

(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2010-10553

(P2010-10553A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.

H01S 3/038 (2006.01)

F1

H01S 3/03

B

テーマコード(参考)

5F071

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2008-170261 (P2008-170261)
 (22) 出願日 平成20年6月30日(2008.6.30)

(71) 出願人 300073919
 ギガフォトン株式会社
 東京都千代田区大手町2-6-1 朝日東
 海ビル
 (74) 代理人 100100930
 弁理士 長澤 俊一郎
 (72) 発明者 石原 孝信
 神奈川県平塚市万田1200 ギガフォ
 ン株式会社内
 (72) 発明者 堀 司
 神奈川県平塚市万田1200 ギガフォ
 ン株式会社内
 Fターム(参考) 5F071 AA06 CC05 EE01 EE04 FF04
 GG05 JJ04 JJ07

(54) 【発明の名称】 高繰返し高出力エキシマレーザー装置

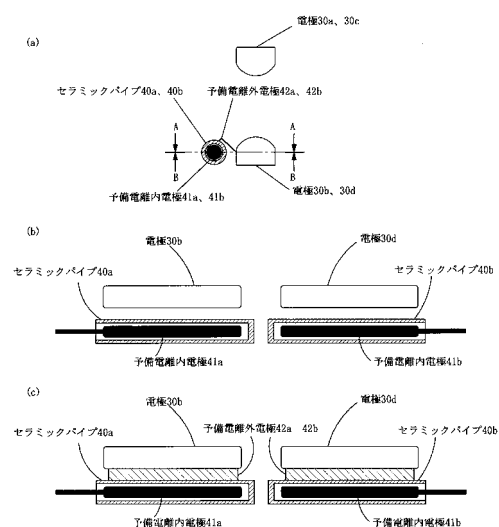
(57) 【要約】

【課題】 共振器内に二対の電極を配置して交互発振するレーザー装置において、予備電離源の電極間の絶縁構造を上記電極間の絶縁部の空間内に収められるようにすること。

【解決手段】 主放電電極である電極30a～30dに隣接して配置される予備電離電極は、片端封止のアルミナセラミックのパイプ40a、40bと、予備電離内電極41a、41bとプレート形状の予備電離外電極42a、42bで構成され、パイプ40a、40bは分割され片端封止されている。予備電離外電極42a、42bはグラウンド電位であり、予備電離内電極41a、41bと予備電離外電極42a、42b間に高電圧パルスを加えてコロナ放電を発生させる。パイプ40a、40bを分割し、片端を封止しているので、予備電離内電極41a、41b間の絶縁を確保することができる。分割し片端封止する代わりに、パイプを連結し例えば中央部分を封止するようにしてもよい。

【選択図】 図2

本発明の第1の実施形態に係る予備電離電極の構成例を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザガスが封入されたレーザチャンバと、該レーザチャンバ内部に所定間隔離間して対向する複数組の一对の電極と、それぞれの一对の電極を放電させるための電源回路を備え、

上記電源回路から上記複数組の一对の電極へパルス状の電圧を順次印加し、複数の一对の電極間に所定の時間隔で順次放電を発生させる高繰返し高出力パルスガスレーザ装置であって、

上記複数の各一对の電極の内の一方の電極に隣接して、それぞれ予備電離機構が配置され、該予備電離機構は、円筒状の絶縁体を挟んで内層と外層に導電体を配置し、該導電体間に電圧を印加してコロナ放電を発生させるものであり、

隣り合う予備電離機構の、高圧側の電圧が印加される高圧側導電体の間に絶縁材が介挿されている

ことを特徴とする高繰返し高出力パルスガスレーザ装置。

【請求項 2】

上記複数の各一对の電極の内の接地側電位の電極に隣接して、それぞれ予備電離機構が配置され、

上記予備電離機構の外層側の導電体が接地側電位とされ、内層側の導電体に高電圧が印加され、

上記円筒状の絶縁体は各予備電離機構毎に分割され離間して配置され、隣接する予備電離機構に対向する部分が封止されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の高繰返し高出力パルスガスレーザ装置。

【請求項 3】

上記複数の各一对の電極の内の接地側電位の電極に隣接して、それぞれ予備電離機構が配置され、

上記予備電離機構の外層側の導電体が接地側電位とされ、内層側の導電体に高電圧が印加され、

隣接する各予備電離機構の円筒状の絶縁体は連結され、隣接する予備電離機構の内層側の導電体の間が絶縁体で封止されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の高繰返し高出力パルスガスレーザ装置。

【請求項 4】

上記複数の各一对の電極の内の高圧側電位の電極に隣接して、それぞれ予備電離機構が配置され、

上記予備電離機構の内層側の導電体が接地側電位とされ、外層側の導電体に高電圧が印加され、

上記円筒状の絶縁体は、各予備電離機構毎に分割され離間して配置され、隣接する予備電離機構に対向する部分が封止されている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の高繰返し高出力パルスガスレーザ装置。

【請求項 5】

上記複数の各一对の電極の内の高圧側電位の電極に隣接して、それぞれ予備電離機構が配置され、

上記予備電離機構の内層側の導電体が接地側電位とされ、外層側の導電体に高電圧が印加され、

上記隣接する各予備電離機構の円筒状の絶縁体は連結され、隣接する予備電離機構の外層側の導電体の間に、絶縁体のひだが設けられている

ことを特徴とする請求項 1 に記載の高繰返し高出力パルスガスレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高繰返し高出力エキシマレーザー装置に関し、特に、露光装置用エキシマレ

10

20

30

40

50

ーザーに関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの高集積化にともない、半導体露光装置用光源には、エキシマレーザー装置が用いられている。

近年、露光装置のスループット向上と回路パターンの超微細化のため、特許文献1、特許文献2等にも示されるように、発振段用レーザー及び増幅段用レーザーを備えたダブルチャンバシステムで高出力化が計られている。

今後、半導体デバイスの高集積化が進んで32nmノードプロセスになると、露光装置は液浸技術による高NA(1.3~1.5)化とダブルバタニング等の技術の導入が必要になる。この32nmノード対応露光装置の高スループット化のため、ArFエキシマレーザーには、高繰返し周波数(10kHz以上)かつ高出力(100W以上)が要求されている。

【0003】

ダブルチャンバシステムは、高光品位(スペクトル性能など)、小出力のレーザー光をつくる発振段レーザーと、そのレーザー光を増幅する増幅段レーザーで構成されている。ダブルチャンバシステムの形態としては、増幅段チャンバに共振器ミラーを設けないMOPA(Master Oscillator Power Amplifier)方式と共振器ミラーを設けるMOPOM(Master Oscillator Power Oscillator)方式とに大別される。

【0004】

32nmノードプロセス用の露光装置用光源には10kHz以上の繰返し周波数が要求されている。

一般に、エキシマレーザーにおける、動作可能な繰返し周波数は、クリアランスレシオ(CR:Clearance Ratio)と関連付けて説明される。クリアランスレシオ(CR)は電極間ガス流速をV、放電感覚時間をt、放電幅をWとすると以下の式で表される。

$$CR = Vt / W \quad \dots (1)$$

クリアランスレシオ(CR)が大きいと、安定な放電が得られる。

必要なクリアランスレシオ(CR)の値は、レーザーの用途によって異なるが2程度以上は必要になる。

なお、半導体露光装置用光源のように、高いエネルギー安定性が要求される用途では、大きなクリアランスレシオ(CR)が必要になる。

【0005】

(1)式より、繰返し周波数を現状の6kHzから10kHzに上げると放電間隔時間tは167μsecから100μsecに短くなる。同じCR値を確保するには電極間ガス流速Vを1.67倍にするか、放電幅Wを1/1.67にする必要がある。

特許文献3では、放電幅(W)を小さくすることにより、10kHz以上の高繰返し動作を達成している。

高繰返し動作を実現する別の方法として、シングルスチャンバシステムにおいては、特許文献4で、ダブルチャンバシステムにおいては特許文献3、特許文献5で、増幅段レーザーの共振器内に二対の電極を配置して、放電を半周期ずらして交互発振する方法が示されている。例えば、5kHz動作で必要なCR値が得られているチャンバ内に二対の電極を配置して交互発振すれば10kHzの動作が可能である。

【0006】

【特許文献1】特開2001-156367号公報

【特許文献2】特開2001-24265号公報

【特許文献3】特開2008-78372号公報

【特許文献4】特開昭63-98172号公報

【特許文献5】米国特許第7006547号明細書

10

20

30

40

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

同一共振器内に二対の電極を配置して、交互発振することにより高繰返し動作を実現するレーザ装置では、それぞれの電極の長さは、一对時の半以下になる。これは、高電圧側の電極間には絶縁材による電氣的な絶縁が必要だからである。また、それぞれの電極対で様なグロー放電を生成・維持するために、放電空間に予め一定密度以上の電子を生成（予備電離）しておく必要がある。

予備電離源として、紫外光、コロナ放電、X線などが用いられている。交互発振の場合は、予備電離源を分けて、それぞれの電極対での放電前に放電空間を予備電離している。

この時、例えば、コロナ放電の場合、一方の予備電離源の予備電離電極に高電圧パルス印加してコロナ放電している時は、他方の予備電離源の予備電離電極はグラウンド電位である。

【0008】

よって、それぞれの予備電離源の高電圧パルス印加する予備電離電極間は、この電位差の絶縁を維持する必要がある。ここで絶縁を維持するために予備電離電極間の沿面距離を長くすると、高電圧側の電極間の絶縁部の空間が長くなり、電極長が短くなる。

一般に I_0 のエネルギーのレーザ光が小信号利得係数 g 、吸収係数 α のゲイン領域（ゲイン長 L ）を通過すると、以下の式に示す I まで増幅される。

$$I = I_0 \times \exp \{ (g - \alpha) L \} \dots (2)$$

高出力化のために、ゲイン長に比例する電極長はできるだけ長くしたい。このため、予備電離源の予備電離電極間の絶縁は高電圧側の電極間の絶縁部の空間内に収めたいという要求がある。

【0009】

本発明は、こうした実情に鑑みてなされたものであり、同一共振器内に二対の電極を配置して交互発振するエキシマレーザ装置において、それぞれの電極対に対応する予備電離源の電極間の絶縁構造を、高電圧側の電極間の絶縁部の空間内に収めることができる構造とし、高繰返しかつ高出力なエキシマレーザ装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

同一共振器内に二対の電極を配置して交互発振するエキシマレーザ装置において、それぞれの電極対に対応する予備電離源の電極間の絶縁を、高電圧側の電極間の絶縁部の空間内に収める構造とする。

例えば、アルミナセラミックのパイプの内部と外部に予備電離電極を配置してコロナ放電する構成において、内側の予備電離電極に高電圧パルス印加する場合、中央部を封止することにより、短い距離で絶縁が確保できる。

また、中央部の内側にひだ等を設けて沿面距離を長くすることは可能であるが、製作が非常に困難である。外側の予備電離電極に高電圧パルス印加する場合、アルミナセラミックのパイプの外周にひだ等を設けて、絶縁距離を長くすることが可能である。

本発明は、同一共振器内に二対の電極を配置して交互発振するエキシマレーザ装置において、予備電離源のアルミナセラミックのパイプの中央部を封止またはひだ等を設けることにより、絶縁を確保し、高繰返しかつ高出力エキシマレーザ装置を実現する。

すなわち、本発明においては、以下のようにして上記課題を解決する。

(1) レーザガスが封入されたレーザチャンバと、該レーザチャンバ内部に所定間隔離間して対向する複数组の一对の電極と、それぞれの一对の電極を放電させるための電源回路を備え、上記電源回路から上記複数组の一对の電極へパルス状の電圧を順次印加し、複数の一对の電極間に所定の時間隔で順次放電を発生させる高繰返し高出力パルスガスレーザ装置において、複数の各一对の電極の内一方の電極に隣接して、それぞれ予備電離機構を配置し、この予備電離機構を、円筒状の絶縁体を挟んで内層と外層に導電体を配置し、該導電体間に電圧を印加してコロナ放電を発生させる構造とし、隣り合う予備電離機構の

10

20

30

40

50

、高圧側の電圧が印加される高圧側導電体の間に絶縁材が介挿する。

(2) 上記(1)において、上記複数の各一对の電極の内の接地側電位の電極に隣接して、それぞれ予備電離機構を配置し、この予備電離機構の外層側の導電体を接地側電位とし、内層側の導電体に高電圧を印加し、上記円筒状の絶縁体を、各予備電離機構毎に分割され離間して配置し、隣接する予備電離機構に対向する部分を封止する。

(3) 上記(1)において、上記複数の各一对の電極の内の接地側電位の電極に隣接して、それぞれ予備電離機構を配置し、上記予備電離機構の外層側の導電体を接地側電位とし、内層側の導電体に高電圧を印加し、隣接する各予備電離機構の円筒状の絶縁体を連結し、隣接する予備電離機構の内層側の導電体の間を絶縁体で封止する。

ことを特徴とする請求項1に記載の高繰返し高出力パルスガスレーザー装置。

10

(4) 上記(1)において、上記複数の各一对の電極の内の高圧側電位の電極に隣接して、それぞれ予備電離機構を配置し、この予備電離機構の内層側の導電体を接地側電位とし、外層側の導電体に高電圧を印加し、上記円筒状の絶縁体を、各予備電離機構毎に分割し離間して配置し、隣接する予備電離機構に対向する部分を封止する。

(5) 上記(1)において、上記複数の各一对の電極の内の高圧側電位の電極に隣接して、それぞれ予備電離機構を配置し、この予備電離機構の内層側の導電体を接地側電位とし、外層側の導電体に高電圧を印加し、上記隣接する各予備電離機構の円筒状の絶縁体を連結し、隣接する予備電離機構の外層側の導電体の間に、絶縁体のひだを設ける。

【発明の効果】

【0011】

20

本発明においては、以下の効果を得ることができる。

(1) 同一共振器内に二対の電極を配置して交互発振するエキシマレーザー装置において、予備電離機構を、円筒状の絶縁体を挟んで内層と外層に導電体を配置し、該導電体間に電圧を印加してコロナ放電を発生させる構造とし、予備電離内電極に高電圧パルスを印加する場合、アルミナセラミック等の上記円筒状の絶縁体の中央部を封止、または分割すると共に封止するようにしたので、電極間の絶縁部の空間内で予備電離の絶縁を確保することができる。このため、電極の長さを短くしたり、チャンバを大きくすることなく、高繰返しかつ高出力エキシマレーザー装置を実現することができる。

(2) 同一共振器内に二対の電極を配置して交互発振するエキシマレーザー装置において、予備電離機構を、円筒状の絶縁体を挟んで内層と外層に導電体を配置し、該導電体間に電圧を印加してコロナ放電を発生させる構造とし、予備電離外電極に高電圧パルスを印加する場合、アルミナセラミックのパイプを分割すると共に封止してパイプ間に空間を設けたり、または、アルミナセラミックのパイプの中央部にひだを設けて沿面距離を長くするようにしたので、電極間の絶縁部の空間内で予備電離の絶縁が確保でき、高繰返しかつ高出力エキシマレーザー装置を実現することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

(1) 第1の実施形態

図1に本発明の第1の実施形態に係るレーザー装置の構成図を示す。図1(a)はレーザー光の光軸に平行な平面で切ったレーザー装置の側断面図を示し、図1(b)は、レーザー光の光軸に垂直な平面で切った断面図を示す。

40

レーザー装置はチャンバ30と、高電圧パルス発生器33, 34と、リアミラー36と、フロントミラー37で構成される。

レーザー装置の構成と機能について説明する。

チャンバ30の内部には、所定距離だけ離隔し、互いの長手方向が平行であって、かつ放電面が対向する二対の電極(カソード電極及びアノード電極)30aと30b、30cと30dが設けられる。チャンバ30内にはアルゴン(Ar)ガス、フッ素(F₂)ガスとバッファガスのネオン(Ne)が満たされている。なお、バッファガスはヘリウム(He)でも良い。

また、二対の電極30aと30b、30cと30dに隣接して、アルミナセラミックの

50

パイプ 40 a、40 b 等から構成される予備電離機構が設けられる。

【0013】

電極 30 a、30 b に、高電圧パルス発生器 33 と図示しない充電器とで構成された電源によって、電極 30 a に高電圧パルスが印加されると、電極 30 a、30 b 間で放電が生じ、ArFエキシマが形成される。

そして、リアミラー 36 とフロントミラー 37 で構成される共振器で共振し、レーザー光がフロントミラー 37 から出力される。

次に電極 30 c、30 d に、高電圧パルス発生器 34 と図示しない充電器とで構成された電源によって高電圧パルスが印加されると、電極 30 c、30 d 間で放電が生じ、ArFエキシマが形成される。

そして、リアミラー 36 とフロントミラー 37 で構成される共振器で共振し、レーザー光がフロントミラー 37 から出力される。この二対の電極 30 a と 30 b、30 c と 30 d での放電を交互に繰り返す。

なお、リアミラー 37 は、拡大プリズムと波長選択素子であるグレーティング（回折格子）で構成されるスペクトル幅を狭帯域化するモジュールでも良い。

【0014】

主放電電極である電極 30 a、30 c には高電圧パルスが印加されるため、絶縁材 39（アルミナセラミック）によって、グラウンドとの絶縁を維持している。電極 30 a とグラウンド（チャンバ 30 はグラウンド電位）との絶縁は絶縁材 39 の沿面 60 で、電極 30 a と 30 c との絶縁は絶縁材 39 の沿面 61 で、電極 30 c とグラウンドとの絶縁は絶縁材 39 の沿面 62 で維持している。

電極 30 a と 30 b、30 c と 30 d とで、交互に放電を繰り返すため、電極対 30 a、30 b 間で放電する時は、電極 30 c はグラウンド（接地）電位である。このため、沿面 61 の沿面距離は沿面 60 と 62 の沿面距離と同じにした。なお、沿面 60、61、62 は平面ではなく、例えばリブ等で凹凸をもたせ、短い直線距離で必要な沿面距離を確保した。（図示せず）。

【0015】

また、チャンバ 30 の内部には、クロスフローファン 51、熱交換器 52、ガス流のガイド 53、54、図示しない温度センサとウィンドウが設けられる。

クロスフローファン 51 はチャンバ 30 内のレーザーガスを循環させ、電極 30 a、30 b 間と 30 c、30 d 間のガスを置換する。熱交換器 52 は、チャンバ 30 内の排熱を行う。温度センサは、ガス温度によりエネルギーが変化するため、所望の温度に制御するためのモニターである。

ウィンドウは、レーザー光の光軸上にあってチャンバ 30 の出力部分に設けられる。ウィンドウの材質はレーザー光の波長 193 nm に対して透過性がある CaF_2 である。

【0016】

図 2 は第 1 の実施形態に係る予備電離電極の構成図であり、図 2 (a) は電極の長手方向に垂直な平面で切った断面図、図 2 (b) は、図 2 (a) の A - A 断面図である。また、図 2 (c) は図 2 (a) の B - B 断面図である。

図 2 に示すように、予備電離電極は、片端封止のアルミナセラミックのパイプ 40 a、40 b と、丸棒形状の導電体で形成される予備電離内電極 41 a、41 b と、導電体で形成されるプレート形状の予備電離外電極 42 a、42 b で構成される。

片端封止のアルミナセラミックのパイプ 40 a、40 b は封止側が対向して離間して配置され、アルミナセラミックのパイプ 40 a、40 b と丸棒形状の予備電離内電極 41 a、41 b は、電極 30 b、30 d に隣接して電極 30 b、30 d の長手方向にほぼ平行に配置され、パイプ 40 a、40 b のそれぞれは、予備電離外電極 42 a、42 b を介して電極 30 b、30 d に連結されている。

【0017】

本実施形態の予備電離機構は、上記したように円筒状の絶縁体 40 a、40 b を挟んで内層と外層に導電体 41 a、41 b 及び 42 a、42 b を配置し、該導電体間に電圧を印

10

20

30

40

50

加してコロナ放電を発生させるものであり、図 2 の例では、外層の導電体（予備電離外電極 4 2 a、4 2 b）が接続された電極 3 0 b、3 0 d はグランド電位であるので、外層の導電体 4 2 a、4 2 b はグランド電位となり、内層の導電体（予備電離内電極 4 1 a、4 1 b）に電極 3 0 a、3 0 c と同様に、負の高電圧パルスが印加される。

【0018】

図 3 にチャンバ部の電気回路の構成例を示す。

図 3 に示すように、チャンバ 3 0 内に、高電圧パルス発生器 3 3、3 4 から高電圧パルスが供給されるピーキングコンデンサ C p が設けられ、このピーキングコンデンサ C p に並列に電極 3 0 a、3 0 c、3 0 b、3 0 d と、予備電離用コンデンサ C c と予備電離機構 4 0 0 の直列回路が接続されている。

予備電離内電極 4 1 a に、高電圧パルス発生器 3 3 から、予備電離用コンデンサ C c を介して高電圧パルスが印加されると、予備電離内電極 4 1 a と予備電離外電極 4 2 a 間でコロナ放電し、この時のコロナ放電光により電極対 3 0 a、3 0 b の放電空間のガスが予備電離される。

同様に、予備電離内電極 4 1 b に、高電圧パルス発生器 3 4 から高電圧パルスが印加されると予備電離内電極 4 1 b と予備電離外電極 4 2 b 間でコロナ放電し、この時のコロナ放電光により電極対 3 0 c、3 0 d の放電空間のガスが予備電離される。

【0019】

ここで、コロナ放電の領域は予備電離内電極 4 1 a、4 1 b の長さで決まるため、予備電離内電極 4 1 a、4 1 b は以下の（2）式を満たす長さとした。

[放電長] < [予備電離内電極長] < [電極長] ... (2)

これは、コロナ放電の領域が沿面 6 0、6 1、6 2（図 1 参照）にかかると絶縁部の絶縁耐力が小さくなるからである。なお、絶縁耐力が小さくなると、沿面距離を長くするために、電極長が短くなる。

第 1 の実施形態では、それぞれの予備電離源の予備電離内電極 4 1 a、4 1 b の絶縁はアルミナセラミックパイプ 4 0 a、4 0 b を分割すると共に封止することにより確保した。これにより、沿面 6 1 の沿面距離を沿面 6 0、6 2 の沿面距離と同じにしても、交互発振動作が実現できる。

【0020】

第 1 の実施形態に係る別の予備電離電極の構成図を図 4 に示す。なお、同図は図 2（b）に相当する A - A 断面図であり、予備電離外電極 4 2 a、4 2 b は示されていない。

図 4 と第 1 の実施形態との違いはアルミナセラミックのパイプが分割されておらず一体で、中央部近傍で封止されている点である。

すなわち、図 4 に示すように、中央部に封止部 4 0 c が設けられた円筒状のアルミナセラミックのパイプ 4 0 内に、両側から丸棒形状の予備電離内電極 4 1 a、4 1 b が挿入され、予備電離内電極 4 1 a、4 1 b 間には上記封止部 4 0 c が介在している

その他の構造は、図 2 に示したものと同様であり、アルミナセラミックのパイプ 4 0 と丸棒形状の予備電離内電極 4 1 a、4 1 b は、電極 3 0 b、3 0 d に隣接して電極 3 0 b、3 0 d の長手方向にほぼ平行に配置され、パイプ 4 0 は、一对の予備電離外電極（図示せず）により、電極 3 0 b、3 0 d に連結されている。

本実施形態では、予備電離内電極 4 1 a、4 1 b の絶縁をアルミナセラミックパイプの中央部に設けた封止部 4 0 c で確保しており、これにより、沿面 6 1 の沿面距離を沿面 6 0、6 2 の沿面距離と同じにしても、交互発振動作が実現できる。

【0021】

（2）第 2 の実施形態

本発明の第 2 の実施形態に係る予備電離電極の構成図を図 5 に示す。図 5（a）は電極の長手方向に垂直な平面で切った断面図、図 5（b）は、図 5（a）の A - A 断面図である。図 5（c）は、図 5（a）の B - B 断面図である。また、チャンバ部の電気回路を図 6 に示す。

本実施形態と第 1 の実施形態との違いは、高電圧パルスが、予備電離外電極 4 2 a、4

10

20

30

40

50

2 b に印加される点である。

本実施形態の予備電離機構は、第 1 の実施形態と同様、円筒状の絶縁体 4 0 a、4 0 b を挟んで内層と外層に導電体 4 1 a、4 1 b 及び 4 2 a、4 2 b を配置し、該導電体間に電圧を印加してコロナ放電を発生させるものであるが、図 6 に示すように、内層の予備電離内電極 4 1 a、4 1 b はグラウンド電位とされ、外層の予備電離外電極 4 2 a、4 2 b が電極 3 0 a、3 0 b に接続され、高電圧パルスが印加される。

【0022】

それぞれの予備電離源の予備電離外電極 4 2 a、4 2 b の絶縁はアルミナセラミックのパイプ 4 0 a、4 0 b を分割すると共に一方端を封止し、片端封止されたパイプ 4 0 a、4 0 b の封止側を離間させ対向させて配置して絶縁を確保している。

10

すなわち、パイプ 4 0 a、4 0 b 間に 3 0 mm 程度の空間を設けることにより、予備電離外電極 4 2 a、4 2 b の絶縁を確保し、これにより、沿面 6 1 の沿面距離を沿面 6 0、6 2 の沿面距離と同じにしても、交互発振動作が実現できる。

【0023】

次に、上記第 2 の実施形態の変形例である別の予備電離電極の構成図を図 7 に示す。なお、同図は図 5 (b) に相当する A - A 断面図であり、予備電離外電極 4 2 a、4 2 b は示されていない。

図 7 と第 2 の実施形態との違いは、アルミナセラミックのパイプ 4 0 の中央部にひだ 4 3 を設けて沿面距離を長くし、予備電離外電極 4 2 a と 4 2 b の絶縁を確保している点である。

20

すなわち、図 7 に示すように、円筒状のアルミナセラミックのパイプ 4 0 を電極 3 0 b、電極 3 0 d に略並行に配置し、アルミナセラミックのパイプ 4 0 内に、一本の予備電離内電極 4 1 a を挿入し、予備電離内電極 4 1 a をグラウンド電位とする。そして、予備電離外電極 4 2 a と 4 2 b を離間させてパイプ 4 0 に取り付け、予備電離外電極 4 2 a と 4 2 b (図示せず) の間のパイプ 4 0 の外周に上記ひだ 4 3 を設けている。

これにより、予備電離外電極 4 2 a と 4 2 b の間の沿面距離を確保することができ、交互発振動作が実現できた。

【0024】

以上、シングルチャンバのエキシマレーザ装置での構成について説明してきたが、図 8、図 9 に示す様な M O P O 方式または M O P A 方式のダブルチャンバシステムの増幅段用レーザにも適用可能である。

30

図 8 において、発振段用レーザ 1 0 0 は発振段用チャンバ 1 0 と、発振段用高電圧パルス発生器 1 2 と、スペクトルを狭帯域化する狭帯域化モジュール (以下 L N M という) 1 6 と、フロントミラー 1 7 とで構成される。

電極 1 0 a、1 0 b に、高電圧パルス発生器 1 2 と図示しない充電器とで構成された電源によって高電圧パルスが印加されると、電極 1 0 a、1 0 b 間で放電が生じエキシマが形成される。そして、L N M 1 6 とフロントミラー 1 7 で構成される共振器で共振し、レーザ光が発生する。L N M 1 6 は、拡大プリズムと波長選択素子であるグレーティング (回折格子) で構成され、レーザ光のスペクトル幅を狭帯域化している。

【0025】

40

発振段用レーザ 1 0 0 からのレーザ光は、高反射ミラー 2 1 でビーム方向を変え、高反射ミラー 2 2 に入射し、ここでビーム方向を変え、増幅段用レーザ 3 0 0 に注入される。

増幅段用レーザ 3 0 0 は、二対の電極 3 0 a と 3 0 b および 3 0 c と 3 0 d と、リアミラー 3 6 とフロントミラー 3 7 からなる共振器を有する。

上記二対の電極と 3 0 b および 3 0 c と 3 0 d には、それぞれ前述した実施形態に示した予備電離機構が設けられ、予備電離機構は前記したような構造により絶縁を確保している。

そして、高電圧パルス発生器 3 2、3 4 から高電圧パルスを印加し、二対の電極 3 0 a と 3 0 b および 3 0 c と 3 0 d を交互に放電させる。これにより、エキシマが形成され、注入されたレーザ光はリアミラー 3 6 とフロントミラー 3 7 からなる共振器で共振し、増

50

幅され出射する。

【 0 0 2 6 】

図 9 は、M O P A 方式のダブルチャンバシステムの構成例を示したものであり、発振段用レーザ 1 0 0 は、図 8 に示したものと同じであり、発振段用チャンバ 1 0 と、発振段用高電圧パルス発生器 1 2 と、スペクトルを狭帯域化する狭帯域化モジュール（以下 L N M という）1 6 と、フロントミラー 1 7 とで構成される。

そして、電極 1 0 a、1 0 b に、高電圧パルス発生器 1 2 と図示しない充電器とで構成された電源によって高電圧パルスが印加されると、電極 1 0 a、1 0 b 間で放電が生じ、レーザ光が発生する。

【 0 0 2 7 】

発振段用レーザ 1 0 0 からのレーザ光は、高反射ミラー 2 1、2 2 で反射され、高反射増幅段用レーザ 3 0 1 に注入される。

増幅段用レーザ 3 0 1 は、二対の電極 3 0 a と 3 0 b および 3 0 c と 3 0 d を有する。そして、高電圧パルス発生器 3 2、3 4 から高電圧パルスを印加し、二対の電極 3 0 a と 3 0 b および 3 0 c と 3 0 d を交互に放電させることにより、増幅段用レーザ 3 0 1 に注入されたレーザ光は増幅され出射する。

上記二対の電極 3 0 a と 3 0 b および 3 0 c と 3 0 d には、それぞれ前述したように、予備電離機構が設けられ、予備電離機構は前記実施形態で説明したような構造を有し、絶縁を確保している。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 8 】

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係るレーザー装置の構成図である。

【図 2】本発明の第 1 の実施形態に係る予備電離電極の構成例を示す図である。

【図 3】第 1 の実施形態に係るレーザー装置のチャンバ部の電気回路の構成例を示す図である。

【図 4】第 1 の実施形態に係る予備電離電極の別の構成例を示す図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施形態に係る予備電離電極の構成例を示す図である。

【図 6】第 2 の実施形態に係るレーザー装置のチャンバ部の電気回路の構成例を示す図である。

【図 7】第 2 の実施形態に係る予備電離電極の別の構成例を示す図である。

【図 8】本発明が適用される M O P O 方式のダブルチャンバレーザシステムの構成例を示す図である。

【図 9】本発明が適用される M O P A 方式のダブルチャンバレーザシステムの構成例を示す図である。

【符号の説明】

【 0 0 2 9 】

- 1 0 発振段用チャンバ
- 1 0 a , 1 0 b 電極
- 1 2 発振段用高電圧パルス発生器
- 1 6 狭帯域化モジュール（L N M）
- 1 7 フロントミラー
- 2 1 , 2 2 高反射ミラー
- 3 0 チャンバ
- 3 0 a , 3 0 b , 3 0 c , 3 0 d 電極
- 3 3 , 3 4 高電圧パルス発生器
- 3 6 リアミラー
- 3 7 フロントミラー
- 3 9 絶縁材（アルミナセラミック）
- 4 0 , 4 0 a、4 0 b アルミナセラミックパイプ
- 4 0 c 封止部

10

20

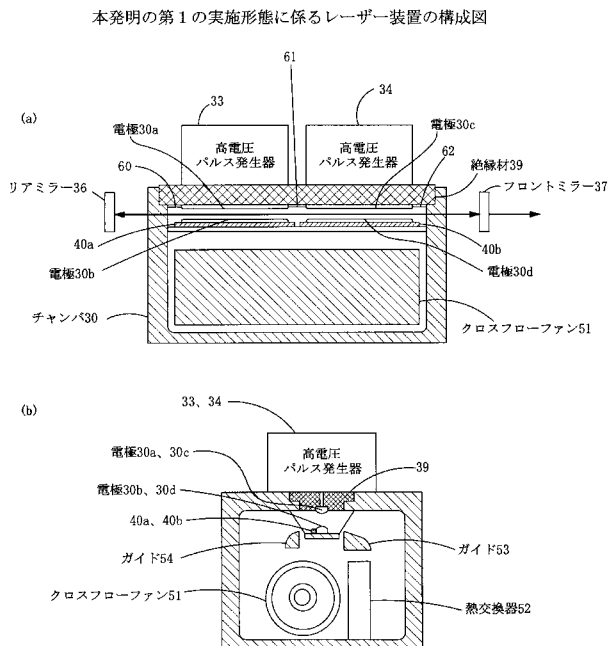
30

40

50

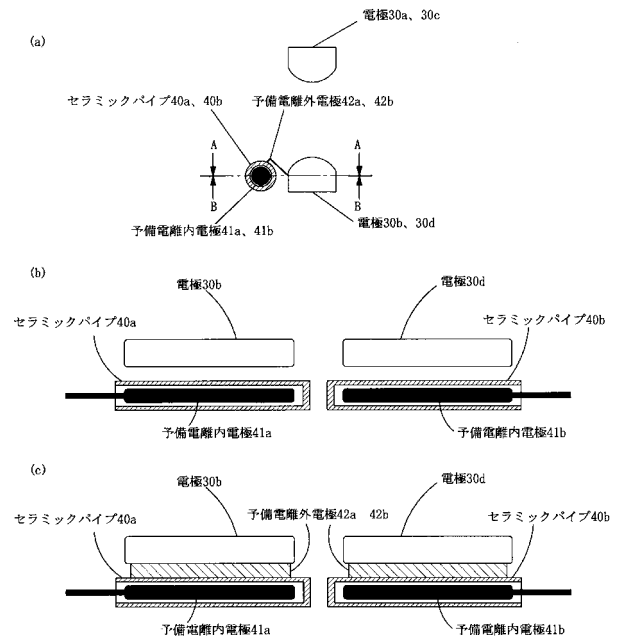
- 4 1 a、4 1 b 予備電離内電極
 4 2 a、4 2 b 予備電離外電極
 4 3 ひだ
 5 1 クロスフローファン
 5 2 熱交換器
 5 3、5 4 ガイド
 6 0、6 1、6 2 沿面
 1 0 0 発振段用レーザ
 3 0 0 増幅段用レーザ（MOP O方式）
 3 0 1 増幅段用レーザ（MOP A方式）

【図 1】



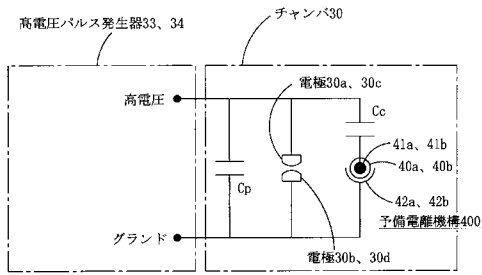
【図 2】

本発明の第 1 の実施形態に係る予備電離電極の構成例を示す図



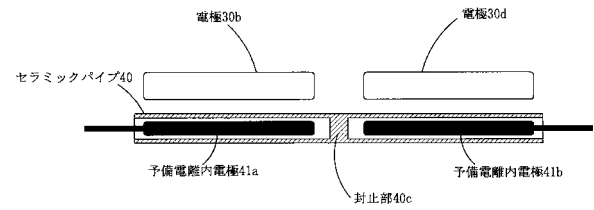
【図 3】

第1の実施形態に係るレーザー装置のチャンバ部の電気回路の構成例を示す図



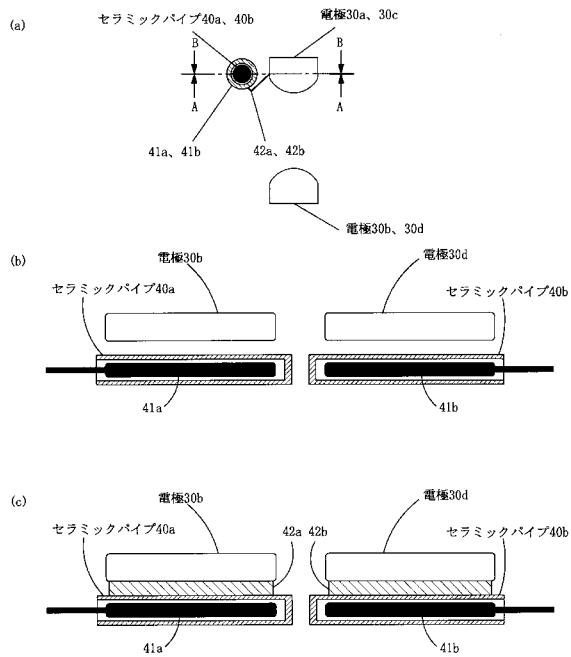
【図 4】

第1の実施形態に係る予備電離電極の別の構成例を示す図



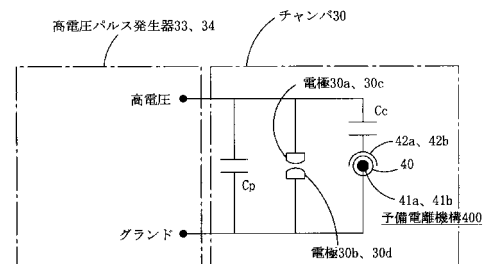
【図 5】

本発明の第2の実施形態に係る予備電離電極の構成例を示す図



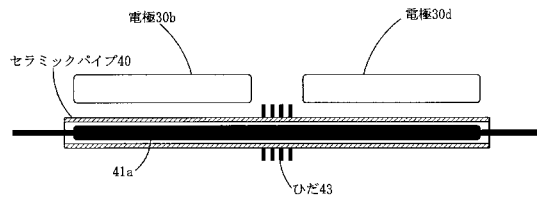
【図 6】

第2の実施形態に係るレーザー装置のチャンバ部の電気回路の構成例を示す図

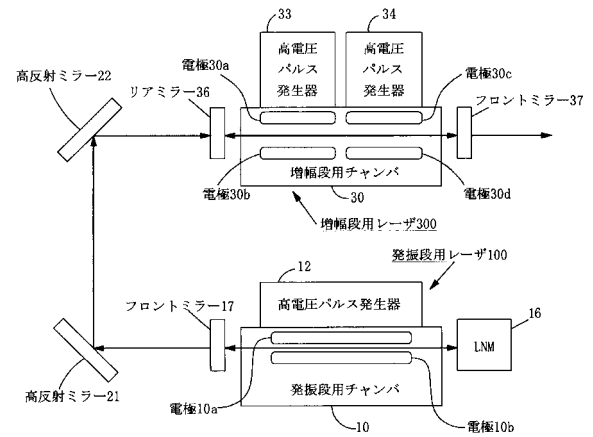


【図 7】

第2の実施形態に係る予備電離電極の別の構成例を示す図



【図 8】

本発明が適用されるMOPPO方式の
ダブルチャンバレーザシステムの構成例を示す図

【図 9】

本発明が適用されるMOPA方式の
ダブルチャンバレーザシステムの構成例を示す図