

(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2012-174807

(P2012-174807A)

(43) 公開日 平成24年9月10日(2012.9.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30 527	2H097
G03F 7/20 (2006.01)	G03F 7/20 501	3K098
H01J 61/88 (2006.01)	H01L 21/30 515C	5C039
H05B 41/42 (2006.01)	H01J 61/88 C	5F046
	H05B 41/42 Z	5F146
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 10 頁)		

(21) 出願番号 特願2011-33778 (P2011-33778)
 (22) 出願日 平成23年2月18日 (2011.2.18)

(71) 出願人 000102212
 ウシオ電機株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目6番1号
 (72) 発明者 千賀 岳人
 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウ
 シオ電機株式会社内
 (72) 発明者 中嶋 貢
 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウ
 シオ電機株式会社内
 (72) 発明者 山田 剛
 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウ
 シオ電機株式会社内
 (72) 発明者 宗 豊
 兵庫県姫路市別所町佐土1194番地 ウ
 シオ電機株式会社内

最終頁に続く

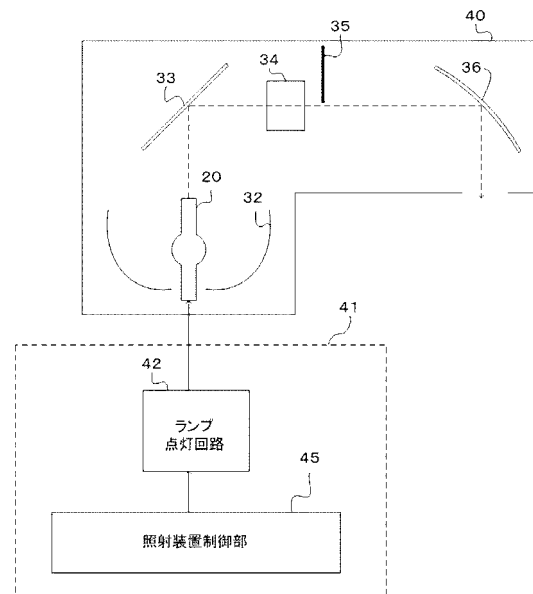
(54) 【発明の名称】 紫外線照射装置

(57) 【要約】

【課題】搭載された高圧水銀ランプをフル・スタンバイ点灯する紫外線照射装置において、スタンバイ点灯からフル点灯に切り替えた直後に、所定の波長の範囲の積算光量が時間的に変動しない所望の紫外線を照射することができる紫外線照射装置を提供すること。

【解決手段】発光管内に水銀が封入され、管壁負荷が $10 \sim 30 \text{ W/cm}^2$ である高圧水銀ランプと、該高圧水銀ランプに供給する電力を、定格電力によって点灯させるフル点灯モードと、該フル点灯モードよりも低い電力によって点灯させるスタンバイ点灯モードとを切替可能に駆動できるランプ点灯装置とを備える紫外線照射装置において、前記フル点灯モード時の前記高圧水銀ランプより放射される波長 525 nm の照度 I_f と、スタンバイ点灯モード時の該高圧水銀ランプより放射される波長 525 nm の照度 I_s との比を $I_s / I_f (\%)$ とし、 I_s / I_f が 30% 以上、 100% 未満であること。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光管内に水銀が封入され、管壁負荷が $10 \sim 30 \text{ W/cm}^2$ である高圧水銀ランプと

、
該高圧水銀ランプに供給する電力を、定格電力によって点灯させるフル点灯モードと、
該フル点灯モードよりも低い電力によって点灯させるスタンバイ点灯モードとを切替可能
に駆動できる点灯制御装置とを備える紫外線照射装置において、
前記フル点灯モード時の前記高圧水銀ランプより放射される波長 525 nm の照度 I_f と
、スタンバイ点灯モード時の該高圧水銀ランプより放射される波長 525 nm の照度 I_s
との比を $I_s / I_f (\%)$ とし、

I_s / I_f が 30% 以上、 100% 未満であることを特徴とする紫外線照射装置。

10

【請求項 2】

前記紫外線照射装置は、波長 $300 \sim 800 \text{ nm}$ の発光を利用することを特徴とする請
求項 1 に記載の紫外線照射装置。

【請求項 3】

前記スタンバイ点灯モード時の前記高圧水銀ランプより放射される波長 525 nm の照
度 I_s を前記点灯制御装置より供給する電力によって調整することを特徴とする請求項 2
に記載の紫外線照射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、紫外線照射装置に関するものであり、特に、半導体や液晶の製造分野などの
露光用光源に適用される、ショートアーク型放電ランプを光源とする紫外線照射装置に関
する。

【背景技術】

【0002】

発光管内部に水銀が封入されたショートアーク型高圧水銀ランプは、発光管内に対向配
置された一对の電極の先端距離が短く点光源に近いことから、光学系と組み合わせること
によって紫外線照射装置を構成して、半導体製造等に用いられる露光装置の光源として利
用されている。

30

【0003】

近年では、特開 $2000 - 181075$ 号公報（特許文献 1）に記載されているように
、半導体や液晶パネルの製造工程で用いられる紫外線照射装置は、高圧水銀ランプを常に
一定の電力で点灯するのではなく、省電力化のために露光時にのみ定格電力で点灯（通常
点灯）させ、基板移動などの待機時には前記定格電力よりも小さな電力で点灯（待機点灯
）させるといふ点灯方式（以下、フル・スタンバイ点灯という）が採用されている。

【0004】

図 6 に従来 of 紫外線照射装置を示す。光照射装置 90 は、露光光を放出するランプ 81
、集光鏡 82、第一平面鏡 83、インテグレートレンズ 84、シャッタ 85、コリメータ
ミラー 86 から構成される。また、光照射装置 90 にはランプ 81、集光鏡 82 を冷却す
る冷却手段 89 が設けられている。

40

制御部 91 には、上記ランプ 81 に電力を供給するランプ電源回路 92、シャッタ 85
の開閉を制御するシャッタコントローラ 93、上記冷却風を制御する冷却風コントローラ
94、および、露光装置全体を制御する露光装置制御部 95 が設けられる。また、ランプ
電源回路 92 には、ランプ 81 に供給する電力を切り替える切替回路 92a が設けられ、
これによりランプの点灯状態を「フル点灯状態（ランプを定格で点灯させる状態）」、「
スタンバイ点灯状態（ランプを定格以下で点灯させる状態）」に切り替える。

例えば、露光時は定格電力で $0.1 \sim 10$ 秒点灯させ、待機時は定格電力よりも小さい
待機電力で $0.1 \sim 100$ 秒点灯させるといふことが繰り返される。

【先行技術文献】

50

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2000-181075

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、これらの高圧水銀ランプから放射される光の波長は、発光管内の温度状況に依存する。これは、水銀蒸気圧が温度に依存するためであり、温度の上昇にともなって水銀蒸気圧が上昇し、所定の水銀蒸気圧になることにより、所望の分光スペクトルを有する紫外線を得ることができる。

10

【0007】

図5に、高圧水銀ランプを定格電力にて点灯している照射時と、定格の50%で点灯している待機時の分光スペクトルの比較図を示す。縦軸は照度 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2$)、横軸は波長 (nm) であり、照射時を実線で、待機時を破線で示した。

照射時、待機時ともに同じ波長の水銀の輝線スペクトルが観測されるが、全体の波形の形状は異なるものである。

露光に用いられる光は、特定の波長範囲の紫外線の露光量が十分であることが必要なので、例えばピーク波長の照度が同程度だとしても、露光量としては十分ではないということがある。

【0008】

20

上記のごとく、待機時と照射時には、分光スペクトル波形に相違がある。そして、入力電力を待機時から照射時に切り替えてから、それに追従して発光管内の温度が上昇するまでには時間差があるため、点灯する条件によっては瞬時に所望の分光スペクトル波形を得ることはできなかった。

このことは、ピークのみが鋭く観測される波形、例えばより低い入力電力の状態から高い定格電力に戻したときに顕著であった。

【0009】

以上により、搭載された高圧水銀ランプをフル・スタンバイ点灯する紫外線照射装置において、スタンバイ点灯からフル点灯に切り替えた直後に、所望の紫外線を照射することができる紫外線照射装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記課題を解決するため、本発明は、発光管内に水銀が封入され、管壁負荷が $10 \sim 30 \text{ W}/\text{cm}^2$ である高圧水銀ランプと、該高圧水銀ランプに供給する電力を、定格電力によって点灯させるフル点灯モードと、該フル点灯モードよりも低い電力によって点灯させるスタンバイ点灯モードとを切換可能に駆動できるランプ点灯装置とを備える紫外線照射装置において、前記フル点灯モード時の前記高圧水銀ランプより放射される波長 525 nm の照度 I_f と、スタンバイ点灯モード時の該高圧水銀ランプより放射される波長 525 nm の照度 I_s との比を $I_s / I_f (\%)$ とし、 I_s / I_f が 30% 以上、 100% 未満であることを特徴とする。

40

また、前記紫外線照射装置は、波長 $300 \sim 800 \text{ nm}$ の発光を利用することを特徴とする。

また、前記スタンバイ点灯モード時の前記高圧水銀ランプより放射される波長 525 nm の照度 I_s を前記ランプ点灯装置より供給する電力によって調整することを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

以上により、本発明によれば、スタンバイ点灯からフル点灯に切り替えた直後にも、ある波長範囲の紫外線の積算光量が時間的に安定する。これにより露光量のばらつきがなくなり、フル点灯時に切換えた直後にも所望の紫外線を照射することができる。

50

そして、このような I_s / I_f の範囲で電力等を調整することができ、可能な限りより省電力な紫外線照射装置とすることができる。

また、本発明の紫外線照射装置は、高圧水銀ランプを光源としているため、特に波長 300 ~ 800 nm の範囲の積算露光量が時間的に安定するという効果がある。

また、上記 I_s / I_f は、ランプ点灯装置によれば、電力を調整することで適切に調整することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明に係る高圧水銀ランプを示す図である。

【図2】本発明に係る紫外線照射装置の構成を示す図である。

10

【図3】本発明に係るランプ点灯装置および照射装置制御部からなる点灯制御装置の構成を示す図である。

【図4】本発明に係る実験結果を示す図である。

【図5】高圧水銀ランプの分光スペクトル分布を示す図である。

【図6】従来例に係る紫外線照射装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図1に、本発明の紫外線照射装置に搭載される高圧水銀ランプの図を示す。

高圧水銀ランプ20は、例えば石英ガラス等の透光性材料より構成される発光管を有している。

20

発光管は、外観が略球状となるように形成されるとともに内部空間Sを有する発光部21と、発光部21の両端のそれぞれに連続して円柱状に形成された封止部22、22を備える。

封止部22および22の端部には、それぞれ口金25および25が装着されており、高圧水銀ランプ20への給電が可能とされている。

発光部21の内部空間Sには、陽極24および陰極23が対向して配置されているとともに、発光物質としての水銀が封入されている。水銀の封入量は、高圧水銀ランプ20を高出力とするために、例えば1 ~ 70 mg / cc とされる。なお、水銀とともにキセノンガス等の希ガスを封入しても良い。

発光部の内壁に対する入力電力の比で表される管壁負荷は、例えば10 ~ 30 W / cm² である。

30

高圧水銀ランプ20は、陽極24および陰極23に電力が供給されることにより、陽極24と陰極23との間で絶縁破壊が生じてプラズマが生成され、例えば波長365 nm の紫外線が放射される。

【0014】

図2に本発明にかかる紫外線照射装置の構成を示す。光照射装置40は、露光光を放出する高圧水銀ランプ20、装置の光学系である集光鏡32、第一平面鏡33、インテグレートレンズ34、シャッタ35、コリメータミラー36から構成される。

点灯制御装置41には、上記高圧水銀ランプ20に電力を供給するランプ点灯回路42、シャッタ35、紫外線照射装置全体を制御する照射装置制御部45が設けられる。

40

ランプ点灯回路42には、高圧水銀ランプ20に供給する電力を切り替える、後述する切換部43が設けられ、これによりランプの点灯状態を「フル点灯モード（ランプを定格で点灯させる状態）」と「スタンバイ点灯モード（ランプを定格以下で点灯させる状態）」とに切り換える。

これにより、例えば、露光時は定格電力で0.1 ~ 60秒点灯させ、待機時は定格電力よりも小さい待機電力で0.1 ~ 120秒点灯させるということが繰り返される。

【0015】

図3は、上記のランプ点灯回路42および照射装置制御部45からなる点灯制御装置41の構成の一例を示す図である。

このランプ点灯回路42は、商用電源50から供給される交流電圧を、例えば、全波整

50

流回路とコンデンサから構成される整流平滑回路 5 1 により直流電圧に整流・平滑する。

整流平滑回路 5 1 から得られる直流電圧は、複数のスイッチング素子から構成されるフルブリッジ型のスイッチング回路 5 2 に供給される。

スイッチング回路 5 2 に含まれるスイッチング素子（不図示）の各ベースは P W M 制御部 5 4 の出力に接続されており、P W M 制御部 5 4 の出力により各スイッチング素子がオン/オフし、スイッチング回路 5 2 から高周波電圧を出力させる。

スイッチング回路 5 2 の出力は、トランス T により昇圧されて、不図示のダイオード、インダクタンス、コンデンサから構成される整流平滑回路 5 3 により直流電圧に変換され、起動器 5 5 を介して、高圧水銀ランプ 2 0 に供給される。

【 0 0 1 6 】

照射装置制御部 4 5 からは、放電ランプ 2 0 をフル点灯モードにするか、またはスタンバイ点灯モードにするかの信号が切換部 4 3 に入力される。切換部 4 3 はこの信号を受けてフル点灯モードまたはスタンバイ点灯モードのいずれかを選択する。同時に、照射装置制御部 3 5 からは、シャッタ 3 5 にも信号が送信される。

シャッタ 3 5 については、詳細は図示しないが、シャッタ駆動機構とシャッタ 3 5 から構成され、スタンバイ点灯モードにおいてはシャッタ 3 5 が光路中に挿入され、露光光が遮断される。

【 0 0 1 7 】

上記の点灯制御装置の動作について説明する。まず、フル点灯モードが選択された場合、照射装置制御部 4 5 からの指令により、切換部 4 3 がフル点灯モード基準電力発生部 6 1 に基づき、ランプ電力がフル点灯モード基準電力、例えば定格電力、になるように、いわゆる定電力制御が行われる。

具体的には、P W M 制御部 5 4 は、各スイッチング素子のオン時間とオフ時間との比率（デューティ比）を制御することにより、高圧水銀ランプへの供給電力が調整される。

【 0 0 1 8 】

また、照射装置制御部 4 5 からの指令により切換部 4 3 がスタンバイ点灯モード基準電力発生部 6 2 側に切り替えられて、スタンバイ点灯モードが選択された場合も、上記定電力制御の動作は同様である。

すなわち、スタンバイ点灯モード基準電力発生部 6 2 の基準電力値がスタンバイ点灯モード用の基準電力値として上記と同様の制御が行われる。

以上により、照射装置制御部 4 5 からの指令により、ランプ点灯回路 4 2 から高圧水銀ランプ 2 0 へ供給される電力を切り替え制御することができる。

【 0 0 1 9 】

ここで、スタンバイ点灯モードによって点灯される高圧水銀ランプから得られる紫外光の好ましいスペクトル波形について説明する。

前述のように、露光の際には、特定の波長範囲の紫外線の露光量が適切であるかどうか重要である。

具体的に露光量は、例えば、波長 3 0 0 ~ 5 5 0 n m の範囲で区切られた光の照度の積分値で表される積算光量と、照射された時間によって決まる。ランプ点灯時にこの積算光量の時間的変動が激しいと、一定時間露光したときの露光量がばらついてしまうため、積算光量の時間的変動がなく一定であることが好ましい。例えば、レジストを硬化させる用途においては、露光量が足りないとレジストが適正に硬化せず、所望のパターンが得られないなどの不具合が生じるからである。

【 0 0 2 0 】

しかし、スタンバイ点灯モードからフル点灯モードに移行した直後、フル/スタンバイ点灯の温度差によっては、未蒸発の水銀が多量に存在する場合がある。この場合、時間の経過とともに水銀が蒸発して蒸気圧が変化すると、分光スペクトル波形が変動し、結果として積算光量が時間的に変動することとなる。

フル点灯モードのみを継続する場合には、照度が安定するのを待ってシャッタを開けるなどすればよいが、フル/スタンバイ点灯を頻繁に切り換える点灯方法にあっては、点灯

10

20

30

40

50

モードを切り替えるごとに照度が安定するのを待っている間はスループットが低下する。

【0021】

そこで本発明者らは、フル点灯モード時の分光スペクトル波形と、スタンバイ点灯モード時の分光スペクトル波形とを比較分析し、フル点灯モードに移行しても積算光量が時間的に著しく変動しないスタンバイ点灯モードの分光スペクトル波形について検討するために以下の実験を行った。

【0022】

図3に示したランプ点灯装置を用いて高圧水銀ランプ20を点灯し、スタンバイ点灯モードからフル点灯モードに移行させる条件を変化させ、積算光量安定性及び発光管内の未蒸発水銀の観測を行った。

実験に用いたのは、図1に示した高圧水銀ランプであり、発光管内には 0.026 mg/cm^3 の水銀と、 0.9 hPa のキセノンとを封入したものを用いた。

陰極と陽極との電極間距離は 21 mm であり、定格電力は 25 kW 、発光管内壁に対する管壁負荷は 25 W/cm^2 である。

【0023】

積算光量安定性は、以下のように評価した。

高圧水銀ランプをスタンバイ点灯し、フル点灯に切替えた直後の照度を照度計により一定時間測定した。そして、照度計より得られた波長 $300\sim550\text{ nm}$ の範囲の照度を積分し、その積分値を積算光量とした。観測した期間の積算光量の変動率（積分値の最大値と最小値の差を、最大値と最小値の和で除して％表示したもの）が $\pm 3\%$ 以下である場合は、積算光量の時間的安定性があるとして○、 $\pm 3\%$ を超えた場合を安定性に欠けるとして×とした。

【0024】

スタンバイ点灯モードからフル点灯モードへの移行の条件変化の指標として、波長 525 nm の光の照度比 $I_s/I_f(\%)$ を用いた。 I_s はスタンバイ点灯モード時の波長 525 nm の照度であり、 I_f はフル点灯モード時の波長 525 nm の照度である。

波長 525 nm は、水銀の輝線スペクトル波長に該当しない連続スペクトル部分である。上述のごとく積算光量は、ある波長範囲の照度の積分値であるから、積分すると蒸気圧に影響されにくい輝線スペクトルとその周辺部分の照度よりも、蒸気圧に依存して変化する連続スペクトル部分の照度が、安定性において重要である。

したがって、波長 525 nm を選択したのは、輝線スペクトルから離れていてその影響が少なく、連続スペクトル部分の評価をするのに優れているという理由からである。

【0025】

このように、 I_s/I_f 比によってスタンバイ点灯モードからフル点灯モードへの移行を条件として設定すると、所望の分光スペクトルとの関係が、波形に起因した指標としてより直接的に比較されるので、単に入力電力の変化を条件として設定するよりも望ましい。

I_s/I_f 比を変化させるには、例えばスタンバイ点灯モードの入力電力を変化させることにより調整可能である。具体的には、予め波長 525 nm の照度を測定して得られた I_s を図3に示したスタンバイ点灯モード基準電力発生部62にスタンバイ点灯モード時の電力として設定するなどして調整可能である。

【0026】

図4に上記の実験結果を示す。

I_s/I_f が 10% 、 20% のときは、発光管内に未蒸発の水銀が観測され、変動率も $\pm 3\%$ を超えてしまい積算光量が安定しなかった。

一方、 I_s/I_f が $30\sim80\%$ のときは、発光管内に未蒸発の水銀は観測されず、変動率も $\pm 3\%$ 以下であり、積算光量が安定していた。

さらに図示はしていないが、 I_s/I_f が 80% を超え、 100% 未満である範囲についても、変動幅が非常に小さいことは上記の実験結果より技術的に明らかである。

したがって、 I_s/I_f が 30% 以上、 100% 未満であるときは、スタンバイ点灯モ

10

20

30

40

50

ードからフル点灯モードへ切換えても、所定の範囲の照度の積算光量が時間的に安定しており、発光管内の水銀の未蒸発もなく、結果として露光量のばらつきが無かった。

この結果より、 I_s / I_f が 30 % 以上、100 % 未満となる範囲においてスタンバイ点灯するべきことを規定した。

【0027】

以上により、本発明は、搭載された高圧水銀ランプをフル・スタンバイ点灯する紫外線照射装置において、スタンバイ点灯モード時の波長 525 nm の照度 I_s と、フル点灯モード時の波長 525 nm の照度 I_f との照度比 I_s / I_f (%) を 30 % 以上、100 % 未満とすることにより、スタンバイ点灯からフル点灯に切り替えた直後にも、ある波長範囲の紫外線の積算光量が時間的に安定する。これにより露光量のばらつきがなくなり、フル点灯時に切換えた直後にも所望の紫外線を照射することができる。

10

そして、このような I_s / I_f の範囲で電力等を調整することができ、可能な限りより省電力な紫外線照射装置とすることができる。

また、本発明の紫外線照射装置は、高圧水銀ランプを光源としているため、特に波長 300 ~ 800 nm の範囲の積算路光量が時間的に安定するという効果がある。

また、上記 I_s / I_f は、ランプ点灯装置によれば、電力を調整することで適切に調整することができる。

【符号の説明】

【0028】

- 20 高圧水銀ランプ
- 21 発光部
- 22 封止部
- 23 陰極
- 24 陽極
- 25 口金
- 32 集光鏡
- 33 第一平面鏡
- 34 インテグレートレンズ
- 35 シャッタ
- 36 コリメータミラー
- 41 点灯制御装置
- 42 ランプ点灯回路
- 43 切換部
- 45 照射装置制御部
- 50 商用電源
- 51 整流平滑回路
- 52 スイッチング回路
- 54 PWM 制御部
- 55 起動器
- 56 電力測定回路
- 61 フル点灯モード基準電力発生部
- 62 スタンバイ点灯モード基準電力発生部
- 81 ランプ
- 82 集光鏡
- 83 第一平面鏡
- 84 インテグレートレンズ
- 85 シャッタ
- 86 コリメータミラー
- 90 光照射装置
- 91 制御部

20

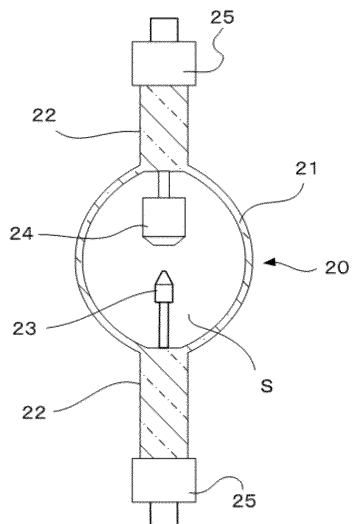
30

40

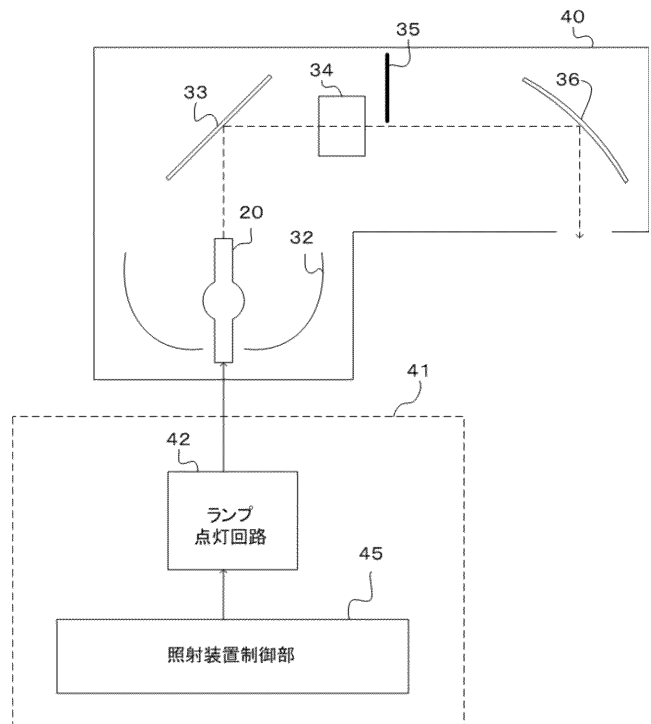
50

- 9 2 ランプ電源回路
- 9 2 a 切換回路
- 9 3 シャッタコントローラ
- 9 4 冷却風コントローラ
- 9 5 露光装置制御部
- S 内部空間
- T トランス

【 図 1 】

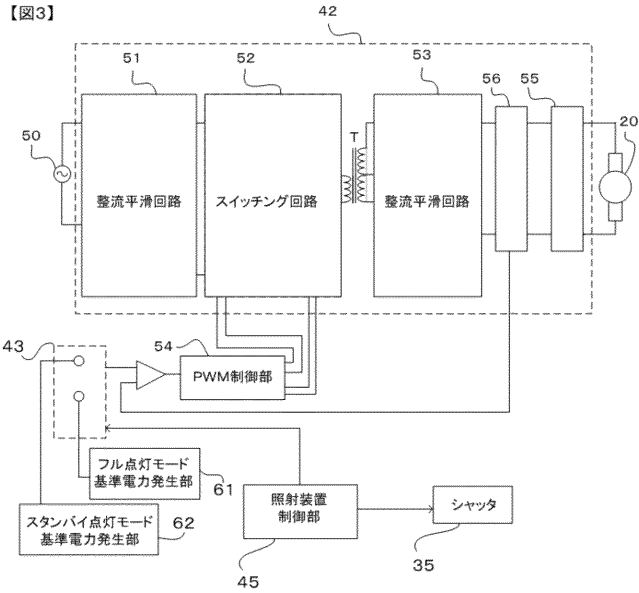


【 図 2 】



【図 3】

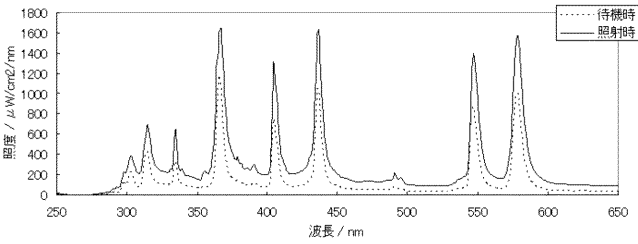
【図3】



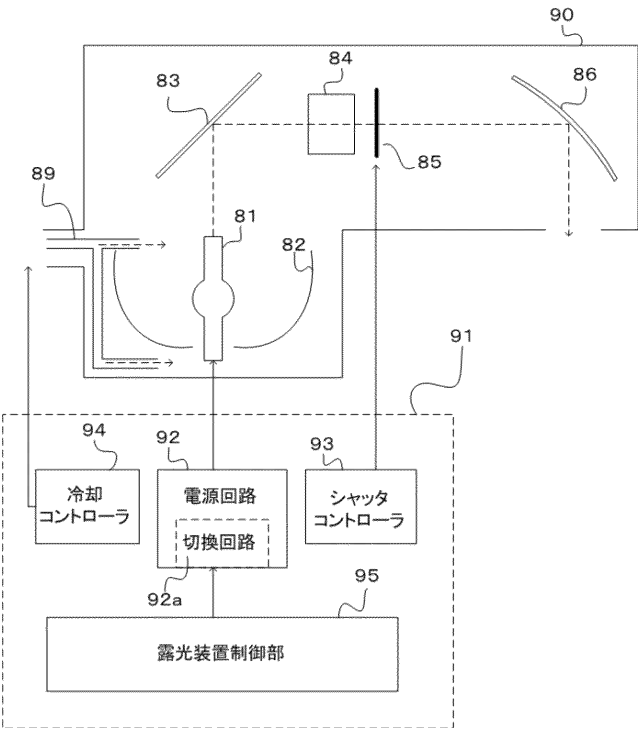
【図 4】

$I_s/I_f(\%)$	積算光量安定性
10	×
20	×
30	○
40	○
50	○
60	○
70	○
80	○

【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H097 BB02 CA01 CA12 LA11 LA12
3K098 CC43 DD06
5C039 HH06 HH13 HH15
5F046 CA02 CA07
5F146 CA02 CA07