

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3678212号
(P3678212)

(45) 発行日 平成17年8月3日(2005.8.3)

(24) 登録日 平成17年5月20日(2005.5.20)

(51) Int. Cl.⁷

F I

H O 1 J 61/30

H O 1 J 61/30

C

H O 1 J 61/20

H O 1 J 61/20

U

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-144332 (P2002-144332)
 (22) 出願日 平成14年5月20日(2002.5.20)
 (65) 公開番号 特開2003-338263 (P2003-338263A)
 (43) 公開日 平成15年11月28日(2003.11.28)
 審査請求日 平成16年7月5日(2004.7.5)

(73) 特許権者 000102212
 ウシオ電機株式会社
 東京都千代田区大手町2丁目6番1号 朝
 日東海ビル19階
 (74) 代理人 100106862
 弁理士 五十畑 勉男
 (72) 発明者 福島 謙輔
 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウ
 シオ電機株式会社内

審査官 村田 尚英

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超高圧水銀ランプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

熔融石英ガラスからなる放電容器に一对の電極を対向配置しており、この放電容器に0.15mg/mm³以上の水銀を封入している超高圧水銀ランプにおいて、該放電容器の内表面から深さ4μmまでの領域のアルカリ金属濃度が10wt.ppm以下であることを特徴とする超高圧水銀ランプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は高圧水銀ランプに関する。特に、放電容器内に0.15mg/mm³以上の水銀が封入されて点灯時の水銀蒸気圧が150気圧以上にもなるショートアーク型超高圧水銀ランプに関する。

【0002】

【従来の技術】

投射型プロジェクター装置は、矩形形状のスクリーンに対して均一に、しかも十分な演色性を追って画像を照明させることが要求され、このため、光源としては水銀や金属ハロゲン化物を封入させたメタルハライドランプが使われている。また、最近では、より一層の小型化、点光源化が進められ、電極間距離も極めて小さいものが実用化されてきている。

【0003】

このような背景のもと、最近では、メタルハライドランプに代わって、極めて高い水銀蒸

10

20

気圧、例えば、200バール（約197気圧）以上を持つランプが提案されている。これは水銀蒸気圧を高くすることで、アークの広がりを抑えると共に、より一層の光出力の向上を図るというものであり、例えば、特開平2-148561号（米国特許第5,109,181号）、特開平6-52830号（米国特許第5,497,049号）に開示されている。

【0004】

このようなプロジェクター装置に使われる光源装置は、鮮明な画像を投射するという関係上、放電ランプが失透するという大きな問題となる。その一方で、最近は、DMDTM（テキサスインスツルメンツ社；デジタルマイクロミラーデバイス）を使ったDLPTM（同社；デジタルライトプロセッサ）方式が採用されたことにより、液晶パネルを使う必要がなくなり、これにより、より一層小型のプロジェクター装置が注目されつつある。つまり、プロジェクター装置用の放電ランプは、高い光出力や照度維持率が要求される反面、プロジェクター装置の小型化に伴い放電ランプもより小型が求められ、その点灯条件もより厳しい内容が要求されつつある。

10

【0005】

ここで、放電容器の材料としては、紫外光の透過特性から一般に石英ガラスが採用される。石英ガラス中のアルカリ金属成分はランプの放電寿命に悪影響を与える。その機構は以下のように考えられるが詳細は定かではない。通常、ランプ点灯（動作）時には、ランプ光による放射熱や電極間に発生するジュール熱によりランプ本体が高温となる。その高温下においては、ガラス中のアルカリ金属イオン（陽イオン）の移動度は大きく、ランプ電極間で生じる電場により、電極部（陰極側）に引き寄せられる。その際、アルカリ金属イオンがガラスと電極部との結合を劣化させ、ガラス/電極界面の接着強度を低下させる。その結果、ランプは短寿命となる。また、ガラス内表面部のアルカリ金属成分はランプ点灯時のガラス表面の失透を促進し、照度低下の一因となる。

20

【0006】

ランプは製造後出荷するまでに不良製品の排除を目的にエージングという点灯試験がされる。このエージング条件は（例えば）2分点灯し1分消灯するというのを7回繰り返し後、45分連続点灯するというものであるが、従来、超高压水銀ランプにおいて、このエージング期間中に封止部の金属箔部での剥離に起因する破損不良が生じていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、本発明の目的は、石英ガラスからなる放電容器に0.15mg/mm³以上の水銀を封入するプロジェクター装置用の超高压水銀ランプであって、放電容器の失透と放電容器の破損をともに解決できる超高压水銀ランプを提供することにある。

30

【0008】

【課題を解決するための手段】

石英ガラス中のアルカリ金属成分量に関しては、特開2001-229876号公報に開示がされている。同公報では放電容器の材料となる石英ガラス中のアルカリ金属成分の総量を0.6ppm以下に規定している。ただそれは、石英ガラス全体に含まれるアルカリ金属総量のことである。しかし、石英ガラス管中のアルカリ金属濃度については、ガラス表面からガラス内部にわたりガラス管の厚み方向で濃度勾配（濃度分布）の存在することが発明者の研究により明らかになっており、ガラス全体でのアルカリ金属総量が0.6ppm以下であっても、表面に近い層ではアルカリ金属量が0.6ppmよりはるかに高濃度であることがある。

40

【0009】

発明者は、同一種のガラス管において内表面を化学エッチングしたものとし、内表面をエッチングしたものではエッチングしないものとの場合、内表面をエッチングしたものではエッチングしないものとの場合、箔浮き発生率やランプ破損率に優位性のあることを確認した。そこで、発光管の内表面のアルカリ金属濃度に着目し、その濃度を規定することで本発明を完成した。

【0010】

50

上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、溶融石英ガラスからなる放電容器に一对の電極を対向配置しており、この放電容器に 0.15 mg/mm^3 以上の水銀を封入している超高圧水銀ランプにおいて、該放電容器の内表面から深さ $4\text{ }\mu\text{m}$ までの領域のアルカリ金属濃度が 10 wt. ppm 以下であることを特徴とする超高圧水銀ランプとするものである。

【0011】

ここで、「アルカリ金属」とは、リチウム(Li)、ナトリウム(Na)、カリウム(K)のことを意味している。

【0012】

アルカリ金属濃度を放電容器の内表面から深さ $4\text{ }\mu\text{m}$ までの領域で規定したのは、石英ガラス中のアルカリ金属濃度の拡散係数や点灯直後からのイオン電流の評価から、石英ガラスの内表面から深さ $4\text{ }\mu\text{m}$ までのアルカリ金属濃度がランプ寿命特性(破損率や照度維持率)に特に影響を与えることが推測されたことによる。

【0013】

【発明の実施の形態】

図1に本発明の超高圧水銀ランプ(以下、単に「放電ランプ」ともいう)の全体構成を示す。放電ランプ10は、溶石英ガラスからなる放電容器11によって形成された大略球形の放電空間部12を有し、この放電空間部12内には、陰極13と陽極14が互いに対向するように配置されている。また、放電空間部12の両端部から伸びるよう各々封止部15が形成され、これらの封止部15内には、通常モリブデンよりなる導電用金属箔16が、例えばピンチシールにより気密に埋設されており、陰極13および陽極14の各々を先端に有する電極棒17の基端部が、当該導電用金属箔16の一端部に配置された状態で溶接されて電氣的に接続されると共に、他端部には、外部に突出する外部リード棒18が溶接されている。

【0014】

放電空間部12内には、水銀と、希ガスと、ハロゲンガスが封入されている。水銀は、必要な可視光波長、例えば、波長 $360\sim 780\text{ nm}$ という放射光を得るためのもので、 0.15 mg/mm^3 以上封入されている。この封入量は、温度条件によっても異なるが、点灯時 $150\text{ }\mu\text{mHg}$ 以上で極めて高い蒸気圧となる。また、水銀をより多く封入することで点灯時の水銀蒸気圧 $200\text{ }\mu\text{mHg}$ 以上、 $300\text{ }\mu\text{mHg}$ 以上という高い水銀蒸気圧の放電ランプを作ることができ、水銀蒸気圧が高くなるほどプロジェクター装置に適した光源を実現することができる。

【0015】

希ガスは、例えば、アルゴンガスが約 13 kPa 封入され、点灯始動性を改善するためのものである。

【0016】

ハロゲンは、臭素、塩素、沃素などが水銀その他の金属との化合物の形態で封入され、ハロゲンの封入量は、例えば、 $10^{-6}\sim 10^{-2}\text{ }\mu\text{mol/mm}^3$ の範囲から選択できるものであって、その機能はハロゲンサイクルを利用した長寿命化であるが、本発明の放電ランプのように極めて小型で高い内圧を有するものは、このようなハロゲンを封入することも、後述する放電容器の破損、失透という現象に影響を及ぼしていることが考えられる。

【0017】

このような放電ランプの数値例を示すと、例えば、発光部の最大外径 9.5 mm 、電極間距離 1.5 mm 、発光管内容積 75 mm^3 、管壁負荷 1.5 W/mm^2 、定格電圧 80 V 、定格電力 150 W である。そして、この放電ランプは、前記したプロジェクター装置やオーバーヘッドプロジェクターのようなプレゼンテーション用機器に搭載され、演色性の良い放射光を提供することができる。

【0018】

次に、本発明の作用効果に関する実験について説明する。使用した超高圧水銀ランプは、

10

20

30

40

50

発光部の最大外径 9.4 mm、電極間距離 1.3 mm、発光管内容積 75 mm³、封入水銀量 0.25 mg/mm³、封入ハロゲンと封入量 10⁻⁴ μmol/mm³、管壁負荷 1.5 W/mm³、定格電圧 80 V、定格電力 150 W である。実験は、図 2 の表に示した 18 種の発光管内表面から 4 μm までの平均アルカリ金属濃度の異なるランプサンプルを夫々 10 ~ 数 10 本使用した。発光管内表面から 4 μm までの平均アルカリ金属濃度とエージング時の放電容器の破損状態と白濁形成による照度維持率の低下を観察した。

【0019】

放電容器の破損状態については、放電ランプをエージングと同じ約 1 時間点灯させた後、放電容器の破損状態を観察して、破損と認められる割合を記録している。そして、各々の放電ランプに対して、ここで、「破損」とは、放電ランプにクラックが生じる場合や、放電ランプが破壊する場合をいう。

10

【0020】

これら 18 種の、発光管内表面から 4 μm までの平均アルカリ金属濃度の異なるサンプルは、発光管成形後の熔融石英ガラス原管の内表面のアルカリ金属濃度を調整したもの、及び該内表面を化学エッチングして種々の濃度に調整して得た。

【0021】

この図 2 から発光管内表面から 4 μm までの平均アルカリ金属濃度が 10 wt. ppm 以下で、エージング後の破損率は 30 % 以下に抑えることができる。さらに、300 時間後の平均照度維持率は 50 % 以上を確保可能となる。

【0022】

「エージング後の破損率は 30 % 以下」というのは上述した不良品の排除の目的で実施する破損率の点から充分であり、「300 時間後の平均照度維持率は 50 % 以上」というのはランプ電力により照度維持率の良否判定基準はまちまちであるが、従来法により製造したランプの平均照度維持率が 50 % 未満であることに基いた境界値である。

20

【0023】

次に、発光管内表面から 4 μm までの平均アルカリ金属濃度の分析法について概略を説明する。分析手法としては、フレームレス原子吸光法 (FL-ASS) であり、分析装置は市販品 (HITACH 製) を使用した。測定原理としては一般によく知られた手法であり、各元素が固有の波長光を吸収すること、つまり光の吸光度 (光の減衰量) を利用する。具体的には、被検体に特有の光を透過させ、その時の吸光度を測定するもので、吸光度の大きさによって被検体に含まれる各元素の含有量を評価する。

30

【0024】

本件の分析方法としては、先ず検量線の作成を行う。目的元素の既知濃度の溶媒をいくつか準備し、濃度対吸光度の検量線を作成する。次に、高純度ガラス (合成石英ガラス) を溶解したフッ酸 (HF) 溶液に純水を加え、HF 濃度 5 % まで希釈する。そして、任意濃度のアルカリ金属を加えて、その溶液の吸光度を測定する。次に、添加したアルカリ量に対する吸光度変化をプロットし、検量線を作成する。この検量線をもとに、サンプル内のアルカリ含有量を決定する。

【0025】

次にガラス表層部におけるアルカリ金属濃度の評価方法であるが、次のように行う。

40

- i) ガラス管内をエッチング液で満たし、管内表面を均一にエッチングする。その際に管の外側はエッチングされないようにする。エッチング溶液として 4.7 % HF (2.8 ± 1) を使用する。
- ii) エッチング前後でのガラス管の重量差を測定し、エッチング重量を求める。ガラス重量はマイクロ天秤および電子天秤を使用する。
- iii) 一方、エッチング前後で顕微測長器にてガラス管の内径を測定し、肉厚方向の変化量を求める。その際には、ガラス管を屈折率調整液の中に入れ、ガラス表面 (曲面) での屈折率の影響を補正する。
- iv) 上記 ii)、iii) によりエッチング重量と肉厚変化量との相関関係を導出する。
- v) ガラス管内面を任意時間だけエッチングし、そのエッチング液中に含まれるアルカリ金

50

属濃度を評価する。

vi) エッチング操作を繰り返し、エッチング重量から肉厚の減少量（最表面からの深さ）を求め、内径方向におけるアルカリ金属濃度を求める。

【0026】

アルカリ金属濃度の単位を $ng / \mu m$ から $wt. ppm$ に換算する方法は次のように行う。本件の場合、ガラスの厚み $1 \mu m$ あたりの重量を $4 mg$ と見積もった。従って、 $ng / \mu m$ から $wt. ppm$ への換算は前記値を $4 mg$ で割ることによって得られる。

【0027】

また、本発明の超高圧水銀ランプは、直流点灯に限定されるものではなく、交流点灯のものにも適用することができる。それは、発光管内表面層におけるアルカリ金属に起因する失透（照度維持率の低下）の抑制効果は、直流点灯の場合と同様であると考えられるからである。

10

【0028】

また、本発明の超高圧水銀ランプは、ランプの長手軸を垂直に配置する場合、水平に配置する場合、斜めに配置する場合などいろいろな点灯姿勢のものに適用することができる。

【0029】

また、本発明の超高圧水銀ランプは、凹面反射鏡に内蔵されるものであり、凹面反射鏡に前面ガラスなどを設けて密閉、あるいはほぼ密閉状態にする場合や、前面ガラスを設けることなく開放状態にする構造を採用することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【図1】本発明の超高圧水銀ランプの全体構成を示す。

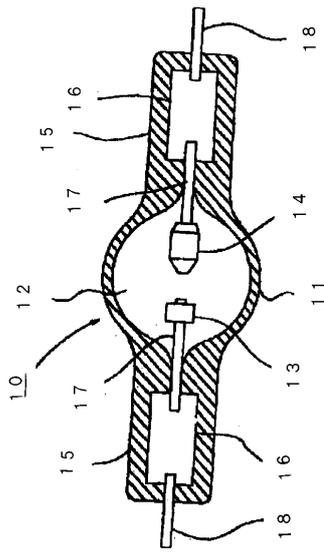
【図2】本発明の超高圧水銀ランプの効果を示す表である。

【符号の説明】

- 10 放電ランプ
- 11 放電容器
- 12 発光空間部
- 13 陰極
- 14 陽極
- 15 封止部
- 16 金属箔
- 17 電極棒
- 18 外部リード

30

【 図 1 】



【 図 2 】

sample	平均アルカリ金属濃度*1) (ng/ μ m)	平均アルカリ金属濃度*2) (wtppm)	破損率(%)	平均照度維持率(%) at 300h	評価
A	19.5	4.8	27.8	51	○
B	54.9	13.7	35.3	44	×
C	20.1	5.1	13.3	68	○
D	5.8	1.5	8	80	○
E	12.4	3.1	13.8	65	○
F	4	1	0.7	84	○
G	2	0.5	0	88	○
H	1.5	0.4	0	90	○
I	42	10.5	33.3	45	×
J	44.8	11.2	28.6	48	×
K	50	12.5	35.3	40	×
L	39.2	9.8	24	50	○
M	30	7.5	22.2	62	○
N	24.8	6.2	20.7	58	○
O	31.2	7.8	28.6	60	○
P	32.8	8.2	29.4	51	○
Q	72	18	40	28	×
R	66	16.5	44.4	38	×

* 1) 最内表面から 4 μ m までの平均アルカリ金属濃度

* 2) ガラス重量比に換算

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06-187944(JP,A)
特開昭56-138853(JP,A)
特開2001-196026(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01J 61/30