

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4025462号
(P4025462)

(45) 発行日 平成19年12月19日(2007.12.19)

(24) 登録日 平成19年10月12日(2007.10.12)

(51) Int. Cl.		F I		
HO 1 J 61/28	(2006.01)	HO 1 J 61/28		L
HO 1 J 61/35	(2006.01)	HO 1 J 61/35		L

請求項の数 6 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-165656</p> <p>(22) 出願日 平成11年6月11日(1999.6.11)</p> <p>(65) 公開番号 特開2000-357491(P2000-357491A)</p> <p>(43) 公開日 平成12年12月26日(2000.12.26)</p> <p>審査請求日 平成16年10月19日(2004.10.19)</p> <p>前置審査</p>	<p>(73) 特許権者 391031155 株式会社日本フォトサイエンス 東京都八王子市散田町5丁目8番3号</p> <p>(74) 代理人 100077539 弁理士 飯塚 義仁</p> <p>(72) 発明者 中野 浩二 東京都八王子市散田町5丁目8番3号 株式会社日本フォトサイエンス内</p> <p>審査官 小林 紀史</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低圧水銀蒸気放電灯およびそれを使用した紫外線照射装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光長が40cm以上で且つ発光長の単位長さ当たりの入力密度が0.9W/cm以上の、発光金属として少なくとも水銀を含み、始動用希ガスを封入してなる紫外線発光用の放電灯において、水銀は他の金属とのアマルガム状態で備えると共に、放電灯のガラス内表面に極微量の水銀を物理的にトラップしうるように、アルミニウム、ケイ素、カルシウム、マグネシウム、イットリウム、ジルコニウム及びハフニウムの中から選ばれた金属の少なくとも1種類以上の酸化物を主成分とする微粉末凝結体からなる薄膜を形成したことを特徴とする低圧水銀蒸気放電灯。

【請求項 2】

放電灯のガラス内表面の放電空間側の一箇所以上の箇所にアマルガムを固着したことを特徴とする請求項 1 に記載の低圧水銀蒸気放電灯。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の低圧水銀蒸気放電灯を紫外線発光源として使用して対象物に照射し、該対象物を殺菌若しくは消毒することを特徴とする紫外線照射装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載の低圧水銀蒸気放電灯を紫外線発光源として使用して対象物に照射し、該対象物を殺菌若しくは消毒することを特徴とする殺菌又は消毒方法。

【請求項 5】

前記低圧水銀蒸気放電灯からの紫外線を液体に照射し、該液体の殺菌若しくは消毒処理

10

20

を行うようにしたことを特徴とする請求項 3 に記載の紫外線照射装置。

【請求項 6】

前記低圧水銀蒸気放電灯からの紫外線を液体に照射し、該液体の殺菌若しくは消毒処理を行うようにしたことを特徴とする請求項 4 に記載の殺菌又は消毒方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、紫外線による水の浄化処理などに使用される、比較的電力密度が高く発光長が長い低圧水銀蒸気放電灯に関し、また、それを使用した紫外線照射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

短波長域の紫外線は殺菌や有害有機物の分解などに利用されており、185 nm や 254 nm などの紫外線発生源として低圧水銀蒸気放電灯が知られている。一般に低圧水銀蒸気放電灯には過剰の水銀と共にアルゴン (Ar) などの希ガスが封入されており、水銀蒸気圧 (蒸発量) は放電灯内の最冷部温度 (最も冷たい部位の温度) に依存して変化する。また、紫外線の放射効率は水銀蒸気圧と密接な関係にあって、例えば 254 nm の紫外線は 40 の蒸気圧約 6×10^{-3} torr で最も放射効率が高く、70 では蒸気圧が約 5×10^{-2} torr まで上昇し、効率は 20% 以上低下する。従って、通常は動作中の温度が 40 付近になるように設計されている。しかし、近年は処理能力を高める目的から放電灯の高密度が図られており、この場合は 40 を超えてしまうので、水銀をアマルガムの状態で封入する方法が採られている。アマルガムというのは、水銀を例えばビスマス (Bi)、スズ (Sn)、インジウム (In) などの金属と合金化して放電灯内に設置することによって、高温動作中における水銀蒸気圧を抑制する方法である。一例として、インジウム - ビスマスアマルガムの蒸気圧曲線を水銀 (純水銀) の蒸気圧曲線と比較すると図 5 のようになる。

【0003】

図 4 に従来技術の低圧水銀蒸気放電灯の一例を示す。図 4 で 1 は石英ガラス製の発光管バルブで、両端はガラスステム 2 a、2 b で機密に閉塞されている。4 はビスマス - スズアマルガムでガラスステム 2 a 上に係止されている。21 a、21 b は一対のフィラメントで、放電をスムーズに行わせる目的で酸化バリウム (BaO) 系の熱電子放射性物質が塗布されている。フィラメント 21 a、21 b はそれぞれ、ガラスステム 2 a、2 b 上に保持され、リードワイヤー 22 a、22 b、22 c、22 d を介して、口金 3 a、3 b の端子 31 a、31 b、31 c、31 d と電気的に通じている。また、バルブ内には他に適量のアルゴン (Ar) ガスが封入されている。かかる放電灯を所定の電源に接続して電力を投げるとフィラメント 21 a、21 b 間で放電し、放電熱によって水銀蒸気が増加すると共に蒸発した水銀原子が励起されて紫外線を発することになる。

【0004】

ところで、アマルガムを封入した放電灯は高温動作中における水銀蒸気圧を抑制することで高い紫外線放射効率を確保するという大きな効果があるが、高温動作中のみならず点灯前の低温時にも水銀蒸気圧が抑制されるので、それに伴う欠点も存在する。ひとつは、放電開始電圧が高く、始動しにくいという不利を生じることである。通常、点灯前の放電灯バルブ内の温度は雰囲気温度とほぼ同等であり、例えば雰囲気温度が常温 20 の場合、通常の水銀を封入した放電灯においては 1.2×10^{-3} torr 程度の水銀蒸気圧が存在し、この水銀蒸気圧とアルゴンガスによるペニング効果によって放電開始電圧が大幅に低下してスムーズに放電開始する。これに対して、アマルガムを封入した放電灯では点灯前の水銀蒸気圧が水銀の場合の $1/10$ 以下に抑制され、ペニング効果が薄れるために放電開始電圧が高い状態になるものである。従って、アマルガムを封入した放電灯を始動させるためには従来よりも高い電圧を印加する必要がある。

【0005】

もうひとつの欠点は、紫外線光量の立上がりが遅いことである。これはもともと放電灯内

10

20

30

40

50

の水銀蒸気が少ないことから点灯直後の紫外線発光が少ないことに加え、水銀蒸気が少ないことによって点灯直後の放電灯入力が高いこと、点灯直後の放電灯入力が高いことによって放電熱が少ないため放電灯が温まりにくいこと、放電灯が温まりにくいことからアマルガムからの水銀蒸発が一層遅くなることなど、相乗的な要因が挙げられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

これらの欠点は、水銀をアマルガム状態で封入した放電灯であっても、その発光長（フィラメント間の長さ）が比較的短い放電灯であれば、比較的低い放電開始電圧で始動し、水銀蒸気の放電管内に満たされる時間が速いので、実用上の障害は少ない。また、入力密度が低い放電灯においては、敢えて水銀をアマルガム状態で封入する絶対的必然性がないので、そもそも、上記のような欠点の存在すら問題にされることはない。これに対して、紫外線による浄化処理分野で要求されるような長尺・高密度の放電灯にとっては、上記の欠点は大きな問題となる。すなわち、近年、紫外線による浄化処理分野では一層の処理能力向上が求められており、より高密度化と共に大容量化を目的に発光長が長い放電灯が必要になっている。そのような発光長が長い放電灯においては、放電開始電圧が発光長に比例して高まり、また、発光長の長さが水銀蒸気が全体に行き渡るまでのタイムラグが延びる要因にもなるため、上記のような欠点は解決されるべき重要な問題となってくる。また、そのような放電灯においては、入力密度が 1 W/cm 前後を超えるような高密度のものが用いられており、その種の高密度の放電灯にあっては点灯動作中の温度が遥かに高くなっていくが故に水銀蒸気圧を一層抑制したアマルガムを採用せざるを得なく、そうすると更に放電開始電圧が高くなり、紫外線光量の立上がりも遅くなる。

10

20

【0007】

従来技術の発想からは、この種の長尺・高密度の放電灯を放電開始させるためには更に過大な電圧を印加することになるが、紫外線による殺菌や有害有機物分解技術は水の浄化処理など水を扱う用途に使用される場合が多く、高温多湿の雰囲気での過大な電圧印加は関連機器の絶縁破壊事故に繋がるため好ましくない。また、紫外線光量の立上がりが遅いことが原因で、処理不十分のまま源水が流出することは環境上、避けなければならないことである。

【0008】

本発明は上述の点に鑑みてなされたもので、過大な電圧を印加せずとも点灯可能なように放電開始電圧の低く、且つ紫外線光量の立上がりのはやい、高密度で発光長の長い低圧水銀蒸気放電灯を提供しようとするものであり、また、かかる低圧水銀蒸気放電灯を使用した紫外線照射装置を提供しようとするものである。

30

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る低圧水銀蒸気放電灯は、発光長が 40 cm 以上で且つ発光長の単位長さ当たりの入力密度が 0.9 W/cm 以上の、発光金属として少なくとも水銀を含み、始動用希ガスを封入してなる紫外線発光用の放電灯において、水銀は他の金属とのアマルガム状態で備えると共に、放電灯のガラス内表面に極微量の水銀を物理的にトラップするように、アルミニウム、ケイ素、カルシウム、マグネシウム、イットリウム、ジルコニウム及びハフニウムの中から選ばれた金属の少なくとも1種類以上の酸化物を主成分とする微粉末凝結体からなる薄膜を形成したことを特徴としている。これにより、点灯動作中はアマルガム温度に応じた適度な水銀が蒸発し、高い紫外線発光効率に寄与する。その一方で、消灯すると一部の水銀蒸気はアマルガム部に戻るが、放電灯のガラス内表面に極微量の水銀をトラップする薄膜が形成されているためにその付近の水銀蒸気は水銀のままガラス内表面の薄膜に取り込まれる。よって、次の点灯開始時にはガラス内表面の薄膜に取り込まれた水銀粒からの水銀蒸気が存在するため、低い放電開始電圧が確保される。併せて、点灯開始時における水銀蒸気存在により、紫外線光量の立上がりも速い放電灯が達成できる。従って、上記従来技術の欠点を改善することができる。

40

【0010】

50

特に、発光長が40cm以上の放電灯においては、従来技術によれば放電開始電圧が1000Vを超えることとなり、そうすると、電気設備技術基準で定められているように一段と厳しい安全性が求められるため、高価な施設にならざるを得なかったが、本発明によれば、放電開始電圧をそれよりもはるかに低くすることができるので、そのような問題がなくなる。よって、本発明は、発光長が40cm以上の放電灯において大きな利点をもたらす。また、入力密度が0.9W/cm以上になると、水銀をアマルガム状態で封入しないと雰囲気温度が10前後の低温下で点灯しても適正な最冷温度の確保が難しいため、水銀をアマルガム状態で封入せざるを得ない。そうすると、上述したような解決されるべき課題が発生する。よって、本発明は、発光長の単位長さ当たりの入力密度が0.9W/cm以上の放電灯において、重大な欠点を有利に解決することができるので、大きな利点をもたらす。

10

【0011】

本発明の好ましい実施態様は、上記低圧水銀蒸気放電灯において、極微量の水銀をトラップする薄膜は、アルミニウム(Al)、ケイ素(Si)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、イットリウム(Y)、ジルコニウム(Zr)、ハフニウム(Hf)の中から選ばれた金属の少なくとも1種類以上の酸化物を主成分とすることである。これらの金属酸化物は、耐熱に優れ化学的に安定であるため水銀をトラップする薄膜として有効に作用する。

また、上記低圧水銀蒸気放電灯において、ガラス内表面の放電空間側の一箇所以上の箇所にアマルガムを固着するとよい。このようにアマルガムを放電空間側の内表面に固着することで、アマルガムが放電空間に直接さらされることとなり、点灯後比較的速やかに温度が上昇して、アマルガムからの水銀蒸気の促進、つまりは紫外線光量の立上りを一層促進させることができる。

20

更に、本発明に係る紫外線照射装置は、上記低圧水銀蒸気放電灯を紫外線光源としたことを特徴としている。上記のように、本発明に係る低圧水銀蒸気放電灯は、放電開始電圧が低く且つ紫外線光量の立上がりが速く、しかも高密度・長尺(入力密度0.9W/cm以上、発光長40cm以上)であるため、かかる放電灯を使用することで、極めて高性能で信頼性の高い紫外線照射装置を提供することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明しよう。

図1は本発明に係る低圧水銀蒸気放電灯Lの一実施例を示すもので、図で左側の端部のみ断面図にてその内部構造を図示しているが、他端も同様の内部構造からなる。放電灯Lは、発光管部1とその両端のガラスステム部2a, 2bおよび口金部3a, 3bとからなっている。発光管部1は、一例として内径22mm、肉厚1mmの石英ガラス製の発光管バルブ11によって構成されており、該発光管バルブ11のガラス内表面には極微量の水銀をトラップするための薄膜12が形成されている。薄膜12は、例えば酸化アルミニウムのような耐熱に優れ化学的に安定した物質からなり、極微量の水銀を物理的にトラップしうるように、微細な凹凸又は皺若しくは襞又は微粉末凝結体を成すものである。発光管バルブ11内において、その両端には例えば150cmの間隔で酸化バリウム系のエミッターを塗布した一对のフィラメント21a, 21bが配置してある。また、セラミック製の口金3a及び3bにはそれぞれ一对の電気端子31a, 31b及び31c, 31dが備えられている。

30

40

【0013】

断面図で示した発光管部1の左端の構造について説明すると、フィラメント21aは石英製ガラスステム2aから出ているインナーリード22a, 22bによってそれぞれ保持されている。石英ガラスステム2aは、フレア部26aとモリブデン箔24a, 24bによって気密を保持しつつ、且つインナーリード22a, 22b、モリブデン箔24a, 24b、アウターリード25a, 25bを介して、フィラメント21aと電気端子31a, 31bを電氣的に接続する役割を担っている。13はアマルガムで、フィラメント21aが

50

ら放電空間側に約15cm位離れた箇所において、発光管バルブ11の内表面に固着されている。発光管部1の右端の構造も、上記左端の構造と同様である。また、更なるアマルガム13が、もう一方のフィラメント21bから放電空間側に約15cm位離れた箇所において、発光管バルブ11の内表面に固着されていてもよい。要するに、アマルガム13は発光管バルブ11の内表面における放電空間側の一箇所以上の箇所に設けられていればよい。

【0014】

発光管バルブ11の管内には始動用希ガス例えば1torrのアルゴンガスを封入してある。なお、アマルガム13は、90~100の高温下でも高い紫外線放射効率を維持できるように、図4に示したアマルガムよりも水銀の蒸気圧が抑制されるインジウムアマルガムを採用するとよい。また、微量の水銀をトラップするための酸化アルミニウムの薄膜12は、両端にフィラメントやガラスステムを封じる前の素管の段階で予め形成したもので、例えば酸化アルミニウムの微粉末を結着剤と共に酢酸ブチルで懸濁した溶液を塗布し乾燥後、酸化雰囲気中で加熱処理することで容易に形成することができる。このように薄膜12を形成することで、発光管バルブ11の内面に、極めて表面積の大きい微粉末が存在しているため、微粉末の間に水銀を取り込み易いものとなり、有利である。

10

【0015】

次に本発明の実験例について説明する。上記構成からなる放電灯Lを所定の電源に接続し300Wの入力で点灯したところ、酸化アルミニウムの薄膜12にトラップされた水銀蒸気によって低い電圧で点灯すると共に紫外線出力の速い立上りを示し、入力30%強が254nmの紫外線として放射した。また、上記構成からなる放電灯Lを12灯搭載して、紫外線照射殺菌装置を構成し、この殺菌装置で流水の殺菌処理実験を行ったところ、連続的に1日当たり5千トンという極めて大量の処理が可能であった。また、上記実験に先立って本発明実施例の放電灯Lを従来技術による放電灯と比較して放電開始電圧と紫外線立上がり特性を評価したところ、両方の特性とも本発明実施例の放電灯Lの方が格段に改良されていることが確認された。

20

【0016】

本発明による実施例の放電灯と従来技術による放電灯(水銀をトラップする薄膜が形成されていない以外は本発明実施例と同じ放電灯)をそれぞれ100本試作し放電開始電圧と紫外線立上がり特性を評価したところ、図2と図3の結果を得た。図2は20の恒温槽内で評価した放電開始電圧を100V毎にヒストグラムに表したもので、本発明の放電灯Lは従来技術の放電灯と比較して放電開始電圧が大幅に低下すること明らかである。図3は紫外線立上がり時間の5分毎のヒストグラムである。これは実際の用途に則してスチール製フランジに装着した石英ガラス製水冷冷却外管内に放電灯を挿入して点灯して評価した。スチール製フランジにはほぼ中心部に石英ガラス窓が開けてあり、この窓から254nmメーターで紫外線出力を測定し安定点灯時の90%に到達する時間を評価した。図から明らかなように、本発明の放電灯Lは従来技術の放電灯と比較して、立上がり時間が大幅に短縮されていると共に立上がり時間のばらつきが少ない。

30

【0017】

次に、上記実施例の変形例について説明する。上記実施例では水銀をトラップする薄膜12として酸化アルミニウムの微粉末を例に述べたが、酸化アルミニウム(Al)に限らず、ケイ素(Si)、カルシウム(Ca)、マグネシウム(Mg)、イットリウム(Y)、ジルコニウム(Zr)又はハフニウム(Hf)の酸化物であってもよい。また、アルミニウム、ケイ素、カルシウム、マグネシウム、イットリウム、ジルコニウム及びハフニウムの中から選ばれた金属の少なくとも1種類以上の酸化物を主成分とするものであれば、上記同様の効果(水銀をトラップする効果)をもたらすことができるので、利用可能である。この薄膜12は、発光管バルブ11のガラス内表面の全面に形成してもよいし、一部分に形成することでもよい。また、アマルガム13は、発光管バルブ11のガラス内表面の放電空間側であれば一箇所以上の任意の箇所に設けてよく、また、その設け型も、ガラス内表面に直接固着するようにしてもよいし、あるいはガラス内表面に形成した薄膜12

40

50

上に固着するようにしてもよい。また、上記実施例では発光長が150cmの例を示したが、これに限らず、発光長が40cm以上で且つ発光長の単位長さ当たりの入力密度が0.9W/cm以上のものであれば、本発明の範囲に含まれる。

【0018】

更に、本発明は、フィラメントを有しないいわゆる無電極放電灯においても適用することができる。

また、本発明は、ネオン-アルゴン封入した放電灯においても適用可能である。すなわち、単に放電開始電圧のみを下げる目的ならば多少寿命特性は犠牲になるが、ネオン-アルゴン(Ne-Ar)の混合ガスを封入することでペニング効果をもたらすことが可能であるが、それだけでは紫外線の立上がり特性の改善には役立たない。そこで、その種のネオン-アルゴン封入した放電灯においても、本発明を適用し、アマルガムを設置すると共に発光管バルブのガラス内表面に極微量の水銀をトラップするための薄膜を設けるようにすれば、紫外線の立上がり特性を改善することができるものであり、そのように構成したネオン-アルゴン封入の低圧水銀蒸気放電灯も本発明の範囲に含まれる。

【0019】

【発明の効果】

以上の通り、本発明によれば、低圧水銀蒸気放電灯において、水銀は他の金属とのアマルガム状態で備えると共に、放電灯のガラス内表面に極微量の水銀をトラップする薄膜を形成したので、点灯動作中はアマルガム温度に応じた適度な水銀が蒸発し、高い紫外線発光効率に寄与する一方で、消灯すると一部の水銀蒸気はアマルガム部に戻るが、放電灯のガラス内表面に極微量の水銀をトラップする薄膜が形成されているためにその付近の水銀蒸気は水銀のままガラス内表面に取り込まれることにより、次の点灯開始時にはガラス内表面に取り込まれた水銀粒からの水銀蒸気が存在することで低い放電開始電圧を確保することができ、併せて、点灯開始時における水銀蒸気存在により、紫外線光量の立上がりも速かにすることができる、という種々の優れた効果を奏する。

【0020】

また、特に発光長が40cm以上の放電灯において本発明を適用することにより、放電開始電圧が低くすることができることで、設備費の大きな削減を期待することができ、有利である。また、特に入力密度が0.9W/cm以上の放電灯において本発明を適用することにより、水銀をアマルガム状態で封入した場合に不可避であった上述の各欠点を除去し、放電開始電圧が低く、かつ、紫外線立上がりの速い放電灯を達成できるので、有利である。

【0021】

更に本発明によれば、かかる低圧水銀蒸気放電灯を使用して紫外線照射装置を構成することにより、放電開始電圧が低く且つ紫外線光量の立上がり速く、しかも高密度・長尺(入力密度0.9W/cm以上、発光長40cm以上)であるため、極めて高性能で信頼性の高い紫外線照射装置を提供することができる、という優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る低圧水銀蒸気放電灯の一実施例を示す一部断面側面図。

【図2】 同実施例に係る放電灯について実測した始動電圧分布を、従前の放電灯について実測した始動電圧分布と対比して示すグラフ。

【図3】 同実施例に係る放電灯について実測した紫外線立上がり時間分布を、従前の放電灯について実測した紫外線立上がり時間分布と対比して示すグラフ。

【図4】 従来の低圧水銀蒸気放電灯の一実施例を示す一部断面側面図。

【図5】 インジウム-ビスマスアマルガムの蒸気圧曲線を水銀(純水銀)の蒸気圧曲線と対比して示すグラフ。

【符号の説明】

L 放電灯

1 発光管部

2 a, 2 b ガラスステム部

10

20

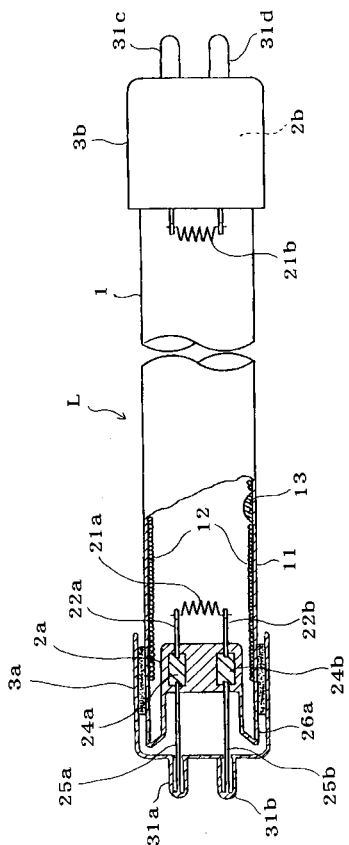
30

40

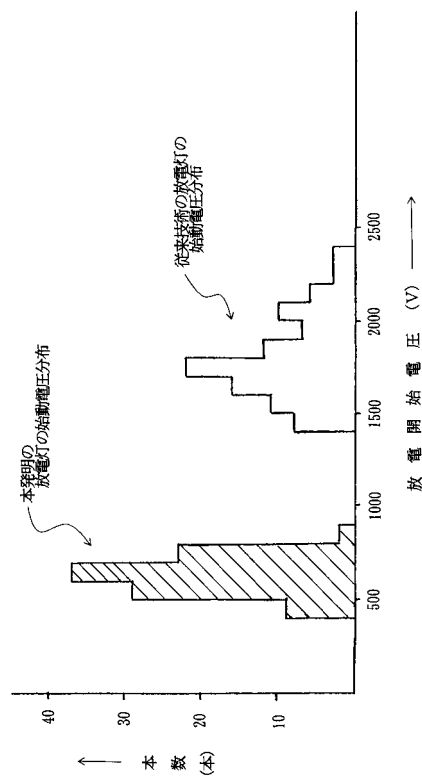
50

- 3 a , 3 b 口金部
- 1 1 ガラス製発光管バルブ
- 1 2 水銀トラップ用の薄膜
- 1 3 アマルガム
- 2 1 a , 2 1 b フィラメント
- 2 2 a , 2 2 b インナーリード
- 2 4 a , 2 4 b モリブデン箔
- 2 5 a , 2 5 b アウターリード
- 2 6 a フレア部
- 3 1 a , 3 1 b , 3 1 c , 3 1 d 電気端子

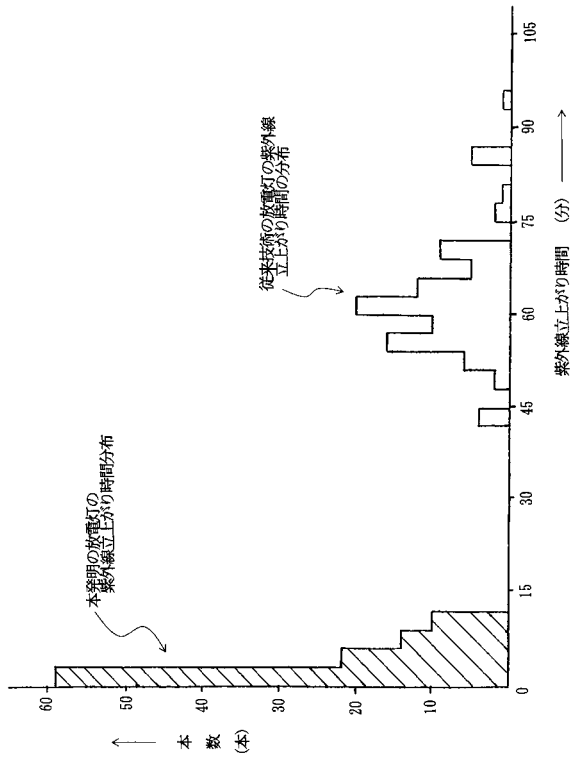
【 図 1 】



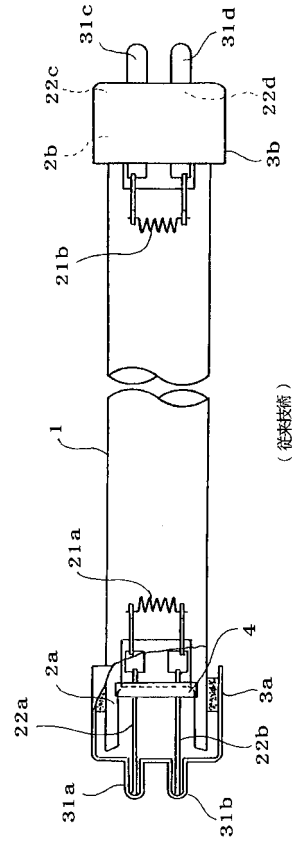
【 図 2 】



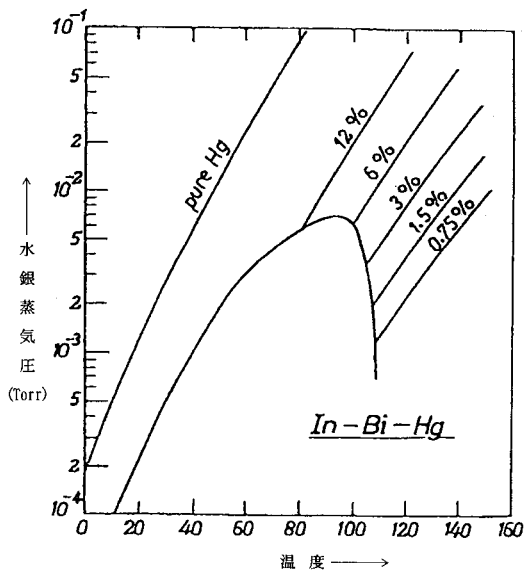
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 296436 (JP, A)
特開平05 - 036382 (JP, A)
特開平07 - 320695 (JP, A)
特開平08 - 212976 (JP, A)
特開平10 - 031976 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)
H01J61/00 - 61/48