

(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2005-5183

(P2005-5183A)

(43) 公開日 平成17年1月6日(2005.1.6)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01J 61/20  
G03B 21/14

F I

H01J 61/20  
G03B 21/14

U  
A

テーマコード(参考)

2K103

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2003-168997(P2003-168997)  
(22) 出願日 平成15年6月13日(2003.6.13)

(71) 出願人 000002369  
セイコーエプソン株式会社  
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(74) 代理人 100079083  
弁理士 木下 實三  
(74) 代理人 100094075  
弁理士 中山 寛二  
(74) 代理人 100106390  
弁理士 石崎 剛  
(72) 発明者 橋爪 俊明  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
(72) 発明者 竹澤 武士  
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内  
Fターム(参考) 2K103 AA16 BA03 BA07

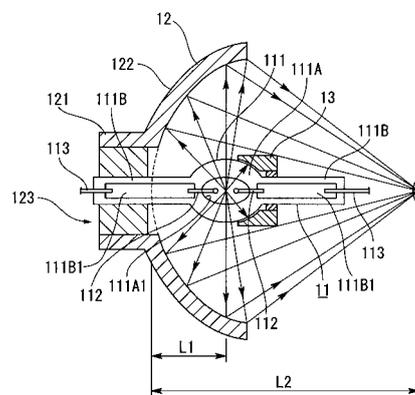
(54) 【発明の名称】 高圧水銀ランプ、光源装置、およびプロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】長時間の使用による発光管の変形または破裂を防止し、かつ、演色性の良い光束を射出できる高圧水銀ランプ、光源装置、およびプロジェクタを提供する。

【解決手段】高圧水銀ランプ111は、放電空間111A1を有する発光管111と、この発光管111の放電空間111A1に配置される一対の電極112と、発光管111の放電空間111A1に封入される水銀および希ガスの封入物を備え、電極112間で放電発光が行われ、発光管111から射出される光束の一部は、副反射鏡13により発光管111内に戻るように構成されている。封入物である水銀は、 $0.15\text{ mg/mm}^3 \sim 0.32\text{ mg/mm}^3$ の封入量であり、 $150\text{ bar} \sim 190\text{ bar}$ の蒸気圧で放電空間111A1に封入されている。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

放電空間を有する発光管と、この発光管の放電空間に配置される一对の電極と、前記発光管の放電空間に封入される水銀および希ガスの封入物とを備え、前記電極間で放電発光が行われ、前記発光管から射出される光束の一部が前記発光管内に戻る戻り光を有する高圧水銀ランプであって、

前記水銀は、 $0.15 \text{ mg/mm}^3 \sim 0.32 \text{ mg/mm}^3$  の封入量であり、 $150 \text{ bar} \sim 190 \text{ bar}$  の蒸気圧で前記放電空間に封入されていることを特徴とする高圧水銀ランプ。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の高圧水銀ランプにおいて、

前記発光管から射出される光束の一部を前記発光管内に戻す副反射鏡を備え、

前記副反射鏡は、前記発光管の放電空間の光束射出方向前側略半分以下、 $1/3$  以上を覆うように取り付けられていることを特徴とする高圧水銀ランプ。

## 【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の高圧水銀ランプにおいて、

前記放電空間には、水銀および希ガスの他、塩素、臭素、および沃素のうちのいずれかのハロゲン化合物が封入されていることを特徴とする高圧水銀ランプ。

## 【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載の高圧水銀ランプと、この高圧水銀放電ランプから射出される光束を一定方向に揃えて射出するリフレクタとを備えていることを特徴とする光源装置。

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の光源装置と、この光源装置から射出された光束を画像情報に応じて変調する光変調装置と、変調された光束を拡大投写する投写光学装置とを備えていることを特徴とするプロジェクタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、放電空間を有する発光管と、この発光管の放電空間に対向配置される一对の電極と、前記発光管の放電空間に封入される水銀および希ガスの封入物とを備え、前記電極間で放電発光が行われ、前記発光管から射出される光束の一部が前記発光管内に戻る戻り光を有する高圧水銀ランプ、光源装置、およびプロジェクタに関する。

## 【0002】

## 【背景技術】

従来、光源から射出された光束を、画像情報に応じて変調し光学像を拡大投写するプロジェクタが利用されており、このようなプロジェクタは、パーソナルコンピュータとともに、会議等でのプレゼンテーションに利用される。また、近年、家庭において大画面で映画等を見たいというニーズに応じて、ホームシアター用途にこのようなプロジェクタが利用される。

プロジェクタに用いられる光源としては、メタルハライドランプや高圧水銀ランプ等の放電型発光管が用いられている。

このような放電型発光管としては、以下に示すように、演色性の良い光束を射出するランプが提案されている。

例えば、上記ランプとして、タングステンからなる一对の電極を有する発光管に、希ガス、水銀、およびハロゲン化合物の封入物を封入し、極めて高い水銀蒸気圧（例えば  $200 \text{ bar}$  以上）を有する高圧水銀ランプが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

ここで、水銀の封入量は、 $0.2 \text{ mg/mm}^3$  以上であり、水銀蒸気圧を高めて可視光領域、特に赤色領域の連続スペクトルを増加させ演色性を改善している。また、発光管の管壁負荷は、 $1 \text{ W/mm}^2$  以上であり、これは、水銀の圧力を高くするために最冷部の温度

10

20

30

40

50

を高くする必要があるからである。さらに、ハロゲン化合物を封入する理由については、発光管の管壁の黒化防止である。

【0003】

【特許文献1】

特開平2-148561号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

特許文献1に記載の高圧水銀ランプは、200bar以上の水銀蒸気圧を有しているため、発光管の内部気圧は高いものとなる。また、この高圧水銀ランプは、点灯時において、発光管の温度が1000を超える高温となる。このため、特許文献1に記載の高圧水銀ランプでは、長時間の点灯において発光管の変形または破裂が生じてしまう、という問題がある。

10

【0005】

本発明の目的は、長時間の使用による発光管の変形または破裂を防止し、かつ、演色性の良い光束を射出できる高圧水銀ランプ、光源装置、およびプロジェクタを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明の高圧水銀ランプは、放電空間を有する発光管と、この発光管の放電空間に対向配置される一対の電極と、前記発光管の放電空間に封入される水銀および希ガスの封入物を備え、前記電極間で放電発光が行われる高圧水銀ランプであって、前記発光管から射出される光束の一部が前記発光管内に戻るよう構成され、前記水銀は、 $0.15\text{ mg/mm}^3 \sim 0.32\text{ mg/mm}^3$ の封入量であり、 $150\text{ bar} \sim 190\text{ bar}$ の蒸気圧で前記放電空間に封入されていることを特徴とする。

20

ここで、発光管から射出される光束の一部が発光管内に戻るような構成とは、例えば、高圧水銀ランプが用いられる光学装置に発光管から射出される光束の一部を発光管内に戻るよう反射する副反射鏡を設ける構成を採用してもよい。また、光学装置に副反射鏡を設ける構成に限らず、高圧水銀ランプが用いられる光学装置を搭載する光学機器に設ける構成を採用してもよく、発光管自体に取り付ける構成を採用してもよい。

【0007】

本発明の高圧水銀ランプは、発光管から射出される光束の一部が発光管内に戻るよう構成されたものである。このような構成では、発光管内の封入物（水銀および希ガス）が戻り光のエネルギーを吸収し、発光効率が向上し、演色性が改善される。しかしながら、このような高圧水銀ランプでは、エネルギーの吸収により、発光管内の温度が高くなりやすく、従来の高圧水銀ランプと同様に、長時間の点灯において発光管の変形または破裂が生じやすい。

30

本発明では、封入物である水銀の封入量が $0.15\text{ mg/mm}^3 \sim 0.32\text{ mg/mm}^3$ であり、 $150\text{ bar} \sim 190\text{ bar}$ の蒸気圧で発光管の放電空間に封入されているため、発光管内の内部気圧を抑えることができ、発光管内の温度が高くなったとしても、長時間の使用による発光管の変形または破裂を回避でき、高圧水銀ランプの長寿命化を図れる。

40

したがって、演色性の改善を図りつつ、長寿命化を図れるので、本発明の目的を達成できる。

ここで、封入物である水銀の封入量が $0.15\text{ mg/mm}^3$ よりも少なく、水銀蒸気圧が $150\text{ bar}$ よりも低い場合には、可視光領域の連続スペクトルが減少してしまうため、戻り光による演色性の改善を相殺し、演色性の改善を良好に実施できない。一方、封入物である水銀の封入量が $0.32\text{ mg/mm}^3$ よりも多く、水銀蒸気圧が $190\text{ bar}$ よりも高い場合には、発光管内の内部気圧を抑えることができず、高圧水銀ランプの点灯および戻り光により発光管内の温度が高くなった場合に、発光管の変形または破裂を回避できない。

50

## 【0008】

本発明の高圧水銀ランプでは、前記発光管から射出される光束の一部を前記発光管内に戻す副反射鏡を備え、前記副反射鏡は、前記発光管の放電空間の光束射出方向前側略半分以下、 $1/3$ 以上を覆うように取り付けられていることが好ましい。

本発明によれば、副反射鏡は、高圧水銀ランプ自体に取り付けられているので、高圧水銀ランプが用いられる光源装置またはこの光源装置を搭載する光学機器等に副反射鏡を設ける構成と比較して、光束を捕らえる面積を小さくでき、簡単な構成で効率的に戻り光を発光管内に戻すことができる。

また、副反射鏡は、発光管の放電空間の光束射出方向前側略半分以下、 $1/3$ 以上を覆うように取り付けられているので、発光管から射出される光束のうち、副反射鏡による戻り光を必要以上に多くすることなく、かつ、副反射鏡による戻り光を必要最低限とし、有効な戻り光を生成できる。

ここで、副反射鏡が発光管の放電空間の光束射出方向前側略半分以上を超えて該発光管を覆うように取り付けられている場合には、副反射鏡による戻り光が必要以上に多くなり、高圧水銀ランプから適切な光束を射出させることが困難となる。

また、副反射鏡が発光管の放電空間の光束射出方向前側 $1/3$ 未満で該発光管を覆うように取り付けられている場合には、副反射鏡による戻り光が少なく、発光管内の封入物による戻り光のエネルギー吸収も小さくなり、演色性の改善を適切に図れない。

## 【0009】

本発明の光源装置では、前記放電空間には、水銀および希ガスの他、塩素、臭素、および沃素のうちのいずれかのハロゲン化合物が封入されていることが好ましい。

本発明によれば、放電空間には、水銀および希ガスの他、ハロゲン化合物が封入されているので、ハロゲンサイクルを利用して電極の構成物質が、発光管の放電空間内面に付着することを防止できる。したがって、放電空間内面に付着した構成物質に光束のエネルギーが吸収されることがなく、発光管の温度上昇を回避でき、高圧水銀ランプのさらなる長寿命化を図れる。

ここで、ハロゲン化合物の封入量としては、特に限定されず、発光管の管壁の黒化を良好に防止できる範囲で封入すればよい。

## 【0010】

本発明の光源装置は、上述した高圧水銀ランプと、この高圧水銀ランプから射出される光束を一定方向に揃えて射出するリフレクタとを備えていることを特徴とする。

ここで、リフレクタとしては、パラボラリフレクタ、楕円リフレクタ等を採用することができ、リフレクタの反射面は、可視光線を反射し、赤外線透過するいわゆるコールドミラーであるのが好ましい。

本発明によれば、光源装置は、上述した高圧水銀ランプおよびリフレクタを備えているので、上述した高圧水銀ランプと同様の作用・効果を享受できる。

また、光源装置は、長寿命化を図れる高圧水銀ランプを備えているので、高圧水銀ランプの破裂によるランプの飛散を回避するための防爆構造を工夫して設計しなくてもよい。

## 【0011】

本発明のプロジェクタは、上述した光源装置と、この光源装置から射出された光束を画像情報に応じて変調する光変調装置と、変調された光束を拡大投写する投写光学装置とを備えていることを特徴とする。

本発明によれば、プロジェクタは、上述した光源装置を備えているので、上述した光源装置と同様の作用・効果を享受できる。

また、プロジェクタは、長寿命化かつ演色性の向上を図れる光源装置を備えているので、常に安定でありかつ、鮮明な画像を長期間投写できる。

## 【0012】

## 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図1は、本実施形態に係るプロジェクタの光学系を示す模式図である。

10

20

30

40

50

プロジェクタ 1 は、光源から射出された光束を、画像情報に応じて変調して光学像を形成し、スクリーン上に拡大投写する光学機器であり、光源装置 10、均一照明光学系 20、色分離光学系 30、リレー光学系 35、光学装置 40、および投写光学装置 50 を備えて構成され、光学系 20 ~ 35 を構成する光学素子は、所定の照明光軸 A が設定されたライトガイド 2 内に位置決め調整されて収納されている。

#### 【0013】

光源装置 10 は、高圧水銀ランプ 11 から放射された光束を一定方向に揃えて射出し、光学装置 40 を照明するものであり、詳しくは後述するが、高圧水銀ランプ 11、楕円リフレクタ 12、副反射鏡 13、および平行化凹レンズ 14 を備えている。

そして、高圧水銀ランプ 11 から放射された光束は、楕円リフレクタ 12 により装置前方側に射出方向を揃えて収束光として射出され、平行化凹レンズ 14 によって平行化され、均一照明光学系 20 に射出される。

#### 【0014】

均一照明光学系 20 は、光源装置 10 から射出された光束を複数の部分光束に分割し、照明領域の面内照度を均一化する光学系であり、第 1 レンズアレイ 21、第 2 レンズアレイ 22、偏光変換素子 23、重畳レンズ 24、および反射ミラー 25 を備えている。

第 1 レンズアレイ 21 は、高圧水銀ランプ 11 から射出された光束を複数の部分光束に分割する光束分割光学素子としての機能を有し、照明光軸 A と直交する面内にマトリクス状に配列される複数の小レンズを備えて構成される。

第 2 レンズアレイ 22 は、前述した第 1 レンズアレイ 21 により分割された複数の部分光束を集光する光学素子であり、第 1 レンズアレイ 21 と同様に照明光軸 A に直交する面内にマトリクス状に配列される複数の小レンズを備えた構成である。

#### 【0015】

偏光変換素子 23 は、第 1 レンズアレイ 21 により分割された各部分光束の偏光方向を一方向の直線偏光に揃える偏光変換素子である。

この偏光変換素子 23 は、図示を略したが、照明光軸 A に対して傾斜配置される偏光分離膜および反射ミラーを交互に配列した構成を具備する。偏光分離膜は、各部分光束に含まれる P 偏光光束および S 偏光光束のうち、一方の偏光光束を透過し、他方の偏光光束を反射する。反射された他方の偏光光束は、反射ミラーによって曲折され、一方の偏光光束の射出方向、すなわち照明光軸 A に沿った方向に射出される。射出された偏光光束のいずれかは、偏光変換素子 23 の光束射出面に設けられる位相差板によって偏光変換され、すべての偏光光束の偏光方向が揃えられる。このような偏光変換素子 23 を用いることにより、高圧水銀ランプ 11 から射出される光束を、一方向の偏光光束に揃えることができるため、光学装置 40 で利用する光源光の利用率を向上することができる。

#### 【0016】

重畳レンズ 24 は、第 1 レンズアレイ 21、第 2 レンズアレイ 22、および偏光変換素子 23 を経た複数の部分光束を集光して液晶パネル 42 R、42 G、42 B の画像形成領域上に重畳させる光学素子である。この重畳レンズ 24 は、本例では光束透過領域の入射側端面が平面で射出側端面が球面の球面レンズであるが、非球面レンズを用いることも可能である。

この重畳レンズ 24 から射出された光束は、反射ミラー 25 で曲折されて色分離光学系 30 に射出される。

#### 【0017】

色分離光学系 30 は、2 枚のダイクロイックミラー 31、32 と、反射ミラー 33 とを備え、ダイクロイックミラー 31、32 より均一照明光学系 20 から射出された複数の部分光束を、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の 3 色の色光に分離する機能を具備する。

ダイクロイックミラー 31、32 は、基板上に所定の波長領域の光束を反射し、他の波長の光束を透過する波長選択膜が形成された光学素子であり、光路前段に配置されるダイクロイックミラー 31 は、赤色光を透過し、その他の色光を反射するミラーである。光路後段に配置されるダイクロイックミラー 32 は、緑色光を反射し、青色光を透過するミラー

10

20

30

40

50

である。

【0018】

リレー光学系35は、入射側レンズ36と、リレーレンズ38と、反射ミラー37、39とを備え、色分離光学系30を構成するダイクロイックミラー32を透過した青色光を光学装置40まで導く機能を有している。尚、青色光の光路にこのようなリレー光学系35が設けられているのは、青色光の光路長が他の色光の光路長よりも長いため、光の発散等による光の利用効率の低下を防止するためである。本例においては青色光の光路長が長いのでこのような構成とされているが赤色光の光路長を長くする構成も考えられる。

【0019】

前述したダイクロイックミラー31により分離された赤色光は、反射ミラー33により曲折された後、フィールドレンズ41を介して光学装置40に供給される。また、ダイクロイックミラー32により分離された緑色光は、そのままフィールドレンズ41を介して光学装置40に供給される。さらに、青色光は、リレー光学系35を構成するレンズ36、38および反射ミラー37、39により集光、曲折されてフィールドレンズ41を介して光学装置40に供給される。尚、光学装置40の各色光の光路前段に設けられるフィールドレンズ41は、第2レンズアレイ22から射出された各部分光束を、照明光軸に対して並行な光束に変換するために設けられている。

10

【0020】

光学装置40は、入射した光束を画像情報に応じて変調してカラー画像を形成するものであり、照明対象となる光変調装置としての液晶パネル42R、42G、42Bと、色合成光学系としてのクロスダイクロイックプリズム43とを備えて構成される。尚、フィールドレンズ41および各液晶パネル42R、42G、42Bの間には、入射側偏光板44が介在配置され、図示を略したが、各液晶パネル42R、42G、42Bおよびクロスダイクロイックプリズム43の間には、射出側偏光板が介在配置され、入射側偏光板44、液晶パネル42R、42G、42B、および射出側偏光板によって入射する各色光の光変調が行われる。

20

【0021】

液晶パネル42R、42G、42Bは、一对の透明なガラス基板に電気光学物質である液晶を密閉封入したものであり、例えば、ポリシリコンTFTをスイッチング素子として、与えられた画像信号に従って、入射側偏光板44から射出された偏光光束の偏光方向を変調する。この液晶パネル42R、42G、42Bの変調を行う画像形成領域は、矩形形状であり、その対角寸法は、例えば0.7インチである。

30

【0022】

クロスダイクロイックプリズム43は、射出側偏光板から射出された各色光毎に変調された光学像を合成してカラー画像を形成する光学素子である。このクロスダイクロイックプリズム43は、4つの直角プリズムを貼り合わせた平面視略正形状をなし、直角プリズム同士を貼り合わせた界面には、誘電体多層膜が形成されている。略X字状の一方の誘電体多層膜は、赤色光を反射するものであり、他方の誘電体多層膜は、青色光を反射するものであり、これらの誘電体多層膜によって赤色光および青色光は曲折され、緑色光の進行方向と揃えられることにより、3つの色光が合成される。

40

そして、クロスダイクロイックプリズム43から射出されたカラー画像は、投写光学装置50によって拡大投写され、図示を略したスクリーン上で大画面画像を形成する。

【0023】

図2は、光源装置10の構造を示す断面図である。

前述した光源装置10は、図示しないランプハウジング内に収納され、ライトガイド2に対して着脱可能となっていて、高圧水銀ランプ11が破裂したり、寿命により輝度が低下した場合に交換できるようになっている。

高圧水銀ランプ11は、図2に示すように、石英ガラス管から構成される発光管111と、この発光管111内に配置される一对の電極112および図示しない封入物とを備える。

50

## 【0024】

発光管111は、球状に膨出する中央部分が発光部111A、この発光部111Aの両側に延びる部分が封止部111Bとされる。

発光部111Aには、略球状の放電空間111A1が形成され、この放電空間111A1内に、一对の電極112と、図示しない封入物が封入される。

封止部111Bの内部には、一对の電極112と電氣的に接続されるモリブデン製の金属箔111B1が挿入され、ガラス材料等で封止されている。この金属箔111B1には、さらに電極引出線としてのリード線113が接続され、このリード線113は、高圧水銀ランプ11の外部まで延出している。

## 【0025】

一对の電極112は、タングステン製の電極であり、放電空間111A1内において、所定距離離間して配置されている。

封入物は、水銀、希ガス、およびハロゲン化合物で構成される。

ここで、水銀は、 $0.15 \text{ mg/mm}^3 \sim 0.32 \text{ mg/mm}^3$ の封入量であり、 $150 \text{ bar} \sim 190 \text{ bar}$ の蒸気圧で封入されることが好ましい。

また、希ガスは、発光部111Aにおける発光を補助するために用いられるものであり、特に限定されないが、常用されるアルゴン、キセノン等を用いることができる。

さらに、ハロゲン化合物は、塩素、臭素、および沃素のうちのいずれかのハロゲンを用いることができ、特に臭素を用いることが好ましい。このハロゲン化合物の封入量は、特に限定されないが、 $10^{-6} \sim 10^{-4} \mu\text{mol/mm}^3$ で封入されることが好ましい

。上述した高圧水銀ランプ11において、封止部111Bから外側に延出するリード線113に電圧を印加すると、電極112間で放電が生じ、発光部111Aが発光する。

## 【0026】

楕円リフレクタ12は、高圧水銀ランプ11の封止部111Bが挿通される首状部121およびこの首状部121から広がる楕円曲面状の反射部122を備えたガラス製の一体成形品である。

首状部121には、中央に挿入孔123が形成されており、この挿入孔123の中心に封止部111Bが配置される。

反射部122は、楕円曲面状のガラス内面に金属薄膜を蒸着形成して構成され、この反射部122の反射面は、可視光を反射して赤外線透過するコールドミラーとされる。

前記の高圧水銀ランプ11は、この反射部122の内部に配置され、発光部111Aの内の電極間の発光中心が反射部122の楕円曲面の第1焦点位置L1となるように配置される。

そして、高圧水銀ランプ11を点灯すると、図2に示されるように、発光部111Aから放射された光束は、反射部122の反射面で反射して、楕円曲面の第2焦点位置L2に収束する収束光となる。

## 【0027】

このような楕円リフレクタ12に高圧水銀ランプ11を固定する際には、高圧水銀ランプ11の封止部111Bを楕円リフレクタ12の挿入孔123に挿入し、発光部111A内の電極112間の発光中心が反射部122の楕円曲面の第1焦点位置L1となるように配置し、挿入孔123内部にシリカ・アルミナを主成分とする無機系接着剤を充填する。なお、本例では前側の封止部111Bから出たリード線113も挿入孔123を通して外部に露出している。

また、反射部122の光軸方向寸法は、高圧水銀ランプ11の長さ寸法よりも短くなっていて、このように楕円リフレクタ12に高圧水銀ランプ11を固定すると、高圧水銀ランプ11の前方側の封止部111Bが楕円リフレクタ12の光束射出側開口から突出する。

## 【0028】

副反射鏡13は、発光部111Aの放電空間111A1の光束射出方向前側を覆う反射部材であり、その反射面は、放電空間111A1の球面に倣う凹曲面状に形成され、反射面

10

20

30

40

50

は楕円リフレクタ 12 と同様にコールドミラーとされている。

ここで、副反射鏡 13 は、発光部 111A の放電空間 111A1 の光束射出方向前側略半分以上、1/3 以下の範囲を覆うことが好ましい。

高圧水銀ランプ 11 の発光部 111A から前方側に射出された光束の一部は、この副反射鏡 13 の反射面にて反射され、発光部 111A に再度戻る。この戻り光の一部は、発光部 111A の放電空間 111A1 に封入された封入物にエネルギーを吸収されるとともに、その他の戻り光は、楕円リフレクタ 12 側に向けて進み、楕円リフレクタ 12 の反射部 122 から射出される。

#### 【0029】

図 3 は、高圧水銀ランプ 11 の分光スペクトルを示す図である。具体的に、図 3 は、副反射鏡 13 が取り付けられている高圧水銀ランプ、および副反射鏡 13 が取り付けられていない高圧水銀ランプの分光スペクトルを比較する図である。

図 3 において、破線で示す分光スペクトル S1 は、副反射鏡 13 が取り付けられている本実施形態の高圧水銀ランプ 11 の分光スペクトルであり、実線で示す分光スペクトル S2 は、副反射鏡 13 が取り付けられていない高圧水銀ランプの分光スペクトルである。

分光スペクトル S1 は、図 3 に示すように、分光スペクトル S2 に対して、特に、波長 600 nm ~ 780 nm の赤色領域の連続放射が多くなり、発光管 111 から射出される光束の演色性が向上することが分かる。

#### 【0030】

前述のような実施形態によれば、次のような効果がある。

(1) 高圧水銀ランプ 11 は、副反射鏡 13 を備え、発光管 111 から射出された光束の一部を発光管 111 に再度戻す構成としているので、戻り光のエネルギーが封入物に吸収され、副反射鏡 13 を設けない構成と比較して、発光管 111 から射出される光束の演色性を改善できる。また、封入物である水銀の封入量を  $0.15 \text{ mg/mm}^3 \sim 0.32 \text{ mg/mm}^3$  の範囲内、 $150 \text{ bar} \sim 190 \text{ bar}$  の蒸気圧の範囲内で発光管 111 の放電空間 111A1 に封入することで、発光管 111 内の内部気圧を抑えることができる。したがって、副反射鏡 13 による戻り光のエネルギー吸収により発光管 111 内の温度が高くなったとしても、長時間の使用による発光管 111 の変形または破裂を回避でき、高圧水銀ランプ 11 の長寿命化を図れる。

#### 【0031】

(2) 副反射鏡 13 は、発光管 111 に放電空間 111A1 の光束射出方向前側略半分以上、1/3 以下を覆うように取り付けられているので、発光管 111 以外の部分、例えば楕円リフレクタ 12 等に副反射鏡を設ける構成と比較して、光束を捕らえる面積を小さくでき、簡単な構成で効率的に戻り光を発光管に戻すことができる。また、副反射鏡 13 は、発光管 111 の放電空間 111A1 の光束射出方向前側略半分以上、1/3 以上を覆うように取り付けられているので、発光管 111 から射出される光束のうち、副反射鏡 13 による戻り光を必要以上に多くすることなく、かつ、副反射鏡 13 による戻り光を必要最低限とし、有効な戻り光を生成できる。

(3) 発光管 111 の放電空間 111A1 には、封入物として、ハロゲン化合物が封入されているので、ハロゲンサイクルを利用して電極 112 の構成物質であるタングステンが、放電空間 111A1 の内面に付着することを防止できる。したがって、放電空間 111A1 内面に付着したタングステンに光束のエネルギーが吸収されることがなく、発光管 111 の温度上昇を回避でき、高圧水銀ランプ 11 のさらなる長寿命化を図れる。

#### 【0032】

(4) 光源装置 10 は、上述した高圧水銀ランプ 11 を備えているので、高圧水銀ランプ 11 の長期間の使用での破裂による発光管 111 の飛散を回避するための防爆構造を工夫して設計しなくてもよい。

(5) 副反射鏡 13 は、発光管 111 に放電空間 111A1 の光束射出方向前側略半分を覆うように取り付けられているので、発光部 111A の前方側に放射される光束が後方側に反射されるため、反射部 122 の楕円曲面が少なくても、発光部 111A から射出され

10

20

30

40

50

た光束をすべて一定方向に揃えて射出でき、楕円リフレクタ 12 の光軸方向寸法を小さくすることができる。したがって、光源装置 10 の小型化を図れる。

(6) プロジェクタ 1 は、長寿命化かつ演色性の向上を図れる光源装置 10 を備えているので、常に安定でありかつ、鮮明な画像を長期間投写できる。

#### 【0033】

尚、本発明は、前述の各実施形態に限定されるものではなく、以下に示すような変形をも含むものである。

前記実施形態では、高圧水銀ランプ 11 内の封入物として、水銀、希ガス、およびハロゲン化合物を用いたが、これに限らず、これらのうち、ハロゲン化合物を省略したもので、長寿命の高圧水銀ランプ 11 として利用できる。また、水銀、希ガス、およびハロゲン化合物の他、その他の物質を封入物として高圧水銀ランプ 11 内に封入しても構わない。

10

前記実施形態において、光源装置 10 を冷却する冷却装置を設けてもよい。例えば、光源装置 10 に放熱部材を設ける構成、また、この放熱部材に冷却ファン等により冷却空気を送風し、放熱特性を向上させる構成を採用してもよい。さらに、ペルチェ効果を利用した熱電変換素子を備えた冷却装置を設け、光源装置 10 を冷却するように構成してもよい。このような構成では、光源装置 10 の冷却効率を向上させ、高圧水銀ランプ 11 の温度を低減させ、高圧水銀ランプ 11 の変形または破裂をさらに回避できる。

#### 【0034】

前記実施形態では、戻り光を発光管 111 に戻す構成として、副反射鏡 13 を発光管 111 に取り付けた構成を説明したが、これに限らない。例えば、戻り光を発光管 111 に戻す副反射鏡を光源装置 10 の楕円リフレクタ 12 に取り付ける構成としてもよく、光源装置 10 の後段に、すなわち、プロジェクタ 1 のライトガイド 2 に取り付ける構成を採用してもよい。

20

前記実施形態では、光源装置 10 は、リフレクタとして楕円リフレクタ 12 を用いた構成としたが、これに限らず、パラボラリフレクタを採用してもよい。

前記実施形態では、液晶パネル 42R、42G、42B を備えたプロジェクタ 1 に本発明の光源装置となる光源装置 10 を採用していたが、これに限らず、マイクロミラーを用いた光変調装置を備えたプロジェクタについて本発明の光源装置を採用してもよい。

その他、本発明の実施の際の具体的な構造および形状等は、本発明の目的を達成できる範囲で他の構造等としてもよい。

30

#### 【0035】

##### 【実施例】

本発明の効果を確認するために以下の実験を実施した。

前記実施形態における光源装置 10 を使用し、発光管 111 の長さ寸法が 11 mm、発光管 111 の発光部 111A 内の容積が  $68 \text{ mm}^3$ 、発光管 111 の管壁負荷 (ランプ電力 / 発光部内側表面積) が  $2.3 \text{ W/mm}^2$  であり、ランプ電力を 200 W と固定し、封入物である水銀の封入量および蒸気圧を変化させ、5 つの実施例 1 ~ 5 における光源装置 10 から射出される光束の演色性、および発光部 111A の変形の有無を評価した。なお、封入物である希ガスおよびハロゲン化合物は、実施例 1 ~ 5 において同一の物および同一量封入している。

40

結果を表 1 および図 4 に示す。図 4 では、説明を簡略化するため、実施例 1 および実施例 3 における発光部 111A の変形の有無の評価結果を示す。

#### 【0036】

##### 【表 1】

	水銀封入量 (mg/mm <sup>3</sup> )	水銀蒸気圧 (bar)	演色性	発光管の変形
実施例 1	0.35	250	○	有
実施例 2	0.18	150	○	無
実施例 3	0.22	170	○	無
実施例 4	0.28	190	○	無
実施例 5	0.14	110	×	無

10

## 【0037】

ここで、光束の演色性の評価としては、実施例 1 ~ 5 の光源装置 10 から射出される光束の演色評価数  $R_a$  を測定し、この演色評価数  $R_a$  が所望の値よりも大きいものを良 (○)、小さいものを悪 (×) とする。

また、発光部 111A の変形の有無の評価としては、実施例 1 ~ 5 の光源装置 10 を長時間点灯させ、所定時間毎に発光部 111A の直径を測定し、この直径寸法の変化から発光部 111A の変形の有無を測定する。

## 【0038】

演色性の評価結果としては、表 1 に示すように、実施例 1 ~ 4 は演色評価数  $R_a$  が所望の値よりも大きくなり演色性を改善できたが、実施例 5 は演色性を改善できなかった。これは、実施例 5 において、水銀封入量および水銀蒸気圧が低い値で放電空間 111A1 内に封入したため、可視光領域の連続スペクトルが減少し、副反射鏡 13 における戻り光による演色性の改善を相殺してしまったと考えられる。

20

また、発光部 111A の変形の有無の評価結果としては、図 4 に示すように、実施例 3 は光源装置 10 を長時間点灯させても発光部 111A の直径に変化はなく、発光部 111A の変形は見られなかった。一方、実施例 1 は光源装置 10 を所定時間点灯させた後、徐々に発光部 111A の直径が大きくなり、2000 時間後には発光部 111A が破裂してしまった。なお、実施例 2, 4, 5 に関しても、表 1 に示すように、実施例 3 と同様に、発光部 111A の変形は見られなかった。これは、実施例 1 において、水銀封入量および水銀蒸気圧が高い値で放電空間 111A1 内に封入したため、発光管 111 内の内部気圧を抑えることができず、高圧水銀ランプ 11 の点灯および副反射鏡 13 による戻り光により発光管 111 内の温度が高くなるにしたがって、発光管 111 が変形し、最後には破裂したと考えられる。

30

したがって、本発明の水銀封入量が  $0.15 \text{ mg/mm}^3 \sim 0.32 \text{ mg/mm}^3$  の範囲内、および水銀蒸気圧が  $150 \text{ bar} \sim 190 \text{ bar}$  の範囲内に適合する条件において、発光管 111 から射出される光束の演色性の改善、および発光管 111 の変形の回避が実施できることが分かった。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施形態に係るプロジェクタの光学系を示す模式図。

【図 2】前記実施形態における光源装置の構造を示す断面図。

【図 3】前記実施形態における高圧水銀ランプの分光スペクトルを示す図。

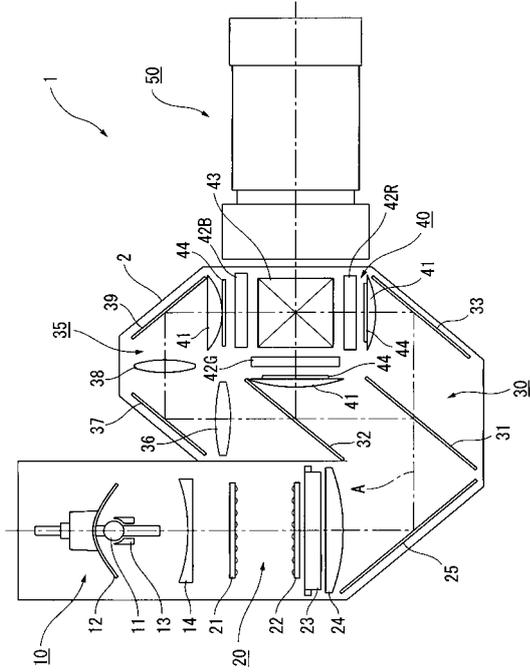
【図 4】発光部の変形の有無の評価結果を示す図。

40

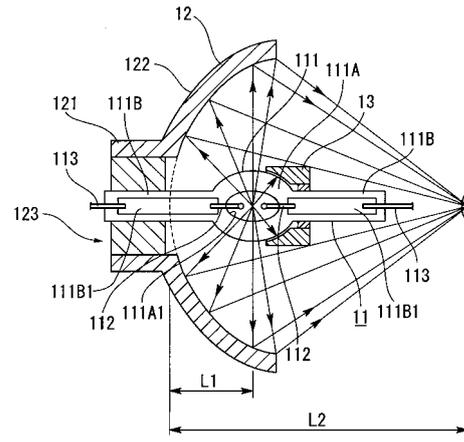
## 【符号の説明】

1・・・プロジェクタ、10・・・光源装置、11・・・高圧水銀ランプ、12・・・楕円リフレクタ、13・・・副反射鏡、42R, 42G, 42B・・・液晶パネル(光変調装置)、50・・・投写光学装置、111・・・発光管、111A1・・・放電空間、1112・・・電極。

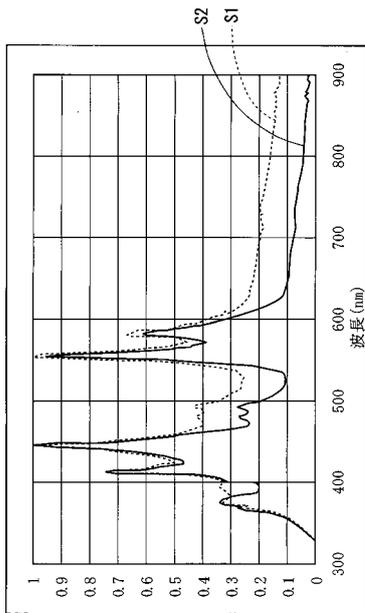
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】

