

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4818763号  
(P4818763)

(45) 発行日 平成23年11月16日(2011.11.16)

(24) 登録日 平成23年9月9日(2011.9.9)

(51) Int.Cl. F I  
H O I S 3/038 (2006.01) H O I S 3/03 B

請求項の数 1 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2006-74664 (P2006-74664)	(73) 特許権者	000001236
(22) 出願日	平成18年3月17日 (2006.3.17)		株式会社小松製作所
(65) 公開番号	特開2007-250992 (P2007-250992A)		東京都港区赤坂二丁目3番6号
(43) 公開日	平成19年9月27日 (2007.9.27)	(73) 特許権者	000102212
審査請求日	平成20年8月25日 (2008.8.25)		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
		(74) 代理人	100071054
			弁理士 木村 高久
		(74) 代理人	100106068
			弁理士 小幡 義之
		(72) 発明者	堀 司
			栃木県小山市横倉新田400
		(72) 発明者	柿崎 弘司
			栃木県小山市横倉新田400

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスレーザ用予備電離電極

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パルス発振繰り返し数が4kHzを越えるガスレーザ装置において、  
 ガスレーザ装置のチャンバ内に設けられた一对の主放電電極(2、3)であって、長手方向に対して放電面が平坦である平坦部(2f、3f)と、この平坦部(2f、3f)の両側にあって長手方向端部ほど厚みが薄くなるように放電面が傾斜する傾斜部(2s、3s)とからなる一对の主放電電極(2、3)と、  
 前記一对の主放電電極(2、3)の長手方向に並行して設けられたガスレーザ用予備電離電極(10)と

が備えられ、

前記ガスレーザ用予備電離電極(10)は、

パイプ状の誘電体(11)と、前記誘電体(11)の内周面側で当該誘電体(11)の長手方向に沿う内電極(12)と、前記誘電体(11)の外周面側で当該誘電体(11)の長手方向に沿う外電極(13)とを有し、

前記内電極(12)は大径部と当該大径部の両側に位置する小径部とを有し、

前記一对の主放電電極(2、3)の平坦部(2f、3f)の長手方向の長さをL1とし、

前記一对の主放電電極(2、3)の対向する平坦部(2f、3f)の間隔をD1とし、

前記一对の主放電電極(2、3)の対向する傾斜部(2s、3s)の間隔が1.1D1~1.2D1の間のいずれかの値となる長手方向一方側の位置と他方側の位置との間隔をD2とした場合に、

前記内電極(12)の大径部の長手方向の長さがL1以上、D2以下になっており、前記内電極(12)の長手方向の長さは、前記一对の主放電電極(2、3)の長手方向の長さよりも長くなっていることを特徴とするガスレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザガスを励起する一对の主放電電極の長手方向に並行して設けられるガスレーザ用予備電離電極に関し、特に予備電離電極の構造に関する。

【背景技術】

10

【0002】

半導体集積回路の微細化、高集積化につれて、半導体露光装置においては解像力の向上が要請されている。このため露光用光源から放出される光の短波長化が進められている。露光用光源には、従来の水銀ランプに代わってガスレーザ装置が用いられている。現在、露光用のガスレーザ装置としては、波長248nmの紫外線を放出するKrFエキシマレーザが用いられている。さらに、次世代の半導体露光用光源として、波長193nmのArFエキシマレーザ装置及び波長157nmのフッ素(F2)レーザ装置等の紫外線を放出するガスレーザ装置が有力である。

【0003】

ガスレーザ装置は、両側の壁面にウィンドウがそれぞれ設けられたレーザチャンバと、レーザチャンバ外部の光軸上にあつてレーザチャンバの両側に配置された共振器とを有する。レーザチャンバには各種レーザガスが数百kPaの気圧で封入されている。このレーザチャンバ内でレーザガスが励起されて安定状態に遷移する際に光が放出される。光は一方のウィンドウからレーザチャンバ外部に出力され、一方の共振器で反射し、一方のウィンドウからレーザチャンバ内部に入力される。そして、他方のウィンドウからレーザチャンバ外部に出力され、他方の共振器で反射し、他方のウィンドウからレーザチャンバ内部に入力される。このように光は共振器間を往復し、レーザチャンバ内で増幅される。そして共振器外部にレーザ光が出力される。

20

【0004】

レーザガスの励起方法としては放電が利用されている。図5に示すように、レーザチャンバ1内にはレーザガスを放電によって励起する一对の主放電電極2、3が設けられている。一对の主放電電極2、3は互いの長手方向が平行になるように且つ互いの放電面が所定距離だけ離間して対向するように配置されている。この一对の主放電電極2、3間に高電圧が印加され、電圧がある値(ブレイクダウン電圧)に達すると、主放電電極2、3間のレーザガスが絶縁破壊する。すると主放電電極2、3間で主放電が発生し、レーザガスが励起される。

30

【0005】

主放電電極2、3の近傍には、この主放電電極2、3の長手方向に並行して予備電離電極10が配置されている。予備電離電極10は、パイプ状の誘電体11と、誘電体11の内周面側で誘電体11の長手方向に沿う内電極12と、誘電体11の外周面側で誘電体11の長手方向に沿う外電極13と、を有する。内電極12に高電圧が印加されると、誘電体11と外電極13の接触部を起点にして誘電体11の外周面にコロナ放電が発生する。このコロナ放電によって主放電電極2、3間のレーザガスが予備電離され、主放電が生じ易くなる。

40

【0006】

ガスレーザ装置はこうした予備電離及び主放電を繰り返すことによってパルス状のレーザ光を出力する。現在、半導体露光に使用されるレーザ光の繰り返し周波数は約2kHzから約4kHzに移行している。

【0007】

ここで、主放電電極2、3の形状、予備電離電極10の構造及び両者の配置をさらに説

50

明する。

図6は主放電電極及び従来の予備電離電極を示している。図6で示されているのは、主放電電極に関しては長手方向及び放電方向と平行し中心軸を通る断面の形状であり、予備電離電極に関しては長手方向と平行し中心軸を通る断面の構造である。なお、図6は、主放電電極と予備電離電極の長手方向すなわち図面左右方向の相対的な位置を示すものであって、図面上下方向及び前後方向の相対的な位置を示すものではない。

【0008】

図6で示すように、主放電電極2、3は、長手方向に対して放電面が平坦である平坦部2f、3fと、この平坦部2f、3fの両側にあつて長手方向端部ほど厚みが薄くなるように放電面が傾斜する傾斜部2s、3sと、からなる。傾斜部2s、3sが形成される理由は、主放電空間(主放電電極2、3間)の長手方向両端に所謂放電の逃げの領域をつくるためである。この放電の逃げの領域を作ることによって、電界強度は主放電空間端部に進むにつれて緩やかに減衰することになり、主放電も主放電空間端部側に進むにつれて緩やかに減衰する。その結果、アークやストリーマなどの異常放電を起こすことなく、安定した放電が作られる。

10

【0009】

図6で示すように、予備電離電極10の外電極13は、主放電電極2、3の長さと同じ、若しくは主放電電極2、3の長さよりも長い。また、内電極12は大部分が径1の大径部で占められるが、端部付近で縮径し、端部付近が径2の小径部になる。内電極12の小径部の外周側であつて誘電体11の両端にはパイプ状の絶縁用セラミック14が誘電体11及び内電極12と同軸となるように埋設されている。この絶縁用セラミック14によって内電極12とレーザチャンバの内壁面との絶縁が確保される。

20

【0010】

予備電離の領域は外電極13の配置に応じて決まる。すなわち、外電極13が存在する部分では予備電離が発生し、外電極13が存在しない部分では予備電離が発生しない。一般に予備電離の強度は放電の逃げの領域を含む主放電空間一帯にわたつて一定にされているために、図6に示すように、外電極13の長さは主電極2、3の長さと同等若しくは長くされている。

【0011】

ところで、近年はスループットの増加や露光量のバラツキ減少のために、さらなる繰り返し周波数の増加やレーザ光の高出力化が望まれている。現在、繰り返し周波数は約6kHz以上の実現化が研究されている。またレーザ光の高出力化のためには、2つのチャンバを備えたダブルチャンバ式レーザ装置が開発されている。ダブルチャンバ式レーザ装置は、レーザ光を出力する発振段と、発振段から出力されたレーザ光をさらに増幅して出力する増幅段とを備える。発振段と増幅段はそれぞれ主放電電極と予備電離電極とを有するレーザチャンバ(発振用チャンバ、増幅用チャンバ)を備える。

30

【0012】

ダブルチャンバ式レーザ装置の方式としては、増幅段における増幅の手段が異なるMOP方式とMOPA方式の2種類が知られている。MOPは、Master Oscillator, Power Oscillatorの略であり、インジェクションロック方式とも呼ばれる。この方式では増幅用チャンバを間に挟んで共振器が設けられ、レーザ光が増幅用チャンバを複数回通過して増幅される。MOPAは、Master Oscillator, Power Amplifierの略である。この方式では増幅用チャンバを間に挟んで共振器が設けられず、レーザ光が増幅用チャンバを1回又は2回通過して増幅される。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、ダブルチャンバ式レーザ装置において繰り返し周波数を6kHz程度まで増加させたところ、増幅段チャンバで異常な放電が発生することが解つた。放電状態の悪化はレーザ光の品質の悪化を招き、半導体の露光に悪影響を及ぼすため、異常な放電を

50

防止する必要がある。

【 0 0 1 4 】

本発明者は、繰り返し周波数の増加に伴い主放電空間端部で発生するアークやストリーマなどの不均一な放電が成長して主放電の安定性を損なわせることによって、異常な放電が発生するのではないかと考えた。本発明者の実験によると、特にパルス発振繰り返し数が 4 K H z を超える高繰り返しレーザ発振動作では、主放電電極端部付近で放電安定性が悪化することが解った。

【 0 0 1 5 】

異常な放電について、予備電離に関していえば次のようなことが考えられる。放電の逃げの領域では主放電を発生させることを意図していないものの、従来の構造では放電の逃げの領域を含む主放電空間一帯に同程度の強度の予備電離が発生するため、結果として放電の逃げの領域にも相当強度の主放電が発生する。さらに、放電の逃げの領域の主放電強度は本来の主放電強度に比べて弱い。このような電界強度の弱い部分に発生した放電は、電界強度の強い部分に発生した放電に比べて不安定である。そのため 6 K H z のような高繰り返し動作時には、アークやストリーマといった不均一放電に移行しやすくなる。したがって、放電の逃げの領域で発生する予備電離が、6 K H z を超える高繰り返し動作時に放電の安定性を損なう原因となっている。

【 0 0 1 6 】

そこで、本発明者は、電極端部付近の放電の逃げの領域等、端部処理を 6 K H z 以上の高繰り返し動作に対して最適化する必要があるとあり、予備電離領域を最適化することが最も有効であると考えた。

【 0 0 1 7 】

本発明はこうした実状に鑑みてなされたものであり、主放電空間の長手方向両端付近における予備電離の強度分布を変えることによって、高周波・高出力のレーザ装置であっても異常な主放電が発生しないようにし、ひいては半導体露光を安定して行えるようにすることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 8 】

第 1 発明は、

パルス発振繰り返し数が 4 K H z を超えるガスレーザ装置のチャンバ内に備えられ、  
パイプ状の誘電体 ( 1 1 ) と、前記誘電体 ( 1 1 ) の内周面側で当該誘電体 ( 1 1 ) の長手方向に沿う内電極 ( 1 2 ) と、前記誘電体 ( 1 1 ) の外周面側で当該誘電体 ( 1 1 ) の長手方向に沿う外電極 ( 1 3 ) と、を有し、

長手方向に対して放電面が平坦である平坦部 ( 2 f 、 3 f ) と、この平坦部 ( 2 f 、 3 f ) の両側において長手方向端部ほど厚みが薄くなるように放電面が傾斜する傾斜部 ( 2 s 、 3 s ) と、からなる一对の主放電電極 ( 2 、 3 ) の長手方向に並行して設けられるガスレーザ用予備電離電極において、

前記平坦部 ( 2 f 、 3 f ) の長手方向の長さを L 1 とし、

一对の主放電電極 ( 2 、 3 ) の対向する平坦部 ( 2 f 、 3 f ) の間隔を D 1 とし、

一对の主放電電極 ( 2 、 3 ) の対向する傾斜部 ( 2 s 、 3 s ) の間隔が 1 . 1 D 1 ~ 1 . 2 D 1 のいずれかの値となる長手方向一方側の位置と他方側の位置との間隔を D 2 とした場合に、

前記外電極 ( 1 3 ) の長手方向の長さが L 1 以上、 D 2 以下であることを

特徴とする。

【 0 0 1 9 】

第 2 発明は、第 1 発明において、

長手方向と直交する断面の形状が前記外電極 ( 1 3 ) の形状と略同一であって、当該外電極 ( 1 3 ) の長手方向端部に当接し、また前記誘電体 ( 1 1 ) の外周面に当接するレーザガス整流用の誘電体 ( 1 5 、 1 6 ) を有すること

特徴とする。

## 【 0 0 2 0 】

従来は予備電離電極のうちの外電極の長さは主放電電極の長さと同し若しくは長かったが、第1発明の外電極13の長さは主放電電極2、3の長さよりも短い。具体的には、主放電電極2、3の平坦部2f、3fの長手方向の長さをL1とし、互いに対向する平坦部2f、3fの間隔をD1とし、互いに対向する傾斜部2s、3sの間隔が $1.1D1 \sim 1.2D1$ のいずれかの値となる長手方向一方側の位置と他方側の位置との間隔をD2とした場合に、外電極13の長さはL1以上、D2以下である。

## 【 0 0 2 1 】

また、第2発明では、従来外電極が存在していた部分にレーザガス整流用の誘電体15、16が設けられる。外電極はレーザガスの流路を形成するものでもあるが、外電極が短くなることによってレーザガスの流路が一部欠落することになる。レーザガス整流用の誘電体15、16はこの欠落する流路を補填するものである。

## 【 0 0 2 2 】

第3発明は、

パルス発振繰り返し数が4kHzを超えるガスレーザ装置のチャンバ内に備えられ、パイプ状の誘電体(11)と、前記誘電体(11)の内周面側で当該誘電体(11)の長手方向に沿う内電極(12)と、前記誘電体(11)の外周面側で当該誘電体(11)の長手方向に沿う外電極(13)と、を有し、

長手方向に対して放電面が平坦である平坦部(2f、3f)と、この平坦部(2f、3f)の両側において長手方向端部ほど厚みが薄くなるように放電面が傾斜する傾斜部(2s、3s)と、からなる一对の主放電電極(2、3)の長手方向に並行して設けられるガスレーザ用予備電離電極において、

前記内電極(12)は大径部と当該大径部の両側に位置する小径部とを有し、

前記平坦部(2f、3f)の長手方向の長さをL1とし、

一对の主放電電極(2、3)の対向する平坦部(2f、3f)の間隔をD1とし、

一对の主放電電極(2、3)の対向する傾斜部(2s、3s)の間隔が $1.1D1 \sim 1.2D1$ のいずれかの値となる長手方向一方側の位置と他方側の位置との間隔をD2とした場合に、

前記内電極(12)の大径部の長手方向の長さがL1以上、D2以下であることを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

従来は予備電離電極のうちの内電極の大径部の長さは主放電電極の長さと同し若しくは長かったが、第3発明の内電極12の大径部の長さは主放電電極2、3の長さよりも短い。具体的には、主放電電極2、3の平坦部2f、3fの長手方向の長さをL1とし、互いに対向する平坦部2f、3fの間隔をD1とし、互いに対向する傾斜部2s、3sの間隔が $1.1D1 \sim 1.2D1$ のいずれかの値となる長手方向一方側の位置と他方側の位置との間隔をD2とした場合に、内電極12の大径部の長さはL1以上、D2以下である。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 2 4 】

第1発明によれば、従来よりも外電極が短いため、主放電電極両端部付近の予備電離強度が大幅に減少するに伴い、主放電空間の長手方向端部での主放電も大幅に減少する。したがって、パルス発振繰り返し数が6kHz以上の高繰り返し動作が行われても異常な放電を抑制し放電の安定性を向上させることができるため、半導体露光を安定して行えるようになる。

## 【 0 0 2 5 】

第3発明によれば、従来よりも内電極の大径部が短いため、主放電電極両端部付近の予備電離強度が大幅に減少するに伴い、主放電空間の長手方向端部での主放電も大幅に減少する。したがって、パルス発振繰り返し数が6kHz以上の高繰り返し動作が行われても異常な放電を抑制し放電の安定性を向上させることができるため、半導体露光を安定して行えるようになる。

10

20

30

40

50

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0026】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

なお、以下の各実施形態では、約6kHz以上の高繰り返し数で発振するダブルチャンバ式レーザ装置の増幅段に具えられる主放電電極及び予備電離電極を想定している。また各実施形態の説明で使用する「長手方向」というのは、主放電電極及び予備電離電極の長手方向のことをいう。

## 【実施例1】

## 【0027】

主放電電極間の予備電離強度は、予備電離電極のうちの外電極の形態に影響を受ける。第1の実施形態は外電極の形態に関するものである。

10

## 【0028】

図1は主放電電極及び第1の実施形態に係る予備電離電極を示している。図1で示されているのは、主放電電極に関しては長手方向及び放電方向と平行し中心軸を通る断面の形状であり、予備電離電極に関しては長手方向と平行し中心軸を通る断面の構造である。なお、図1は、主放電電極と予備電離電極の長手方向すなわち図面左右方向の相対的な位置を示すものであって、図面上下方向及び前後方向の相対的な位置を示すものではない。

## 【0029】

図1に示す第1の実施形態に係る主放電電極の各構成要素と図6に示す従来の主放電電極の各構成要素は同じである。このため、図1に示す主放電電極の各構成要素には、図6に示す主放電電極の各構成要素と同一の符号を付す。また、図1に示す第1の実施形態に係る予備電離電極の各構成要素と図6に示す従来の予備電離電極の各構成要素は長さ等の一部要素を除いて同じである。このため、図1に示す予備電離電極の各構成要素には、図6に示す予備電離電極の各構成要素と同一の符号を付す。すなわち、予備電離電極10は、パイプ状の誘電体11と、誘電体11の内周面側で誘電体11の長手方向に沿う内電極12と、誘電体11の外周面側で誘電体11の長手方向に沿う外電極13と、を有する。また図示しないが、誘電体11及び内電極12と同軸となるように誘電体11の両端に埋設されるパイプ状の絶縁用セラミックを有する。

20

## 【0030】

ここで、本実施形態の説明で使用する各部の長さ及び基準とする平面を定義する。

30

L1：平坦部2f、3fの長手方向の長さ。

D1：一对の主放電電極2、3の対向する平坦部2f、3fの間隔。

D2：一对の主放電電極2、3の対向する傾斜部2s、3sの間隔が $\frac{1.1D1 \sim 1.2D1}{}$ のいずれかの値となる長手方向一方側の位置と他方側の位置との間隔。

P1：主放電電極2、3の長手方向と直交し且つ主放電電極2、3の平坦部2f、3fの一端部2fa、3faが位置する仮想の平面。

P2：主放電電極2、3の長手方向と直交し且つ主放電電極2、3の平坦部2f、3fの他端部2fb、3fbが位置する仮想の平面。

P3：一对の主放電電極2、3の対向する傾斜部2s、3sの間隔が $\frac{1.1D1 \sim 1.2D1}{}$ のいずれかの値となる長手方向一方側の位置を含む仮想の平面。

40

P4：一对の主放電電極2、3の対向する傾斜部2s、3sの間隔が $\frac{1.1D1 \sim 1.2D1}{}$ のいずれかの値となる長手方向他方側の位置を含む仮想の平面。

## 【0031】

図1に示すように、外電極13の一端部13aは平面P1と平面P3の間に位置し、外電極13の他端部13bは平面P2と平面P4の間に位置する。平面P1と平面P2の間隔は、主放電電極2、3の平坦部2f、3fの長さL1と等しく、平面P2と平面P4の間隔は、主放電電極2、3の対向する傾斜部2s、3sの間隔が $\frac{1.1D1 \sim 1.2D1}{}$ のいずれかの値となる長手方向一方側の位置と他方側の位置との間隔D2そのものである。つまり外電極13の長手方向の長さはL1以上、D2以下である。

## 【0032】

50

また、本実施形態の予備電離電極 10 は、長手方向と直交する断面の形状が外電極 13 の形状と略同一であって、外電極 13 の一端部 13 a に当接し且つ誘電体 11 の外周面に当接するレーザガス整流用の誘電体 15 と、外電極 13 の他端部 13 a に当接し且つ誘電体 11 の外周面に当接するレーザガス整流用の誘電体 16 と、を有する。

【0033】

この誘電体 15、16 について説明する。

図 1 に示すように、主放電電極 2、3 の長さよりも外電極 13 の長さは短い。このような構成では主放電電極 2、3 間の端部付近でレーザガス流が乱れ、レーザガス流の均一性が低下する。ガス放電を励起源とするレーザでは、放電に使用されたガスが次の放電に影響を与えないようにするために、主放電空間のレーザガスを放電後に速やかに置換する必要があり、主放電電極間に高速のレーザガス流を発生させている。図 5 から解るように、外電極 13 には、予備電離を起こす役目があると共に、パイプ状の誘電体 11 と主放電電極 3 との間にレーザガスの流路を形成し、レーザガス流をスムーズにするという役目もある。外電極 13 を短くすると主放電電極 3 と誘電体 11 との間にレーザガス流路が一部欠落することになり、レーザガスに乱れが生じレーザガスがスムーズに流れなくなる。

【0034】

主放電電極 2、3 の端部では特に放電が不安定になり易いので、主放電電極 2、3 の端部付近でのガス流速低下を避けることが望ましい。そこで、本実施形態では外電極 13 を短くすると共に、外電極 13 の長手方向両側に長手方向に直交する断面形状が外電極 13 の断面形状と一致する誘電体 15、16 を配置することにした。誘電体 15、16 はレーザガスの汚染を避けるためにアルミナセラミックス等のセラミックス材で構成することが望ましい。

【0035】

なお、主放電電極 2、3 の両端部付近の予備電離強度を大幅に減少させるということのみ着目するのであれば、図 2 に示すように、外電極 13 の一端部 13 a が平面 P1 と平面 P3 との間に位置するようにし、また外電極 13 の他端部 13 b が平面 P2 と平面 P4 との間に位置するようにするのみでよく、外電極 13 の両側に誘電体を設けなくてもよい。

【0036】

本実施形態によれば、従来よりも外電極が短いため、主放電電極両端部付近の予備電離強度が大幅に減少するに伴い、主放電空間の長手方向端部での主放電も大幅に減少する。したがって、パルス発振繰り返し数が 6 KHz 以上の高繰り返し動作が行われても異常な放電を抑制し放電の安定性を向上させることができるため、半導体露光を安定して行えるようになる。

【実施例 2】

【0037】

主放電電極間の予備電離強度は、予備電離電極のうちの内電極の形態に影響を受ける。第 2 の実施形態は内電極の形態に関するものである。

【0038】

図 3 は主放電電極及び第 2 の実施形態に係る予備電離電極を示している。図 3 で示されているのは、主放電電極に関しては長手方向及び放電方向と平行し中心軸を通る断面の形状であり、予備電離電極に関しては長手方向と平行し中心軸を通る断面の構造である。なお、図 3 は、主放電電極と予備電離電極の長手方向すなわち図面左右方向の相対的な位置を示すものであって、図面上下方向及び前後方向の相対的な位置を示すものではない。

【0039】

図 3 に示す第 2 の実施形態に係る主放電電極の各構成要素と図 6 に示す従来の主放電電極の各構成要素は同じである。このため、図 3 に示す主放電電極の各構成要素には、図 6 に示す主放電電極の各構成要素と同一の符号を付す。また、図 3 に示す第 2 の実施形態に係る予備電離電極の各構成要素と図 6 に示す従来の予備電離電極の各構成要素は長さ等の一部要素を除いて同じである。このため、図 3 に示す予備電離電極の各構成要素には、図 6 に示す予備電離電極の各構成要素と同一の符号を付す。すなわち、予備電離電極 10 は

10

20

30

40

50

、パイプ状の誘電体 1 1 と、誘電体 1 1 の内周面側で誘電体 1 1 の長手方向に沿う内電極 1 2 と、誘電体 1 1 の外周面側で誘電体 1 1 の長手方向に沿う外電極 1 3 と、誘電体 1 1 及び内電極 1 2 と同軸となるように誘電体 1 1 の両端に埋設されるパイプ状の絶縁用セラミック 1 4 と、を有する。

【 0 0 4 0 】

本実施形態の説明で使用する各部の長さ及び基準とする位置は、第 1 の実施形態と共通するものもあるが、ここで改めて定義する。

L1：平坦部 2 f、3 f の長手方向の長さ。

D1：一对の主放電電極 2、3 の対向する平坦部 2 f、3 f の間隔。

D2：一对の主放電電極 2、3 の対向する傾斜部 2 s、3 s の間隔が  $\frac{1.1 D1 \sim 1.2 D1}{1}$  のいずれかの値となる長手方向一方側の位置と他方側の位置との間隔。

1：内電極 1 2 の大径部の径。

2：内電極 1 2 の小径部の径。

P1：主放電電極 2、3 の長手方向と直交し且つ主放電電極 2、3 の平坦部 2 f、3 f の一端部 2 f a、3 f a が位置する仮想の平面。

P2：主放電電極 2、3 の長手方向と直交し且つ主放電電極 2、3 の平坦部 2 f、3 f の他端部 2 f b、3 f b が位置する仮想の平面。

P3：一对の主放電電極 2、3 の対向する傾斜部 2 s、3 s の間隔が  $\frac{1.1 D1 \sim 1.2 D1}{1}$  のいずれかの値となる長手方向一方側の位置を含む仮想の平面。

P4：一对の主放電電極 2、3 の対向する傾斜部 2 s、3 s の間隔が  $\frac{1.1 D1 \sim 1.2 D1}{1}$  のいずれかの値となる長手方向他方側の位置を含む仮想の平面。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示すように、内電極 1 2 の大径部の一端部 1 2 a は平面 P1 と平面 P3 との間に位置し、内電極 1 2 の大径部の他端部 1 2 b は平面 P2 と平面 P4 との間に位置する。平面 P1 と平面 P2 の間隔は、主放電電極 2、3 の平坦部 2 f、3 f の長さ L1 と等しく、平面 P2 と平面 P4 の間隔は、主放電電極 2、3 の対向する傾斜部 2 s、3 s の間隔が  $\frac{1.1 D1 \sim 1.2 D1}{1}$  のいずれかの値となる長手方向一方側の位置と他方側の位置との間隔 D2 そのものである。つまり内電極 1 2 の大径部の長手方向の長さは L1 以上、D2 以下である。

【 0 0 4 2 】

本実施形態によれば、従来よりも内電極の大径部が短いため、主放電電極両端部付近の予備電離強度が大幅に減少するに伴い、主放電空間の長手方向端部での主放電も大幅に減少する。したがって、パルス発振繰り返し数が 6 KHz 以上の高繰り返し動作が行われても異常な放電を抑制し放電の安定性を向上させることができるため、半導体露光を安定して行えるようになる。

【実施例 3】

【 0 0 4 3 】

第 3 の実施形態は外電極及び内電極の形態に関するものである。

【 0 0 4 4 】

図 4 は主放電電極及び第 3 の実施形態に係る予備電離電極を示している。図 4 で示されているのは、主放電電極に関しては長手方向及び放電方向と平行し中心軸を通る断面の形状であり、予備電離電極に関しては長手方向と平行し中心軸を通る断面の構造である。なお、図 4 は、主放電電極と予備電離電極の長手方向すなわち図面左右方向の相対的な位置を示すものであって、図面上下方向及び前後方向の相対的な位置を示すものではない。

【 0 0 4 5 】

本実施形態は、図 1、図 2 に示す第 1 の実施形態の外電極 1 3 と、図 3 に示す第 2 の実施形態の内電極 1 2 と、図 1 に示す誘電体 1 5、1 6 と、を組み合わせたものである。本実施形態は第 1、第 2 の実施形態よりも主放電電極両端部付近の予備電離強度を減少させることができる。

【 0 0 4 6 】

本実施形態によれば、従来よりも内電極の大径部が短いため、主放電電極両端部付近の

10

20

30

40

50

予備電離強度が大幅に減少するに伴い、主放電空間の長手方向端部での主放電も大幅に減少する。したがって、パルス発振繰り返し数が6 KHz以上の高繰り返し動作が行われても異常な放電を抑制し放電の安定性を向上させることができるため、半導体露光を安定して行えるようになる。

【0047】

なお、各実施形態では、約6 KHz以上の高繰り返し数で発振するダブルチャンバ式のレーザ装置の増幅段に予備電離電極10を適用することを想定しているが、予備電離電極10を発振段に適用してもよいし、シングルチャンバ式のレーザ装置に適用してもよい。また約6 KHz以下で発振するレーザ装置に予備電離電極10を適用してもよい。パルス発振繰り返し数が4 KHz以上であれば、異常な放電を抑制するという効果が得られる。

10

【図面の簡単な説明】

【0048】

【図1】図1は主放電電極及び第1の実施形態に係る予備電離電極を示す図である。

【図2】図2は主放電電極及び第1の実施形態に係る予備電離電極の別形態を示す図である。

【図3】図3は主放電電極及び第2の実施形態に係る予備電離電極を示す図である。

【図4】図4は主放電電極及び第3の実施形態に係る予備電離電極を示す図である。

【図5】図5はレーザチャンバ内の構造を示す図である。

【図6】図6は主放電電極及び従来の実施形態に係る予備電離電極を示す図である。

【符号の説明】

20

【0049】

2、3 ... 主放電電極

2 f、3 f ... 平坦部

2 s、3 s ... 傾斜部

10 ... 予備電離電極

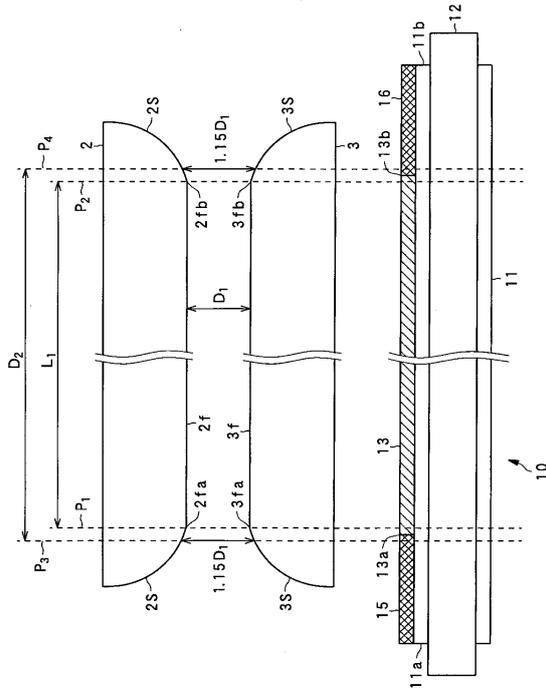
11 ... 誘電体

12 ... 内電極

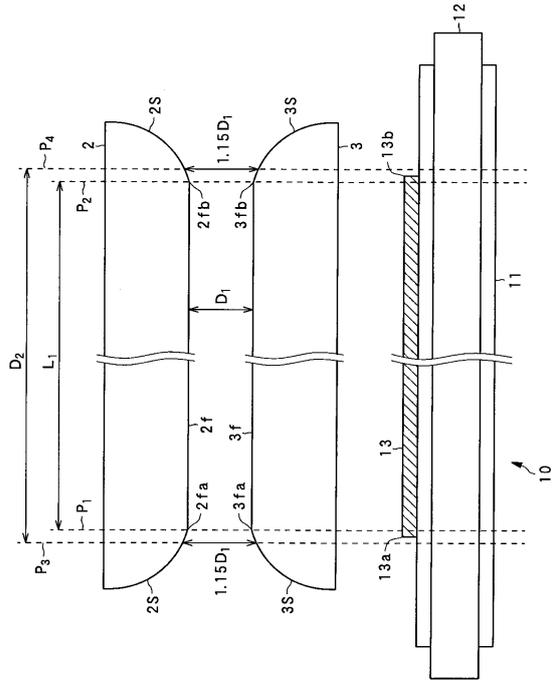
13 ... 外電極

15、16 ... 誘電体

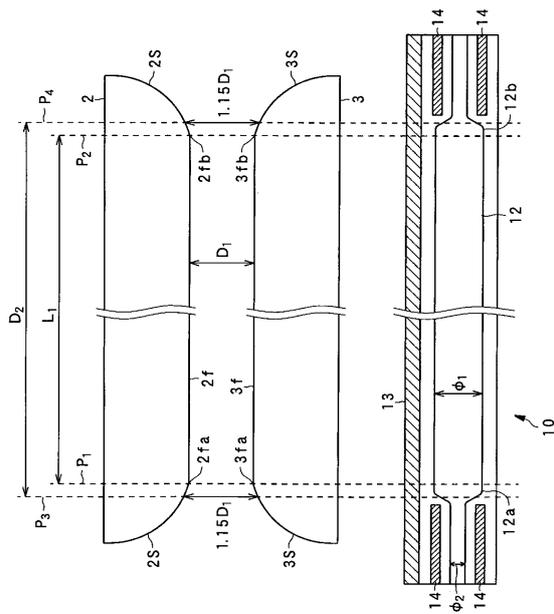
【図 1】



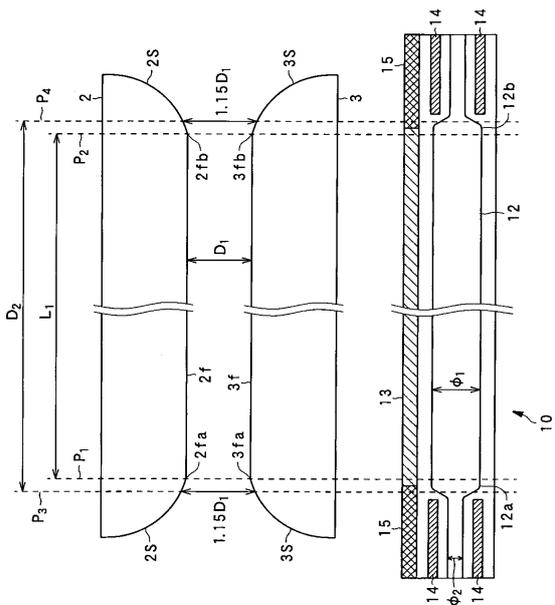
【図 2】



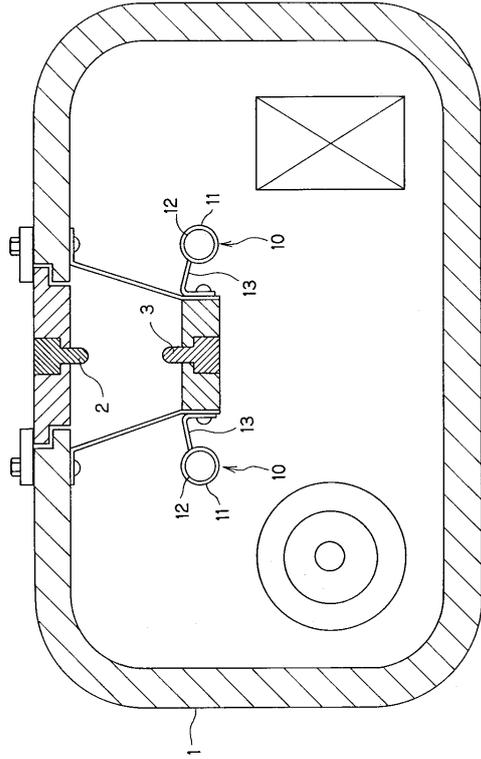
【図 3】



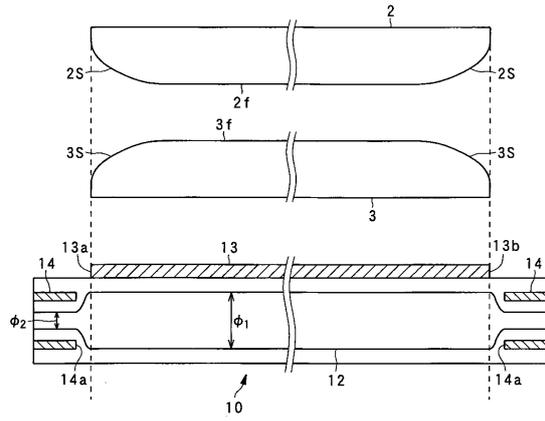
【図 4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

審査官 傍島 正朗

- (56)参考文献 特開2003-298155(JP,A)  
実開昭63-197370(JP,U)  
特開平11-204863(JP,A)  
特開2000-058944(JP,A)  
特開平04-043688(JP,A)  
特開2001-274488(JP,A)  
特開2001-230473(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 3/00 - 3/30