋め込み点 39 において最高温度を有する。

【0057】

冷たいランプ内では固体であり、ランプ 10 の動作時に部分的に気化される金属ハロゲン化物は、下部放電容器壁 30 と接触して放電空間 22 内に含まれる。ソルトレークの範囲と、下部放電容器壁 30 の接触部分の温度と依存して、金属ハロゲン化物は、様々な温度で気化する。大量の金属ハロゲン化物が提供され、ソルトレークが傾斜した端部 32 まで (したがって、埋め込み点 39 付近まで) 広がると、最も冷たいスポット 38 周りにおける温度よりもかなり高温で、相当量の金属ハロゲン化物が気化される。

【0058】

以下に詳細に説明される実験が示した通り、このことは、得られる色温度に影響を及ぼす。様々な温度における金属ハロゲン化物の気化によって様々な反応種が形成されるからである。

【0059】

以下、上記に関連する観察に従って、 25 W の動作電力 (公称動作電力) の (定常状態) レベルで使用されることを意図するランプの一実施形態について説明される。高いランプ有効性を達成するために、ランプの熱特性に関して特定のデザインが選択される。

【0060】

10

20

30

40

50

好適な実施例では、次のような放電容器及び外部バルブが提供される。

【表 1】

例示的なH I Dランプ (25W)

放電容器：	円筒形の内形 楕円形の外形	
電極：	ロッド形	
電極直径：	250 μ m	
電極距離 d：	3.9 mm オプティカル	10
内径 I D：	2.2 mm	
外径 $d_1 + 2 * w_1$ ：	5.5 mm	
溝距離 R A：	8.0 mm	
円筒部長さ L_c ：	4 mm	
放電容器ボリューム：	19.5 μ l	
壁厚 w_1 ：	1.65 mm	
外部バルブ内径：	6.7 mm	20
外部バルブ距離 d_2 ：	0.6 mm	
外部バルブ充填材：	85% Xe、10% O ₂ 、5% Ar、100 ミリバール	
熱遷移係数：	λ / d_2 36.25 W / (m ² K) 800°Cで測定	
外部バルブ壁厚 w_2 ：	1 mm	

【0061】

30

放電空間 22 の充填材は、キセノンと次のとおりの金属ハロゲン化組成物とから構成される。

【表 2】

キセノン圧力 (25°C)：	14 バール	
金属ハロゲン化組成物：	41 重量% NaI、36.5 重量% ScI ₃ 、20 重量% TmI ₃ 、2 重量% ThI ₄ 、0.5 重量% I nI	40
代替金属ハロゲン化組成物 (Thは含まず)：	39.75 重量% NaI、39. 75 重量% ScI ₃ 、20 重量% TmI ₃ 、0.5 重量% の InI	

【0062】

上記金属ハロゲン化組成物が、ランプのバッチ中の上記ランプの放電容器内に提供された。各バッチは100 μ g乃至300 μ gの様々な量を有する。いずれの場合も、生成された光束、得られた色座標及び色温度が観察された。両方の組成物が、偏差がほとんどない状態で同じ挙動を示した。したがって、これらは合わせて以下に説明される。

50

【0063】

放電ランプの動作後に形成されるソルトレークの範囲が観察された。いずれの場合も、ランプは、30分間の間、定常状態運転で動作されて消灯された。金属ハロゲン化組成物は、予想通り、放電容器内で凝固し、最も冷たいスポットの周りに略位置付けられるソルトレークを形成した。ランプは、下から観察され（図3a、3bを参照）、ソルトレークの範囲が測定された。具体的には、ソルトレークの表面積 A_s が mm^2 を単位として測定された。当業者であれば当然理解できるように、片側からのみで円筒形容器内に形成されたソルトレークを観察すると、特定の系統的誤差をもたらすが、それでもなお、得られた値は、十分に正確な結果を示したことが分かった。

【0064】

図5に示されるように、 mm^2 を単位として測定された面積 A_s は、放電容器の所与の形状について、放電容器内に導入された金属ハロゲン化物の量に依存する。

【0065】

驚くべきことに、マッチング商 Q が、ソルトレークの表面積 A_s 、溝距離 RA 、及び放電容器の内径 ID から得られることが分かった。同一の組成の金属ハロゲン化物を有する放電ランプ10から放射される光の色温度は、このマッチング商 Q （ $Q = RA \times ID / A_s$ と計算される）への強い依存度を示したことが分かっている。

【0066】

図6は、マッチング商 Q への色温度の依存度のグラフを示す。

【0067】

図6から分かるように、得られる色温度は、マッチング商 Q と共に略線形に増加する。所与の金属ハロゲン化組成物について、マッチング商 $Q = 1.5$ において、4600K未満の色温度が得られる一方で、2以上のマッチング商 Q の値では、4700K以上の色温度が得られ、 $Q = 3$ では最高で約4900Kが得られる。

【0068】

したがって、上述したように、ソルトレークの範囲によって、加熱された放電容器のどの部分が接触されるのかが決定されるので、金属ハロゲン化物が気化する温度を決定し、色温度への強い影響がもたらされる。

【0069】

両方の金属ハロゲン化組成物では、25Wにおける動作では、ランプの光束（15時間のバーンイン（burn-in）後に測定）は、 $100\mu\text{g}$ の金属ハロゲン化物での2188lmから300 μg での2320lmの間で変動し、これは、 $87.5 \sim 92.8\text{lm/W}$ の効率に対応する。したがって、ハロゲン化物の量を減少させることによってある程度効率が損失するが、最も高い商 $Q = 3.2$ （ $100\mu\text{g}$ のハロゲン化物について）を有するバッチでも、依然として自動車前方照明用に十分な効率を示した。

【0070】

本発明は、図面及び上記説明において詳細に例示かつ説明されたが、このような例示及び説明は、例示であって限定と考えられるべきではない。本発明は、開示された実施形態に限定されない。開示された実施形態への他の変更は、図面、開示内容及び添付の特許請求の範囲の検討から、クレームされた発明を実施する際に、当業者によって理解かつ実現される。請求項において、「含む」との用語は、他の要素又はステップを排除するものではなく、また、不定冠詞「a」又は「an」は複数形を排除するものではない。特定の手段が相互に異なる従属項に記載されるからと言って、それらの手段の組み合わせを有利に使用することができないことを示すものではない。請求項における任意の参照符号は、範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

10

20

30

40

【図 1】

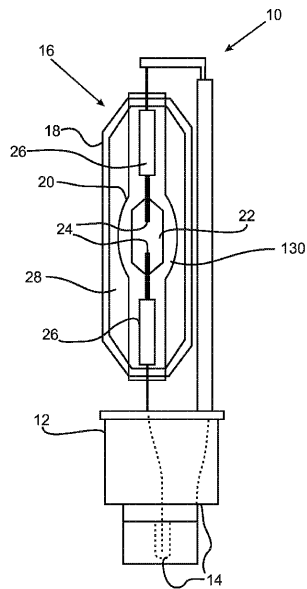
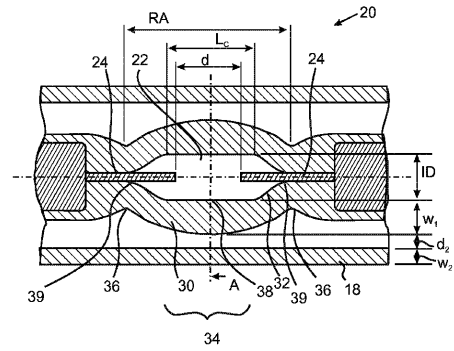


FIG. 1

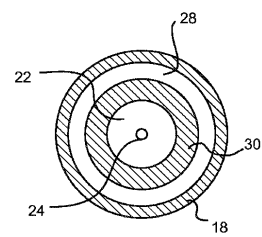
【図 2】

FIG. 2



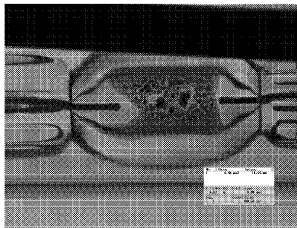
【図 2 a】

FIG. 2a



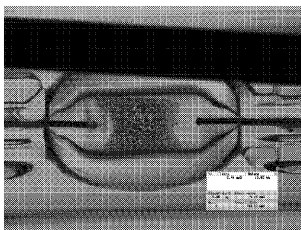
【図 3 a】

FIG. 3a



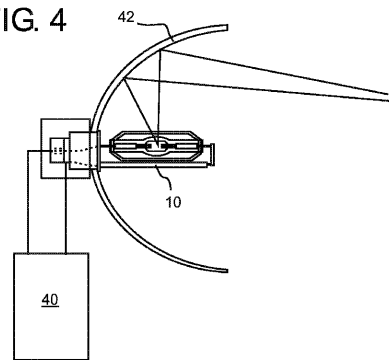
【図 3 b】

FIG. 3b



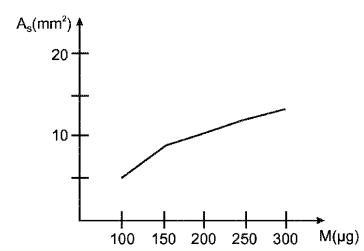
【図 4】

FIG. 4



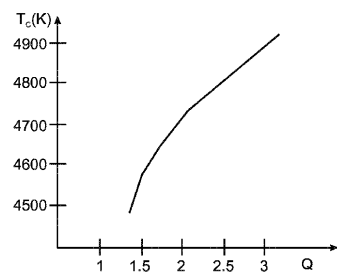
【図 5】

FIG. 5



【図 6】

FIG. 6



フロントページの続き

(74)代理人 100091214

弁理士 大貫 進介

(74)代理人 110001690

特許業務法人M & S パートナーズ

(72)発明者 ハーケ ミカエル

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

(72)発明者 プロケッシュ ベルンド

オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフェン ハイ テック キャンパス ビルディング
4 4

審査官 遠藤 直恵

(56)参考文献 特開2009-218203(JP, A)

国際公開第2011/042830(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 61/00 - 61/98