

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3346291号
(P3346291)

(45) 発行日 平成14年11月18日 (2002. 11. 18)

(24) 登録日 平成14年 9 月 6 日 (2002. 9. 6)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	
H 0 1 J 65/00		H 0 1 J 65/00	A
G 2 1 K 5/00		G 2 1 K 5/00	Z
H 0 1 J 61/30		H 0 1 J 61/30	N

請求項の数 2 (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平10-217187	(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
(22) 出願日	平成10年 7 月 31 日 (1998. 7. 31)	(72) 発明者	森本 幸裕 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシ オ電機株式会社内
(65) 公開番号	特開2000-48772(P2000-48772A)	(72) 発明者	野澤 繁典 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシ オ電機株式会社内
(43) 公開日	平成12年 2 月 18 日 (2000. 2. 18)	(72) 発明者	岡本 昌士 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウシ オ電機株式会社内
審査請求日	平成13年 7 月 12 日 (2001. 7. 12)	審査官	星野 浩一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体バリア放電ランプ、および照射装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】石英ガラスからなる放電容器の内部に誘電体バリア放電によってエキシマ分子を形成する放電用ガスが充填され、この放電容器の少なくとも一部に光透過性部分が形成されている誘電体バリア放電ランプにおいて、

前記光透過性部分における非水素結合性OH基の割合が、全体のOH基に対して、0.36以下であることを特徴とする誘電体バリア放電ランプ。

【請求項 2】誘電体バリア放電により放電容器内にエキシマが生成されて紫外線が放出される誘電体バリア放電ランプと、この誘電体バリア放電ランプを収納し、誘電体バリア放電ランプからの紫外線を取り出す窓部材よりなる照射装置において、
前記窓部材は、石英ガラスよりなり非水素結合性OH基

2

の割合が全体のOH基に対して、0.36以下であることを特徴とする照射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、誘電体バリア放電によってエキシマ分子を形成し、このエキシマ分子から放射される光を利用する誘電体バリア放電ランプ、および、この誘電体バリア放電ランプを光源とした照射装置に関するもので、特に、誘電体バリア放電ランプの光透過性部分である石英ガラス、あるいは照射装置の窓部材に関するものである。

【0002】

【従来の技術】誘電体バリア放電ランプについては、例えば、特開平1-144560号、あるいは米国特許9,837,484号等に記載され、そこには放電容器

10

にエキシマ分子を作るガスを充填し、誘電体バリア放電によってエキシマ分子から放射される光を取り出す放射器、すなわち誘電体バリア放電ランプについて記載されている。この誘電体バリア放電ランプは、別名をオゾナイザ放電、あるいは無声放電といい、電気学会発行改定新版「放電ハンドブック」平成 1 年 6 月再版 7 刷発行第 2 6 3 ページに説明される。

【0003】この文献には、略円筒状の放電容器の少なくとも一部が誘電体バリア放電の誘電体を兼ねており、また、誘電体は透過性であって、エキシマ分子からの光が放射されることが記載される。そして、このような光を透過する誘電体としては石英ガラスが適用されるべきことも開示されている。

【0004】このような誘電体バリア放電ランプは、従来の低圧水銀ランプや高圧アーク放電ランプにない特徴、例えば、その中心波長は 1 7 2 nm という短い波長の真空紫外線を放射して、しかも線スペクトルに近い単一波長の光を選択的に高効率で発生する、を有している。また、前述のごとく、誘電体及び光透過窓として石英ガラスを使うのであれば、市販のものを使うことができ、簡単に製造できるという特徴を有する。

【0005】ところで、この石英ガラスは適量の OH 基(水酸基)を含ませる方が、純粋なシリカ (SiO_2) で構成するより、放射する紫外線によるダメージを軽減できるということが知られている。つまり、石英ガラスに OH 基を含ませる方が良いわけであるが、その含有量があまりに多くなると OH 基自体による紫外線吸収によって早期に所望の放射量が得られなくなるという問題がある。逆に、OH 基の含有量があまりに少なすぎる場合は、紫外線のダメージを受けてしまい石英ガラスの劣化を招くなどの問題を生ずる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】そこで、この発明が解決しようとする課題は、OH 基を含有した石英ガラスを光透過性部分とした誘電体バリア放電ランプ、および誘電体バリア放電ランプを光源とし、OH 基を含有した石英ガラスを窓部材とした照射装置であって、石英ガラスの紫外線によるダメージを良好に抑え、かつ、十分な紫外線放射量を得ることができる構造を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、この発明にかかる誘電体バリア放電ランプは、石英ガラスからなる放電容器の内部に誘電体バリア放電によってエキシマ分子を形成する放電用ガスが充填され、この放電容器の少なくとも一部に光透過性部分が形成されており、この光透過性部分における非水素結合性 OH 基の割合が全体の OH 基に対して、0.36 以下であることを特徴とする。

【0008】さらに、この発明にかかる照射装置は、誘

電体バリア放電により放電容器内にエキシマが生成されて紫外線が放出される誘電体バリア放電ランプと、この誘電体バリア放電ランプを収納し、誘電体バリア放電ランプからの紫外線を取り出す窓部材よりなる構成において、前記窓部材は、石英ガラスよりなり非水素結合性 OH 基の割合が全体の OH 基に対して、0.36 以下であることを特徴とする。

【0009】

【発明の実施の形態】図 1 はこの発明にかかる誘電体バリア放電ランプの具体例を表す。放電容器 1 は、石英ガラスからなる内側管 2 と外側管 3 が同軸的に配置して二重管構造をなし、内側管 2 と外側管 3 の両端は閉じられ、これらの間に放電空間 4 が形成される。放電空間 4 の中には、放電用ガスとしてキセノンガスが、例えば、40 kPa 封入される。

【0010】ここで、内側管 2 には、光反射板であって、かつ、誘電体バリア放電の電極として機能する内側電極 5 が設けられる。この内側電極は、例えば、アルミニウムからなるパイプ状のもので、その全長は 300 mm で、外径 16 mm、肉厚 1 mm の大きさをもつ。また、外側管 3 は、誘電体バリア放電の誘電体としての機能と、光取り出し窓としての機能を兼用しており、外面には外側電極 6 が設けられる。この外側管 3 は外径 24.5 mm、肉厚 1 mm よりなる。外側電極 6 は、金属線をシームレスに円筒状に編んだものの中に放電容器 1 を挿入したもので網状の形状をなし、網目の間から光を放射することができる。放電空間 4 の中には、バリウムを主成分としたゲッタが収納され、このゲッタによって、放電空間 4 内の不純ガス(例えば、水)を除去して放電を安定させている。

【0011】内側電極 5 には、リード線が接続され圧着接続部材 11 を介して高電圧リード線 12 に接続される。また、外側電極 6 には低電圧リード線 13 が設けられ、この高電圧リード線 12 と低電圧リード線 13 が電源 14 に接続される。低電圧リード線 13 は必要に応じて接地される。内側管 2 の中には、内側電極 5 の移動阻止部材として突起部 15 が形成される。突起部 15 の反対側には移動阻止部材 16 と口金 17 が取り付けられる。

【0012】ここで、誘電体バリア放電ランプは、内側管 2 もしくは外側管 3 で、少なくとも光透過性部分の石英ガラスについて非水素結合性 OH 基の濃度が一定範囲内になるように処理されている。これは非水素結合性 OH 基の濃度を制御することによって波長 160 nm の付近の光の透過性を著しく向上できるからである。

【0013】この点をもう少し説明する。本発明者らは、石英ガラスに OH 基が含まれる場合は、いかなる場合であっても OH 基自身による紫外線の吸収が起こるといった従来の常識(例えば、「J, Spectrosc, Soc, Jap, vol. 41, 2(1992)81」には、石英ガラス中の OH 基は 168 n

m以下の波長の光を吸収することが開示される)を覆し、種々の研究のすえ、石英ガラスに含まれるOH基のうち非水素結合性OH基がこの現象に深く関与していることを見出したのである。すなわち、水素結合性OH基は紫外光、特に真空紫外光の吸収が大きいものではないということである。従って、真空紫外光を放射させる誘電体バリア放電ランプやこの誘電体バリア放電ランプを光源とする照射装置にあっては、光透過性部分や光透過窓を構成する石英ガラスは、非水素結合性OH基の濃度を限りなく少なくして、水素結合性OH基の濃度をある程度維持することによって、真空紫外光の石英ガラス自身による吸収を良好に抑えることができるとともに、紫外線照射によるダメージを軽減できるというものである。

【0014】ここで、非水素結合性OH基とは、図2(a)に示すようにOH基が一つのケイ素(Si)とのみ結合するものを意味し、図2(b)、(c)において点線で示すような、いわゆる水素結合を持たないものを意味している。

【0015】石英ガラス中のOH基は複数の文献(例えば、Phys.Chem.Glasses,3(1962)129, J.Non-Cryst.Solid,139(1992)35など)にあるように波長27.1μm(振動数3672cm⁻¹)に幅の広い吸収帯を示す。後者の文献には、この吸収帯は2種類のOH基、即ち、上記幅の広い吸収帯のうち高周波領域側には非水素結合性OH基が、そして低周波領域側には水素結合性OH基が位置していることを述べている。図2(a)に示した分子構造式が前者であり、図2(b)(c)に示した構造式が後者である。

【0016】このように振動数3672cm⁻¹の吸収帯において、非水素結合性OH基と水素結合性OH基の存在位置が示されていることを利用して、本発明者らは、両OH基の濃度割合を測定する方法を以下のようにした。すなわち、石英ガラス中に含まれるOH基のうち、上記2種類のOH基の濃度比率を計るためには、まず、振動数3672cm⁻¹の幅の広い吸収帯を細かく分けてみた。すなわち、ガウス分布で表される5つの吸収帯(「要素バンド」と呼ぶ)を仮定して、この5つの要素バンドの和が赤外透過スペクトル測定された振動数3672cm⁻¹の幅の広い吸収帯にできるだけ一致するように要素バンドの強度を設定する方法を確立した。この点をさらに詳細に説明する。一般に、ガウス分布は、 $I_x = (C/2) \exp(-(x-y)^2/2v^2)$ で表される。ここで、Cは係数、xは振動数、vは分散、yは要素バンドの中心波数である。5つの要素バンドの中心波数と分散とは何れの場合も図5の値に設定する。ここで、強度を決定するCは、5つの要素バンドの和が測定された振動数3672cm⁻¹の吸収帯にできるだけ一致するように適当に設定する。図中、非水素結合性OH基は1,2の要素バンドに相当し、水素結合性OH基

とは3,4,5が相当する。

【0017】図6は5つの要素バンドの波形を示すもので、横軸は光の振動数、縦軸は対象物である石英ガラスでの光吸収である。このようにして求めた5つの要素バンドから非水素結合性OH基を求める。全体のOH基に対する非水素結合性OH基の割合とは、破線で示した要素バンド1と要素バンド2の面積の和(すなわち、非水素結合性OH基の要素バンドの和)を、振動数3672cm⁻¹の広い吸収帯の面積で除したものである。ここで、振動数3672cm⁻¹の吸収帯の面積とは、振動数4000cm⁻¹の吸収帯と振動数3000cm⁻¹の吸収帯での値を直線で結んだものを基線(この基線をゼロラインとして、それ以下の光強度は加算しない)として、振動数3672cm⁻¹の吸収帯について3200cm⁻¹~3770cm⁻¹までの範囲で求めた面積をいう。したがって、ある石英ガラスの非水素結合性OH基の濃度が、全体のOH基に対してどのくらいであるかを評価するには、図6に示すような要素バンドの波形を求めて上記面積の割合を求めることで判定できる。

【0018】次に、全体のOH基濃度に対する非水素結合性OH基の割合と紫外線透過量の関係を示す。図4は縦軸に波長160nmの光の透過率(%)を表し、横軸に非水素結合性OH基の相対濃度を表す。図より、石英ガラス中の非水素結合性OH基の濃度が0.36より小さい場合は、真空紫外光、図においては波長160nmの光の透過率が13%以上であることがわかる。そして、非水素結合性OH基濃度が0.30より小さい場合に透過率は16%以上となり、さらにOH基濃度が0.27以上の場合には0.18以上となり、急激に透過率が増加していることがわかる。

【0019】ここで、石英ガラス中の非水素結合性OH基の含有濃度を減少させる方法として石英ガラスに線源から放射される線を照射する方法がある。これは、例えば、市販の石英ガラスに線を例えば100時間照射することである。あるいは、他の方法として、石英ガラスを湿った雰囲気(水の分圧で例えば4.6×10⁴Pa)で比較的低温、例えば350で加熱することが考えられる。これらの処理方法によって、石英ガラス中の水酸化ケイ素(SiOH)に関する結合状態が変化するからと考えられる。そして、このような処理を誘電体バリア放電ランプを組み立てるとき、あるいは、組み立て後に処理を施すことで石英ガラス中に含まれる非水素結合性OH基の濃度を上記範囲内のものとして行うことができる。なお、上述の図4に示す実験では、処理前の非水素結合性OH基の割合は、全体のOH基の0.50であり、波長160nmの光の透過率は11%であった。

【0020】図3は本発明の照射装置を表す。全体が矩形の箱型ランプハウス20の中に、真空紫外光を放射する4つの誘電体バリア放電ランプ10が収納されている。

【0021】ランプハウス20においては、矩形筒形のケーシング21が設けられ、このケーシング21には、その下側の開口22を気密に塞ぐよう、誘電体バリア放電ランプ10からの真空紫外光を外部に取り出すための窓部材25が設けられている。また、ケーシング21の上側開口を塞ぐよう、アルミニウムよりなる冷却ブロック30が設けられている。窓部材25を構成する材料としては、誘電体バリア放電ランプ10からの真空紫外光に対して透過性を有する石英ガラスが使われる。ケーシング21の側面にはランプハウス20内に不活性ガスを導入するためのガス導入孔26が形成されており、ケーシング21の他方の側面にはランプハウス内のガスを排出するガス排出孔27が形成されている。

【0022】ランプハウス20内における冷却ブロック30の下面には、それぞれ誘電体バリア放電ランプ10の外径より大きい外径を有する断面が半円形の4つの溝31が、互いに離間して並ぶように形成されており、これらの溝31の各々に沿って誘電体バリア放電ランプ10が配置されている。32は冷却ブロック30を貫通する形成された冷却用流体のための通路である。

【0023】このような構造の誘電体バリア放電ランプを使った照射装置において、窓部材25は非水素結合性OH基の割合は全体のOH基の0.36以下のものとしている。

【0024】

【発明の効果】この発明にかかる誘電体バリア放電ランプは放電容器の少なくとも一部に光透過性部分が形成されており、この光透過性部分における非水素結合性OH基の割合を全体のOH基の0.36以下としたので、石英ガラスの紫外線によるダメージを良好に抑えることができ、かつ、十分な紫外線放射量、特にキセノンエキシ*

*マ放射帯の短波長側の光を十分に得ることができる。また、この発明にかかる照射装置は、誘電体バリア放電ランプからの紫外線を取り出す窓部材の非水素結合性OH基の割合を全体のOH基の、0.36以下としたので、同様に石英ガラスの紫外線によるダメージを良好に抑えることができ、かつ、十分な紫外線放射量、特にキセノンエキシマ放射帯の短波長側の光を十分に得ることができる。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】本発明にかかる誘電体バリア放電ランプを示す。

【図2】本発明にかかる非水素結合性OH基を説明するための図を示す。

【図3】本発明にかかる照射装置を示す。

【図4】非水素結合性OH基と紫外線透過量の関係を示す図である。

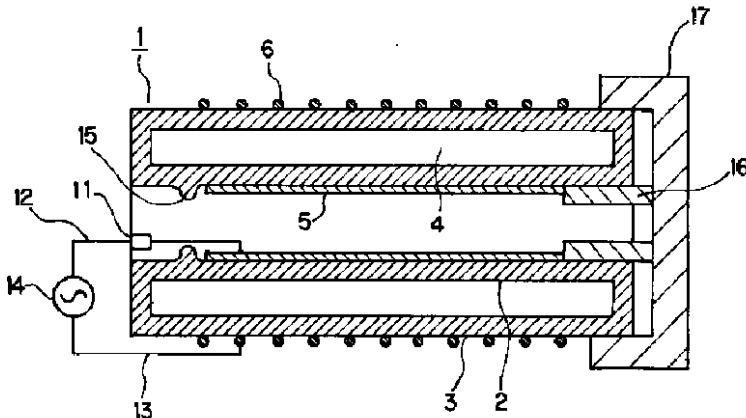
【図5】非水素結合性OH基の割合を求めるための説明用の図である。

20 【図6】非水素結合性OH基の割合を求めるための説明用の図である。

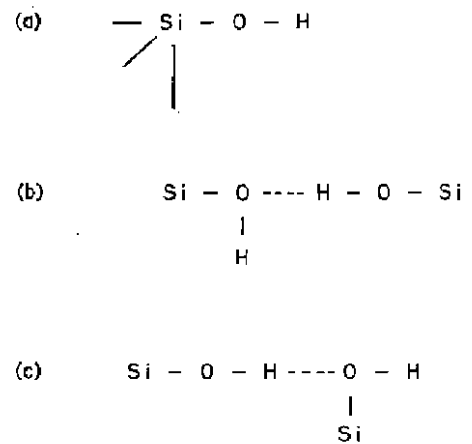
【符号の説明】

- 1 放電容器
- 2 内側管
- 3 外側管
- 4 放電空間
- 5 内側電極
- 6 外側電極
- 10 誘電体バリア放電ランプ
- 20 ランプハウス
- 25 窓部材

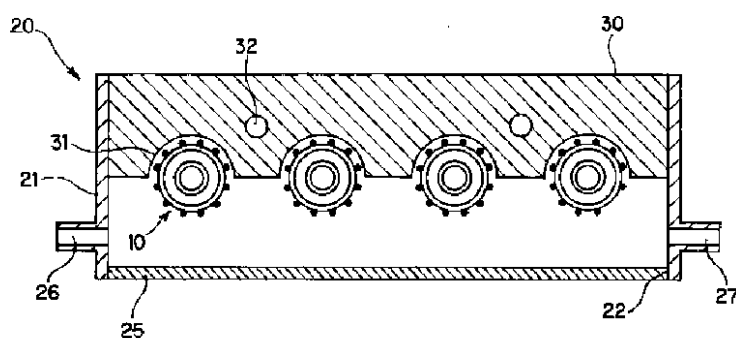
【図1】



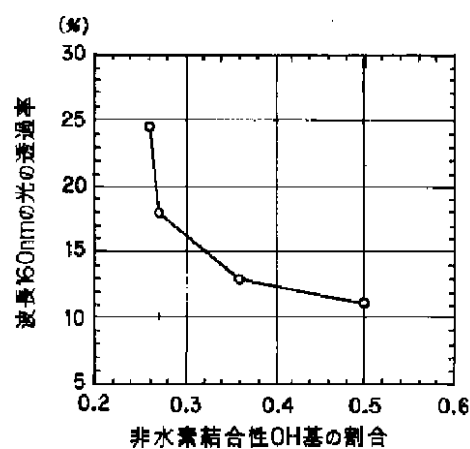
【図2】



【図 3】



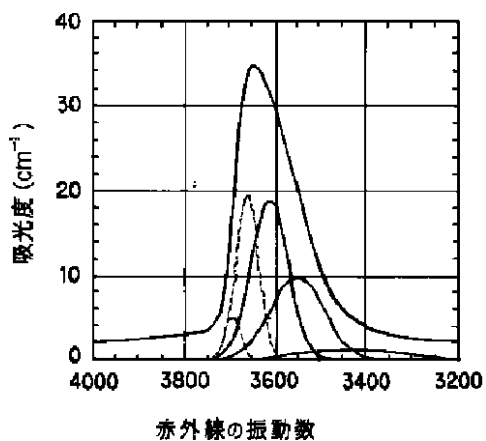
【図 4】



【図 5】

	中心波数	分散
1	3694	18
2	3661	24.5
3	3612	41
4	3551	58
5	3426	110

【図 6】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平 6 - 231733 (J P , A)
 特開 平 6 - 231732 (J P , A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)
 H01J 65/00
 G21K 5/00
 H01J 61/30