

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5138604号  
(P5138604)

(45) 発行日 平成25年2月6日 (2013.2.6)

(24) 登録日 平成24年11月22日 (2012.11.22)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 J 61/20 (2006.01)

HO 1 J 61/16 (2006.01)

HO 1 J 61/20 S

HO 1 J 61/16 B

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2008-543381 (P2008-543381)	(73) 特許権者	390041542
(86) (22) 出願日	平成18年11月28日 (2006.11.28)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公表番号	特表2009-517851 (P2009-517851A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、リバーロード、1番
(43) 公表日	平成21年4月30日 (2009.4.30)	(74) 代理人	100137545
(86) 国際出願番号	PCT/US2006/045505		弁理士 荒川 聡志
(87) 国際公開番号	W02007/064622	(74) 代理人	100105588
(87) 国際公開日	平成19年6月7日 (2007.6.7)		弁理士 小倉 博
審査請求日	平成21年11月26日 (2009.11.26)	(74) 代理人	100129779
(31) 優先権主張番号	11/289,976		弁理士 黒川 俊久
(32) 優先日	平成17年11月30日 (2005.11.30)	(72) 発明者	ラーメイン, モハメッド
(33) 優先権主張国	米国 (US)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12065、クリフトン・パーク、アパートメント・5エヌ、パーク・200、4番
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 無水銀ハロゲン化金属放電ランプ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無水銀ハロゲン化金属放電ランプ 10 であって、  
封止されたチャンバ 14 を有するアーク管 11 と、  
前記チャンバ 14 の内部に配置された 1 対の電極 15 及び 16 であって、互いに所定の距離に離間した電極先端 15 A 及び 16 A を有していて前記先端間にアーク領域を形成する 1 対の電極 15 及び 16 と、  
圧力下で前記チャンバ 14 の内部に封入された不活性ガスと、  
前記チャンバ 14 の内部に封入された、光束を発生させる第 1 のハロゲン化金属であって、ジスプロシウム、タリウム、ツリウム、プラセオジウム、スカンジウム、セリウム及びホルミウムから成る群から選択される金属を含む第 1 のハロゲン化金属と、  
前記チャンバ 14 の内部に封入された、アルミニウム、ガリウム、インジウム及び亜鉛から成る群から選択される金属を有する第 2 のハロゲン化金属と、  
前記チャンバ 14 の内部に封入された、第 1 のハロゲン化金属にも第 2 のハロゲン化金属にも由来しない亜鉛及びガリウムの 1 種以上から選択される元素形態の金属であって、第 2 のハロゲン化金属から生成したハロゲン原子又はイオンの一部と反応して、該ハロゲン原子と自由電子との反応及び該ハロゲン原子と第 1 のハロゲン化金属の金属との反応を防止して第 1 のハロゲン化金属が光束を発生できるようにする金属と  
を備える放電ランプ。

【請求項 2】

ヨウ化ナトリウムのドーズ量をさらに含み、前記第１のハロゲン化金属が、ヨウ化ジスプロシウム、ヨウ化タリウム、ヨウ化ツリウムと、ヨウ化ホルミウム、ヨウ化スカンジウム、ヨウ化セリウム、ヨウ化プラセオジウム又はヨウ化ネオジウムとの組合せを含む、請求項１記載の放電ランプ。

【請求項３】

前記第１のハロゲン化金属の前記ドーズ量が約３６ｍｇ／ｃｃであり、６６．８重量％のヨウ化ナトリウム、９．２重量％のヨウ化タリウム、１２重量％のヨウ化ジスプロシウム、６重量％のヨウ化ホルミウム及び６重量％のヨウ化ツリウムである各々の前記ハロゲン化金属のパーセントを含む、請求項１記載の放電ランプ。

【請求項４】

ヨウ化ナトリウムのドーズをさらに含む、請求項１記載の放電ランプ。

【請求項５】

前記第１のハロゲン化金属のハロゲンが、ヨウ素、臭素、又は塩素から成る群から選択される、請求項１記載の放電ランプ。

【請求項６】

前記第１のハロゲン化金属が、約５ｍｇ／ｃｃから約１００ｍｇ／ｃｃのドーズ量で前記チャンバ内部に存在する、請求項１記載の放電ランプ。

【請求項７】

前記第２のハロゲン化金属が、約３ｍｇ／ｃｃから約７２ｍｇ／ｃｃのドーズ量で前記チャンバ１４の内部に存在する、請求項１記載の放電ランプ。

【請求項８】

前記金属が、約３ｍｇ／ｃｃから約１８ｍｇ／ｃｃのドーズ量で前記チャンバ１４の内部に存在する、請求項１記載の放電ランプ。

【請求項９】

電流が、矩形波形を有する電流を生成する安定器から前記ランプ１０に供給される、請求項１記載の放電ランプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、高輝度放電（ＨＩＤ）ランプに関する。さらに具体的には、本発明は石英またはセラミックハロゲン化金属放電ランプに関する。

【背景技術】

【０００２】

典型的なハロゲン化金属放電ランプ１０が図１に例示されており、本体１１と、本体１１に一体に取り付けられた第１の脚部１２および第２の脚部１３とを具備する。各脚部１２および１３が、本体１１の対向側から延びる。脚部１２および１３ならびに本体１１は通常、石英－材料またはアルミナ系セラミック材料（例えば、多結晶アルミナ、サファイヤ、またはイットリウムアルミナガーネット）から製造される。第１の電極１５および第２の電極１６は、第１の脚部１２および第２の脚部１３のそれぞれを貫通し、ランプ１０の本体１１の中に形成されたチャンバ１４の中で終わる。電極の先端１５Ａおよび１６Ａは、チャンバ１４の内部で約１ｍｍから約２０ｍｍの範囲にわたる所定の距離に離間されて、電極先端１５Ａと１６Ａとの間にアーク領域を形成する。チャンバ１４の容積は、典型的に約０．０１ｃｃから約３ｃｃの範囲内である。チャンバ１４は、チャンバから遠位の脚部１２および１３の端部において圧力下で封止される。

【０００３】

チャンバ１４が封止される前に、不活性ガス、ハロゲン化金属ドーズ、および水銀を含む組成物が、制御された気圧の下で放電ランプのチャンバの中に注入されかつ封入される。ハロゲン化金属ドーズは典型的に、ヨウ化ナトリウムとヨウ化スカンジウムとのような、またはヨウ化ナトリウム、ヨウ化タリウム、ヨウ化ジスプロシウム、ヨウ化ホルミウムとヨウ化ツリウムのようなハロゲン化金属の組合せである。ハロゲン化金属は発光元素と

10

20

30

40

50

しての役目を果たす。水銀は青色域における放電ランプの発光されたスペクトルにわずかに寄与するが、それは主として、電圧を望ましい値に高めるためにアーク領域における電気抵抗を増大させる役目を果たす。電圧を望ましい値に高めることは、2つの効果、すなわち、1) ランプ動作電流が、より適切なルーメンの維持およびランプ寿命のために、電極の腐食を最小限にするように低い値に維持されうること、および2) より適切なランプ効率のために端部損失を最小限にすること、を有する。高輝度放電ランプに望ましい動作電圧は、ランプの種類および所望の電力に応じて、電流が約0.2アンペアから約3.5アンペアまでに維持されうるように、典型的には70Vから150Vである。

#### 【0004】

電力が電極に供給されるとき、電気アークが電極先端15Aと16Aとの間で衝突して、チャンバ14の内部でプラズマ放電を引き起こす。最初にアーク放電が、約7000Kの温度に達する希ガス(典型的にはアルゴンまたはキセノン)によって引き起こされる。アーク放電はチャンバ14を加熱して、その温度を約1000°K以上の温度に上昇させる。次いで、水銀およびハロゲン化金属ドーズが蒸発し始める。ランプは、この予熱段階の後で定常動作状態に達し、そこでプラズマ放電は、希ガス原子(アルゴンまたはキセノン)と、Hg原子およびイオンと、ハロゲン化金属ドーズに由来する金属原子および分子ばかりでなくそれらのイオンおよび電子との混合物になる。プラズマ放電の温度は、典型的には約1000°Kから約6000°Kの範囲にわたりうる。

#### 【0005】

ランプ電圧は、アークを形成するガス混合物の導電率に強く依存する。典型的なHIDランプでは、水銀が、ある一定の望ましいランプ動作電圧を維持することによって緩衝ガスとしての役目を果たす。水銀は、その相対的に低い導電率(それは、原子密度(または蒸気圧)、電子密度(またはイオン化エネルギー)、およびいわゆる緩衝ガスに関する電子-原子運動量移転断面積を含めて、幾つかのパラメータの関数である)の故に望ましい電圧を実現することができる。

#### 【0006】

水銀は、緩衝ガスとして、アーク領域に十分な電気抵抗を与え、したがって望ましいランプ電圧を与えるのに足りる高い電子-原子運動量移転断面積および高い蒸気圧を有する。電子とハロゲン化金属化合物との間の衝突は金属原子の励起を引き起こし、それは光子エネルギーを可視スペクトル範囲内の光の形態で放出する。

#### 【0007】

水銀の有効性にも関わらず、この金属の使用には欠点が存在する。もっとも注目すべきことに、水銀は非常に毒性があり、健康および環境上の懸念をもたらす。すべての製品で水銀の使用を制限するか、または幾つかの場合では排除する法規および法令が、世界中で採択および/または提案されてきた。したがって、高輝度放電ランプで光を発生させる目的のために、水銀と同様の特性を有する他の元素または化合物によって水銀を置き換えようとする努力が注がれている。

#### 【0008】

石英ランプにおいてハロゲン化金属添加剤のヨウ化ナトリウム(NaI)およびヨウ化スカンジウム(ScI<sub>3</sub>)が存在する下で、ヨウ化亜鉛が水銀の代用物として開示されている。しかし、スカンジウムは、次世代の自動車用前照灯で使用されるべき封入材料であるアルミナ系セラミックに対してアグレッシブでありかつ反応性がある。

#### 【0009】

ヨウ化ジスプロシウムおよびヨウ化ネオジムのような希土類ハロゲン化金属が、石英ランプにおける水銀の代用物である第2のハロゲン化金属と組み合わせて、ヨウ化スカンジウム(ScI<sub>3</sub>)の代用物として開示されている。第2のハロゲン化金属には、ヨウ化アルミニウム、ヨウ化鉄、ヨウ化亜鉛、ヨウ化アンチモン、ヨウ化マンガン、ヨウ化クロム、ヨウ化ガリウム、ヨウ化ベリリウム、およびヨウ化チタンが含まれる。

#### 【0010】

本発明では、発光添加剤としての1つまたは複数の希土類ハロゲン化金属、ヨウ化ナト

10

20

30

40

50

リウム、およびヨウ化タリウムと組み合わせた、水銀の代用物としての、限定するものではないがヨウ化亜鉛を含めて、ハロゲン化金属の様々な組合せが、セラミックハロゲン化金属ランプの中で組み合わせられかつ試験された。これらの化合物の性能は、発光元素としての希土類ハロゲン化金属、ヨウ化ナトリウム、およびヨウ化タリウムの同じ組合せと組み合わせられた水銀の組成物を有するハロゲン化金属セラミックランプと比較された。実験的な試験によって裏付けられた理論的計算は、水銀代用物ハロゲン化金属が、アーク領域内部で金属原子および自由ヨウ素原子に解離し、自由ヨウ素原子の高い圧力を引き起こすことを証明した。ヨウ素は、非常に電氣的陰性であることが知られている。すなわち、アーク領域内部の自由電子はヨウ素原子に相対的に結びつきやすく、ヨウ素の陰イオンを生み出す。この効果は、アーク領域内部の電子密度の大幅な低減を引き起こす。しかも、ヨウ素は希土類金属と反応して安定した化合物、すなわち、ヨウ化ジスプロシウムを形成し、これは希土類金属原子（発光化学種）の密度の低減を引き起こす。自由ヨウ素の高い圧力によって引き起こされた電子密度および発光化学種原子（希土類）の低減は、可視域での放射電力量（ランブルューメン）を低減させることによってランプ性能にマイナスの状態で直接影響する。

10

#### 【0011】

ZnI<sub>2</sub> ドーズのランプにおけるヨウ素およびヨウ素陰イオンの圧力は、水銀ドーズのランプにおけるよりも殆ど1桁大きい。これは、アーク領域における電子密度ばかりでなく発光原子密度も、例えば、水銀ランプにおけるよりもZnI<sub>2</sub> ドーズのランプにおける方が大幅に低いことを意味する。正味効果は、電子および発光原子が発光金属原子の励起状態を創出する役割を担うので、ルーメンの低減である。

20

【特許文献1】米国特許第6,873,109号公報

【特許文献2】米国特許第6,853,140号公報

【特許文献3】米国特許第6,815,894号公報

【特許文献4】米国特許第6,528,946号公報

【特許文献5】米国特許第6,353,289号公報

【特許文献6】米国特許第4,992,700号公報

【特許文献7】米国特許出願公開第2003/0209986A1号公報

【特許文献8】欧州特許出願公開第1351276A2号公報

【特許文献9】国際公開第2004/023517号パンフレット

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0012】

本発明は、無水銀ハロゲン化金属放電ランプおよび/または同ランプの組成に関する。

【課題を解決するための手段】

#### 【0013】

この放電ランプは、発光放電を引き起こす第1のハロゲン化金属と、水銀の代用物としてランプ電圧を生成する第2のハロゲン化金属とを有する放電媒体組成物を含む。1つの実施形態では、この組成物は、第1のハロゲン化金属または第2のハロゲン化金属のいずれにも由来しない金属も純粋な形態で含有する。

40

#### 【0014】

放電ランプの動作中、第1および第2のハロゲン化金属が解離してハロゲン原子および金属原子を生成する。第1のハロゲン化物の金属原子はランプの望ましい光出力を与え、第2のハロゲン化物の金属原子は望ましいランプ電圧を与える。第2のハロゲン化物のハロゲン原子の一部は、電子に結びついて陰イオンを形成し、別の一部は、第1のハロゲン化物の金属と反応する。この現象は、衝突に利用可能な電子および第1のハロゲン化金属原子がより少なくなり、より低いルーメン出力をもたらすので、低減したルーメン量をもたらす。純粋な形態の過剰な金属はハロゲンを引き付け、すなわち、ハロゲンと反応して、ランプの動作中に光束を発生させる形態で、電子および第1のハロゲン化金属を利用可能にする。換言すれば、純粋な形態の過剰な金属は、過剰なハロゲン自由原子の「ゲッタ

50

ー」としての役目を果たす。

【 0 0 1 5 】

上で簡単に記述された本発明のより詳細な説明が、添付の図面に例示される本発明の特定の実施形態を参照することによって供される。これらの図面は本発明の典型的な実施形態を示すに過ぎず、したがってその範囲を限定しているものと考えられるべきではないという理解の下に、本発明が、添付の図面を使用することによって、さらに具体的かつ詳細に記述および説明される。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 6 】

無水銀高輝度ハロゲン化金属放電ランプに関する本発明は、希ガス（例えば、ArまたはXe）と、光スペクトルの望ましい領域内にありかつ望ましいルーメン量を有する光を放出する発光元素または添加剤としての第1のハロゲン化金属とを含む放電媒体を包含する。この媒体は、ランプの望ましい動作電圧を維持するために、水銀に取って換わる第2のハロゲン化金属も含む。放電ランプ構造は、図1に例示されかつ先に説明された放電ランプの典型的な要素を備える。

【 0 0 1 7 】

1つの実施形態では、本発明は、放電ランプの動作中に生成されるハロゲンおよび/またはハロゲンイオンと反応性のある金属も含む。上で言及された、希ガス、第1のハロゲン化金属、および第2のハロゲン化金属の放電媒体を封じ込める放電ランプの動作中に、両方のハロゲン化金属の分子が、アーク領域内部で金属原子およびハロゲン原子に解離する。自由ハロゲン原子の最大部分は、第2のハロゲン化金属、すなわち、電圧押上げ物質ハロゲン化物の解離に由来することが突き止められている。ハロゲン化金属の解離から生じたハロゲン原子は、第1のハロゲン化金属の金属と反応して、光を生成するために必要な光子を放出できないかまたは放出することがない安定した分子化合物を形成し、それによってランプのルーメン出力を低減させる。

【 0 0 1 8 】

図1に例示されたランプと同様な構造を有し、自動車用前照灯に使用されたセラミックハロゲン化金属ランプを代表する放電ランプが、放電媒体の様々な組成を使用して試験された。放電ランプは、多結晶アルミナ（PCA）セラミックから製造されたアーク管を有する70ワット（70W）セラミックハロゲン化金属ランプであった。放電ランプのチャンバ容積は、0.28立方センチメートル（cc）であり、電極先端間の距離は7ミリメートル（7mm）であった。電極は、電極先端を形成した、ニオブ（Nb）、モリブデン（Mo）、およびタングステン（W）を含む導電性金属の組合せから構成された。しかし、本発明の放電媒体は、石英、YAG（イットリウムアルミニウムガーネット）、もしくはサファイヤのような他の材料から製造されたランプ、または異なるサイズのランプで使用されうる。例えば、この放電媒体は、一般的な照明に使われた、約0.01ccから約3ccの範囲にわたる容積を有するランプで使用されてもよく、電極先端間の距離が約1mmから約20mmの範囲にわたってもよく、ワット数が約20ワット（20W）から約400ワット（400W）の範囲にわたってもよい。自動車またはビデオで使用するような光学的用途では、ランプチャンバの容積が、約0.01ccから約0.1ccの範囲にわたってもよく、電極先端間の間隔が約1mmから約6mmの範囲にわたってもよい。

【 0 0 1 9 】

試験されたランプは、発光物質としての役目を果たす第1のハロゲン化金属の同じ分量と、電圧「押上げ物質」または水銀代用物としての役目を果たす第2のハロゲン化金属の様々な組合せおよび分量とを使用する放電ランプを含んだ。これらの試験は、第2のハロゲン化金属のドーズの種類、分量、密度、および組成、ランプ動作電流、ならびに電力のような様々な要因を考慮して、ランプ動作電圧およびルーメンの観点でランプの性能を監視した。これらの試験結果は、電圧押上げ物質として水銀を含んだ標準的なセラミックハロゲン化金属ランプ（Hg-CMHランプ）に対して行われた同様の試験と比較された。試験ランプおよびHg-CMHランプは共に、発光元素または第1のハロゲン化金属の同

10

20

30

40

50

一の組合せおよび分量ばかりでなく、希ガスの分量または圧力も含んだ。さらに具体的には、すべてのランプは、NaIならびに希土類ハロゲン化金属TlI、 $DyI_3$ 、 $HoI_3$ 、および $TmI_3$ ばかりでなく、200トールのArも含んだ。第1のハロゲン化金属は、1つまたは複数の発光元素または添加剤を指すべきである。1つの実施形態では、発光元素の合計ドーズは、66.8重量パーセントのNaI、9.2重量パーセントのTlI、12重量パーセントの $DyI_3$ 、6重量パーセントの $HoI_3$ 、および6重量パーセントの $TmI_3$ を含めて、10mg、または約36mg/ccを含む。しかし、ドーズ比率、分量、または化合物は、使用された放電ランプの種類に従って異なりうることを当業者は理解しよう。さらには、すべてのランプが200トールでチャンバの中に封入された不活性ガスアルゴンで封じ込めた。ランプ中のアルゴンの圧力は、約100トールから約300トールの範囲にわたりうる。

10

#### 【0020】

試験を行う前に、水銀に匹敵する特性、すなわち、高い蒸気圧（または高い原子密度）、高いイオン化エネルギー（または低い電子密度）、および大きな電子-原子運動量移転断面積を有する様々なヨウ化金属が選択された。様々なヨウ化金属の蒸気圧は、自動車のセラミックハロゲン化金属ランプ用の1200°Kコールドスポット温度に関して計算された。蒸気圧を計算するために選択されたパラメータは、試験で使用された特定の放電ランプによって決まったが、これらのパラメータは、試験されるべき放電ランプの種類に応じて異なりうる。さらには、許容可能なハロゲン化金属を提供するために、臭素および塩素のような他のハロゲンが使用されてもよい。

20

#### 【0021】

水銀に取って換わる候補として選択されたこれらのハロゲン化金属は、1200°Kのコールドスポット温度で、少なくとも1気圧の蒸気圧と少なくとも6eVのイオン化エネルギーとを有するハロゲン化金属を含んだ。これらの選択された金属には、亜鉛、アルミニウム、インジウム、ガリウム、ジルコニウム、ハフニウム、アンチモン、ニッケル、チタン、鉄、マグネシウム、銅、およびベリリウムが含まれた。ハロゲン化金属化合物の最低蒸気圧または最小イオン化エネルギーのような選択パラメータは、試験または使用されたランプの種類に従って異なることになる。

#### 【0022】

動作電圧およびルーメンの観点における試験ランプの性能が、許容可能な電流における許容可能な電圧およびルーメンの維持という観点で、ハロゲン化金属水銀代用物のどれが水銀に匹敵する性能を発揮したかを判定するために、Hg-CMHランプの性能と比較された。

30

#### 【0023】

下の表Iは、Hg-CMHランプの電力域と同様の約66ワットから約71ワットまでの電力域内で動作した試験ランプの性能を示すサンプル試験ランプのドーズ量および試験結果を含む、ヨウ化金属の一覧表である。

#### 【0024】

【表 1】

表 1

サンプル 番号	ドーズ 種類	ドーズ1 (mg)	ドーズ2 (mg)	合計 ドーズ (mg)	電圧 (V)	電流 (A)	電力 (W)	光束 (ルーメン秒)	ルーメン毎ワット (ルーメン秒/W)
521	CMH-Hg	4.4	--	4.4	69	0.95	66	5488	84
629	ZnI <sub>2</sub> /AlI <sub>3</sub>	3.8	3.5	7.3	49	1.40	69	3330	48
660	InI	4.3	--	4.3	39	1.72	67	3070	46
574	ZnI <sub>2</sub>	9.1	--	9.1	42	1.62	68	3018	44
700	ZnI <sub>2</sub> /GaI <sub>2</sub>	5.4	5	10.4	96	0.74	70	3021	43
575	AlI <sub>3</sub>	10.1	--	10.1	47	1.41	66	2600	40
668	InI <sub>3</sub>	2.4	--	2.4	47	1.42	67	2607	39
565	GaI <sub>2</sub>	11.2	--	11.2	79	0.88	69	1321	19
636	MgI <sub>2</sub>	13.5	--	13.5	28	1.51	43	801	19
532	SnI <sub>4</sub>	15.3	--	15.3	24	1.41	34	406	12
539	CuI	16.3	--	16.3	19	1.63	31	156	5
611	SbI <sub>3</sub>	6.8	--	6.8	51.3	0.78	40	171	4
538	FeI <sub>2</sub>	18	--	18.0	28	1.24	35	131	4
643	NiI <sub>2</sub>	7.3	--	7.3	27	1.48	38	70	2

10

20

例として、Hg - CMHランプは、4.4 mg ドーズの水銀を含み、66ワットの電力で動作し、69ボルトの電圧を生成し、84ルーメン毎ワットの効率を維持した。試験ランプ660は、第2のハロゲン化金属水銀代用物として4.3 mg ドーズ量のヨウ化インジウム (InI<sub>3</sub>) を含んだ。試験ランプ660は、67.15ワットの電力で、39ワットの電圧および46ルーメン毎ワットの効率を維持した。

## 【0025】

試験ランプ629は、第2のハロゲン化金属水銀代用物として3.8 mg ドーズ量のZnI<sub>2</sub> および3.5 mg ドーズ量のAlI<sub>3</sub> を含んだ。この試験ランプは、69ワットで動作し、49ボルトの動作電圧および48ルーメン毎ワットの効率を生成した。

30

## 【0026】

MgI<sub>2</sub>、SnI<sub>4</sub>、CuI、SbI<sub>3</sub>、FeI<sub>3</sub>、またはNiI<sub>2</sub>を含む試験ランプは、水銀の許容可能な代用物としての役目を果たすほどに十分に高い電力でルーメン出力を生成するには動作しなかった。

## 【0027】

第2のハロゲン化金属の分量または密度を増大すると、確かにランプ動作電圧を増大する助けにはなるが、必ずしも試験放電ランプのルーメン毎ワットを増大することにはならないことが判明した。実際に、第2のハロゲン化金属の分量に伴って電圧が増大すると、ルーメンが低下した。表IIでは、試験結果は、各々が異なる分量のGaI<sub>2</sub>を封じ込める8個の試験ランプに関して列挙されている。

40

## 【0028】

【表 2】

表 II

サンプル 番号	ドーズ 種類	ドーズ (mg)	ドーズ密度 (mg/cc)	ボルト (V)	電流 (A)	電力 (W)	光束(ルーメン秒) (ルーメン秒/W)	ルーメン毎ワット (ルーメン秒/W)
583	Gal <sub>2</sub>	1.9	6.8	29	2.24	66	2418	37
581	Gal <sub>2</sub>	4.0	14.4	38	1.72	65	2398	37
582	Gal <sub>2</sub>	4.5	16.2	45	1.60	72	2498	35
567	Gal <sub>2</sub>	6.2	22.3	70	1.16	70	2087	30
568	Gal <sub>2</sub>	6.8	24.5	58	1.16	68	2118	31
593	Gal <sub>2</sub>	8.1	29.2	81	0.81	65	1744	27
565	Gal <sub>2</sub>	11.2	40.3	79	0.88	69	1321	19
565	Gal <sub>2</sub>	11.2	40.3	77	0.83	64	1196	19

表 I I に示されているように、第 2 のハロゲン化金属水銀代用物として 4 . 0 m g ドーズの G a I<sub>2</sub> または 1 6 . 2 m g / c c の密度を有する試験ランプ 5 8 1 は、3 7 ルーメン毎ワットという最高ルーメン出力を生成した。試験ランプ 5 8 2 は、4 . 5 m g ドーズの G a I<sub>2</sub> を封じ込め、ルーメン出力は 3 5 ルーメン毎ワットにわずかに降下した。ルーメン出力は、6 . 2 m g ドーズまたは 2 2 . 3 m g / c c の G a I<sub>2</sub> を封じ込めた試験ランプ 5 6 7 ではより大幅に降下して、3 0 ルーメン毎ワットを生成した。行われた試験に基づいて、第 2 のハロゲン化金属水銀代用物のドーズ量は、約 1 m g / c c から約 1 0 0 m g / c c の範囲にわたり、ハロゲン化金属放電ランプの動作に十分な電圧およびルーメンを生成しうることが測定された。ドーズ量の好ましい範囲は、約 5 m g / c c から約 2 0 m g / c c であり、好ましいドーズ量は約 1 8 m g / c c である。

## 【 0 0 2 9 】

試験ランプは H g - C M H ランプほど高いルーメン出力を生成しなかったけれども、ランプチャンバのコールドスポット温度を上昇させると、ルーメンを増大させることができる。これは、チャンバの幾何学的形状の変更、すなわち、チャンバの長さ、直径、および/もしくは容積の低減によって、および/または発光ハロゲン化金属(第 1 のハロゲン化物)のドーズに関するパラメータを変更することによって達成されうる。コールドスポット温度を上昇させることによって、第 1 ハロゲン化金属および第 2 のハロゲン化金属の両方のチャンバ内部蒸気圧が増大可能であり、ルーメン出力の増大につながる。同様に、発光ハロゲン化金属元素の適切なドーズ種類および組成の選択がルーメンを向上させうる。

## 【 0 0 3 0 】

上で説明された試験に加えて、ヨウ素、ヨウ素陰イオン、電子、ジスプロシウム化学種に関する分圧が、ハロゲン化金属( Z n I<sub>2</sub> ) 試験ランプおよび標準 H g - C M H ランプに関して、約 1 0 0 0 ° K から約 6 0 0 0 ° K にわたる温度範囲で計算された。これは、温度が測定されるアーク領域内部の箇所に応じる、アーク領域の動作温度範囲である。図 2 では、ランプチャンバ内部のヨウ素の圧力が、ランプチャンバ内部の温度に対してグラフに描かれている。上で留意されたように、ランプ中のハロゲン化金属水銀代用物は Z n I<sub>2</sub> であった。ヨウ素圧力は、水銀 H g - C M H ランプと比較して、Z n I<sub>2</sub> 試験ランプでは実質的にかつ一貫して高い。

## 【 0 0 3 1 】

同じように、Z n I<sub>2</sub> 試験ランプのチャンバ中のヨウ素陰イオンの分圧は、H g - C M H ランプにおけるよりも高かった。図 3 では、ランプチャンバ内部のヨウ素陰イオンの分圧が、ランプチャンバ内部の温度に対してグラフに描かれている。ヨウ素陰イオン分圧は、約 3 0 0 0 ° K から約 6 0 0 0 ° K までの温度では、水銀 H g - C M H ランプと比較して、Z n I<sub>2</sub> 試験ランプにおける方が一貫して高い。

## 【 0 0 3 2 】

試験ランプ中の増大したヨウ素分圧は、Z n I<sub>2</sub> が解離すると、ヨウ素の生成が行われ



、その後にヨウ素陰イオンの生成が行われる。ヨウ素の高い電気的陰性の性質を前提として、電子分圧が約 3 0 0 0 ° K から約 6 0 0 0 ° K までの温度範囲で計算された。図 4 は、ランプチャンバ内部の温度に対する電子分圧を描くグラフである。Z n I<sub>2</sub> 試験ランプ中の電子圧力は、H g - C M H 試験ランプの電子圧力よりも一貫して低い。ヨウ素はアーク領域内の電子を引き付け、それによって第 1 のハロゲン化金属の金属（発光元素）を励起するためにアーク領域内で利用可能な電子の数を減少させることが結論付けられた。これは、ハロゲン化金属水銀代用物試験ランプの低減したルーメン出力をもたらした。

#### 【 0 0 3 3 】

さらには、この温度範囲内でジスプロシウム化学種の分圧が計算された。このような高い温度では、ヨウ化ジスプロシウムがヨウ化亜鉛と同様に解離する。ヨウ素はジスプロシウム原子と反応して、光を放出しないかまたはジスプロシウム原子ほど光を放出しない、より安定した D y I、D y I<sub>2</sub>、および D y I<sub>3</sub> 分子を形成する。図 5 および 6 では、ジスプロシウム化学種の分圧が、ハロゲン化金属試験ランプおよび H g - C M H 試験ランプに関して約 1 0 0 0 ° K から約 6 0 0 0 ° K までの温度範囲内で計算された。図 5 および 6 に示されているように、例えば、4 0 0 0 ° K では、Z n I<sub>2</sub> 試験ランプ中のジスプロシウムの分圧は、H g - C M H 試験ランプにおけるよりも実質的に低い。対照的に、その同じ温度で、D y I<sub>3</sub>、D y I<sub>2</sub>、および D y I の分圧が、H g - C M H ランプにおけるよりも Z n I<sub>2</sub> 試験ランプにおける方が実質的に高い。

#### 【 0 0 3 4 】

Z n I<sub>2</sub> ランプ中の発光元素の分圧の低減に対する自由ヨウ素の高い圧力の効果が、本明細書でジスプロシウムに関して例示されたが、同じ効果は、他の発光元素、すなわち、ナトリウム、タリウム、ホルミウム、およびツリウムでも見られた。

#### 【 0 0 3 5 】

電子および発光元素の圧力および / または量の低減におけるヨウ素およびヨウ素陰イオンの効果を克服するために、金属が、その純粋な形態で（ハロゲン化金属ではなく）、ハロゲン化金属試験ランプの放電媒体組成に追加された。例えば、亜鉛がヨウ化亜鉛ドーズと共に含まれた。追加された他の金属には、アルミニウム、ガリウム、およびインジウム、またはこれらの金属の 2 つ、3 つ、もしくは 4 つの組合せが含まれた。下の表 I I I は、水銀代用物としてのヨウ化亜鉛のドーズと、亜鉛のドーズとを含んだサンプル試験ランプを列挙する。同じドーズ量にある同じ発光元素（第 1 のハロゲン化金属）が、すべての他の試験ランプにおける場合と同様に、これらの試験ランプにおいて使用された。さらには、アルゴンも同じ圧力でチャンバの中へ注入された。

#### 【 0 0 3 6 】

#### 【表 3】

表 III

サンプル 番号	ドーズ 種類	ZnI <sub>2</sub> (mg)	ZnI <sub>2</sub> ドーズ密度 (mg/cc)	ボルト (V)	電流 (A)	電力 (W)	光束 (ルーメン秒)	ルーメン毎ワット (ルーメン秒/W)
676	Zn/ZnI <sub>2</sub>	5.8	20.9	67	0.83	71	3672	52
677	Zn/ZnI <sub>2</sub>	6.1	22.0	75	0.87	71	3954	55
684	Zn/ZnI <sub>2</sub>	6.9	24.8	73	0.96	70	3846	55
693	Zn/ZnI <sub>2</sub>	7.1	25.6	78	0.90	70	3857	55
692	Zn/ZnI <sub>2</sub>	9.2	33.1	80	0.88	70	3456	49
679	Zn/ZnI <sub>2</sub>	9.5	34.2	83	0.86	71	3609	51
678	Zn/ZnI <sub>2</sub>	10.3	37.1	84	0.82	70	3271	47
690	Zn/ZnI <sub>2</sub>	10.9	39.2	86	0.82	70	3124	45
667	Zn/ZnI <sub>2</sub>	14.5	52.2	89	0.78	69	2845	41

亜鉛のドーズ量は、ヨウ化亜鉛と組み合わせられるとき、約 4 m g から約 1 4 . 5 m g ま

での範囲にわたったが、異なる分量の亜鉛、他の金属、および組合せが、1つまたはハロゲン化金属水銀代用物と組み合わせて利用可能である。

【0037】

Hg-CMHランプと同様の電圧で、または約65ワットから約71ワットの範囲内で動作したこれらの試験ランプの試験結果が、ハロゲン化金属水銀代用物を有するその他の試験ランプおよびHg-CMHランプの試験結果と比較された。下の表IVは、1つまたは複数のハロゲン化金属水銀代用物のドーズと組み合わせた金属ドーズを有するサンプル試験ランプを列挙する。亜鉛が「ヨウ素コレクター」として追加された。すなわち、利用可能なヨウ素およびヨウ素イオンと反応してモノヨウ化亜鉛および他のヨウ化亜鉛化学種を形成する亜鉛であり、それによって、ヨウ素原子のかなりの部分が、発光放電の生成に利用可能な第1のハロゲン化金属の自由電子および金属原子を収集すること、またはそれらと反応することを防止する。

【0038】

【表4】

表 IV

サンプル 番号	ドーズ 種類	ドーズ1 (mg)	ドーズ2 (mg)	ドーズ3 (mg)	合計 ドーズ (mg)	電圧 (V)	電流 (A)	電力 (W)	光束 (ルーメン秒)	ルーメン毎 ワット (ルーメン秒/W)
521	CMH-Hg	4.4	--	--	4.4	69	0.95	66	5488	84
677	Zn/ZnI <sub>2</sub>	13.5	6.1	--	19.6	75	0.87	71	3954	55
695	Zn/ZnI <sub>2</sub> /GaI <sub>2</sub>	19.6	4.2	3.8	27.6	77	0.91	70	3846	55
705	Zn/ZnI <sub>2</sub> /AlI <sub>3</sub>	15	4.1	4.3	23.4	83	0.84	70	3437	49
629	ZnI <sub>2</sub> /AlI <sub>3</sub>	3.8	3.5	--	7.3	49	1.40	69	3330	48
660	InI	4.3	--	--	4.3	39	1.72	67	3070	46
574	ZnI <sub>2</sub>	9.1	--	--	9.1	42	1.62	68	3018	44
700	ZnI <sub>2</sub> /GaI <sub>2</sub>	5.4	5	--	10.4	96	0.74	70	3021	43
575	AlI <sub>3</sub>	10.1	--	--	10.1	47	1.41	66	2600	40
668	InI <sub>3</sub>	2.4	--	--	2.4	47	1.42	67	2607	39
565	GaI <sub>2</sub>	11.2	--	--	11.2	79	0.88	69	1321	19
636	MgI <sub>2</sub>	13.5	--	--	13.5	28	1.51	43	801	19
532	SnI <sub>4</sub>	15.3	--	--	15.3	24	1.41	34	406	12
539	CuI	16.3	--	--	16.3	19	1.63	31	156	5
611	SbI <sub>3</sub>	6.8	--	--	6.8	51	0.78	40	171	4
538	FeI <sub>2</sub>	18	--	--	18	28	1.24	35	131	4
643	NI <sub>2</sub>	7.3	--	--	7.3	27	1.48	38	70	2

過剰な金属を有する試験ランプは、許容可能な電流でより高い電圧およびルーメン値を一貫して生成した。金属のドーズを含まないハロゲン化金属水銀代用物ドーズを有するこれらの試験ランプに関する最高のルーメン出力は、試験ランプ629からであった。この試験ランプは、それぞれに3.8mgおよび3.5mgのドーズ量のZnI<sub>2</sub>とAlI<sub>3</sub>との組合せを含んでいた。ルーメン出力は48ルーメン毎ワットであったが、電圧は相対的に低い49ボルトであった。このような試験ランプの最高電圧出力は、試験ランプ565からであった。このランプは、水銀代用物として11.2mgドーズのGaI<sub>2</sub>を含み、79ボルトの電圧を生成したが、ルーメンは相対的に低い19ルーメン毎ワットであった。

【0039】

比較では、試験ランプ677が、13.5mgドーズのZnおよび6.1mgドーズのZnI<sub>2</sub>を含んでいた。このランプは、75ボルトの電圧および55ルーメン毎ワットの

ルーメンを生成した。実際に、1つまたは複数の第2のハロゲン化金属のドーズ量と組み合わせた亜鉛のドーズ量を含んだ試験ランプ695および705の各々は、第2のハロゲン化金属と組み合わせた過剰な金属を含まない試験ランプよりも、高い電圧およびルーメンを生成した。チャンバ内の過剰な金属のドーズ量は、約1mgから約15mgの範囲にわたりうるか、または約3.6mg/ccから約72mg/ccの範囲にわたる密度を有しうる。好ましくは、過剰な金属のドーズ量が約2mgから約5mgの範囲にわたりうるか、または密度が約7.2mg/ccから約18mg/ccの範囲にわたりうる。

#### 【0040】

ジスプロシウムに関する分圧は、1000°Kから6000°Kの温度範囲内で計算された。図7では、チャンバ内部の温度に対するジスプロシウムの圧力を描くグラフが示されている。このグラフは、選択された温度範囲内で、過剰な亜鉛を有する試験ランプのジスプロシウム分圧が、金属を含まない試験ランプよりも一貫して高かったことを示している。より多くのジスプロシウムが発光元素として利用可能であり、それによってより高いルーメン値をもたらした。したがって、亜鉛、アルミニウム、ガリウム、またはインジウムのハロゲン化金属は、ハロゲン化金属放電ランプ中の水銀の許容可能な代用物としての役目を果たしうるということが判明した。発光放電用に発光元素および電子を利用可能にするために、ランプの動作中に生成されるハロゲンまたはハロゲンイオンと反応性がある金属を追加すると、ランプの効率が向上する。

#### 【0041】

一般に照明に使用された殆どの水銀セラミックハロゲン化金属は、典型的に電流正弦波形を生成する安定器を使って動作する。試験ランプがセラミックハロゲン化金属ランプのレプリカであるので、使用された安定器は電流正弦波形を生成した。試験ランプは、電流正弦波形を利用して安定した状態で動作できないか、または全く動作できないことが判明した。殆どのランプは、動作後に約30秒から約1分で消えた。

#### 【0042】

再点火電圧は、電流正弦波形では高すぎた。これは、ハロゲンの高い圧力およびその電氣的陰性効果によるものであった。AC電流波形ではいずれも、印加された電流が極性変化時にゼロを通過し、それによってプラズマ温度および電子密度が大幅に低減される。極性変化の直後に、プラズマは再び「再点火」し、電子密度が再び高められる。この現象は通常、「再衝突電圧」と呼ばれているスパイクを有するランプ動作電圧の波形に現れる。ヨウ素の高い圧力の存在下では、Hgがハロゲン化金属ドーズによって代用される無水銀ランプの場合におけるように、電子密度は、ヨウ素の電氣的陰性効果によって極性変化時にさらに低減される。これは、プラズマの「再点火」（それは極端に高い「再衝突電圧」スパイクにつながる）を困難にする。その正味効果は、正弦波形で動作する無水銀ランプが不安定であるか、またはそれが動作開始後に約30秒から60秒で消えることである。

#### 【0043】

本発明に関する研究で、この問題は、電流波形を正弦形から矩形に変更することによって解決されることが判明した。図8Aおよび8Bでは、第1の半周期および第2の半周期における最大電流の絶対値間の遷移時間が、正弦形の電流波形では矩形の電流波形よりもかなり大きい。例えば、60Hzの動作周波数では、この遷移時間が正弦形の波形に関して約8.3ミリ秒であり、矩形の波形に関して約50マイクロ秒である。したがって、矩形波形では、遷移時間が大幅に削減されうる。そうすることによって、プラズマ温度が低下し、かつ電子が再結合する機会を得る時間が大幅に削減される。要約すると、無水銀ランプでは矩形波形を有する「再衝突電圧」が水銀ランプのそれに匹敵し、本発明に関する研究で試験された、矩形波形で動作したすべての無水銀ランプは、安定した状態で動作した。

#### 【0044】

本発明の好ましい実施形態が本明細書に示されかつ説明されたが、このような実施形態は例示として提供されているに過ぎないことが明白であろう。本明細書では本発明から逸脱することなく、数多くの変型、変更、および代用が当業者に想起されよう。したがって

、本発明は添付の特許請求の範囲の趣旨および範囲によってのみ限定されることが企図されている。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】ハロゲン化金属放電ランプの模式図である。

【図2】ハロゲン化金属試験ランプおよびHg-CMHランプにおけるヨウ素の分圧を描くグラフである。

【図3】ハロゲン化金属試験ランプおよびHg-CMHランプにおけるヨウ素陰イオンの分圧を描くグラフである。

【図4】ハロゲン化金属試験ランプおよびHg-CMHランプにおける電子の分圧を描くグラフである。

10

【図5】ハロゲン化金属試験ランプにおけるジスプロシウム化学種の分圧を描くグラフである。

【図6】Hg-CMHランプにおけるジスプロシウム化学種の分圧を描くグラフである。

【図7】ZnI<sub>2</sub>試験ランプ、過剰Znドーズ含有ZnI<sub>2</sub>試験ランプ、およびHg-CMHランプにおけるジスプロシウム原子の分圧を描くグラフである。

【図8A】正弦波形電流のグラフである。

【図8B】矩形波形電流のグラフである。

【符号の説明】

【0046】

20

10 ハロゲン化金属放電ランプ

11 本体（アーク管）

12 第1の脚部

13 第2の脚部

14 チャンバ

15 第1の電極

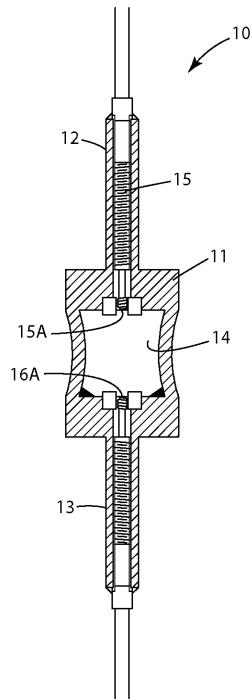
15A 第1の電極先端

16 第2の電極

16A 第2の電極先端

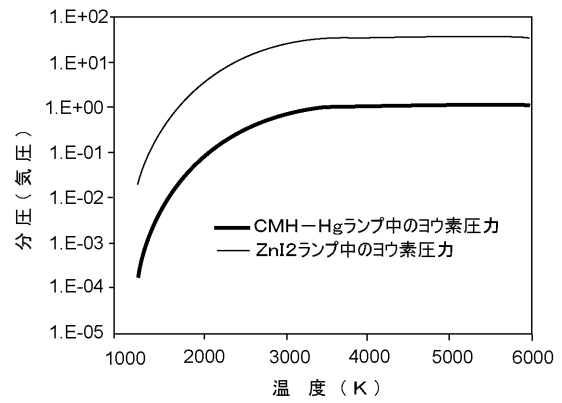
【図 1】

FIG. 1



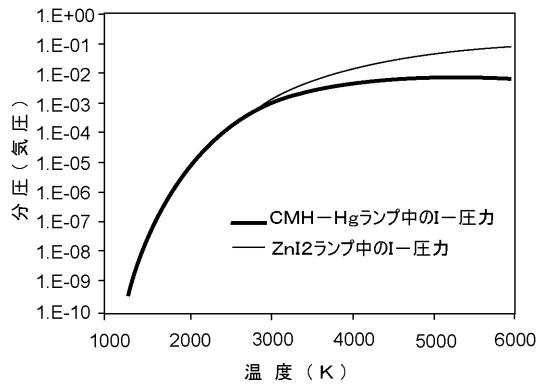
【図 2】

FIG. 2



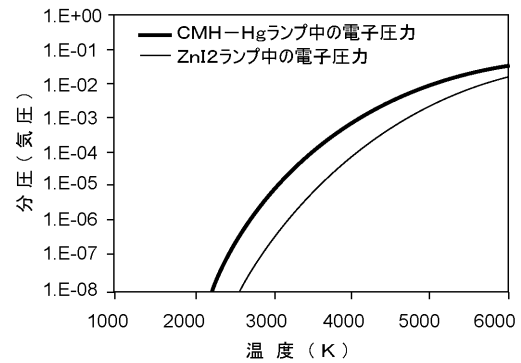
【図 3】

FIG. 3



【図 4】

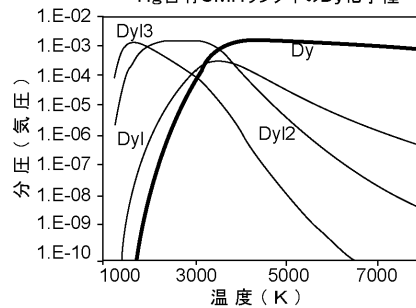
FIG. 4



【図 5】

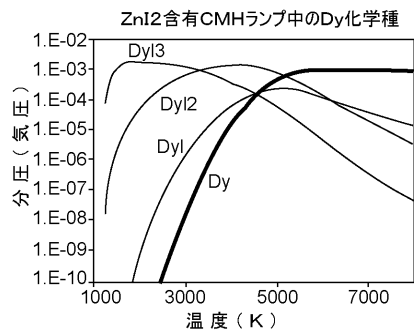
FIG. 5

Hg含有CMHランプ中のDy化学種



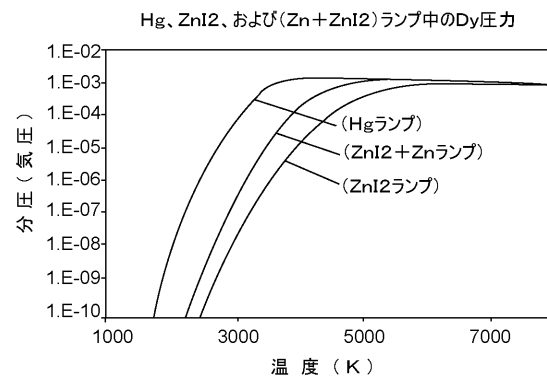
【図 6】

FIG. 6



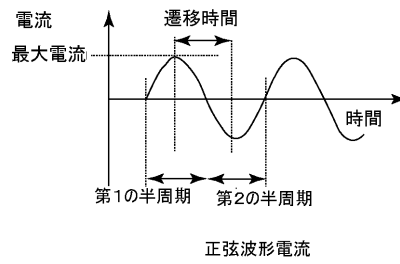
【図 7】

FIG. 7



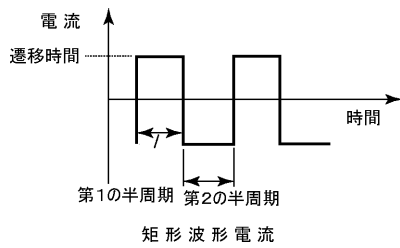
【図 8 A】

FIG. 8A



【図 8 B】

FIG. 8B



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ブリュワー, ジェームズ・アンソニー  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12302、スコットリア、ヒルサイド・コート、7番
- (72)発明者 アセト, スティーブン・チャールズ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12198、ワイナントツキル、ガイサー・ロード、303番
- (72)発明者 ザリュボフスキー, セルジイ  
アメリカ合衆国、ニューヨーク州・12309、ニスカユナ、キャノン・コート、105番

審査官 桐畑 幸 廣

- (56)参考文献 特開平11-086795(JP, A)  
特開平08-315782(JP, A)  
特開2000-182564(JP, A)  
特開2001-076670(JP, A)  
特開2005-183276(JP, A)  
特表2001-501026(JP, A)  
特開平11-025924(JP, A)  
特開2004-039323(JP, A)  
特開2003-187742(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01J 61/20

H01J 61/16