

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第3761260号
(P3761260)**

(45) 発行日 平成18年3月29日(2006.3.29)

(24) 登録日 平成18年1月20日(2006.1.20)

(51) Int. Cl.

H01S 3/036 (2006.01)

F I

H O I S 3/03

J

請求項の数 14 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平8-246821 (22) 出願日 平成8年8月30日(1996.8.30) (65) 公開番号 特開平10-74993 (43) 公開日 平成10年3月17日(1998.3.17) 審査請求日 平成15年2月7日(2003.2.7)</p>	<p>(73) 特許権者 000001236 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂二丁目3番6号 (72) 発明者 若林 理 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所 研究所内 (72) 発明者 石原 孝信 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所 研究所内 (72) 発明者 溝口 計 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所 研究所内 審査官 岡田 吉美</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 ガスレーザー装置及びそのレーザーガス注入方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザーガスを封入するレーザーチャンバ4と、レーザーチャンバ4内で発振されたレーザー光を透過して外部に出射するウィンドウ25と、レーザーチャンバ4内に配設され、かつ、レーザーガスを還流させるクロスフローファン39と、レーザーチャンバ4に付設され、かつ、レーザーガスを清浄化した後にウィンドウ25に吹きつけるフィルタ29と、レーザーガス交換時にレーザーガスをレーザーチャンバ4内から排気する排気装置と、レーザーガスをレーザーチャンバ4内に注入する注入装置とを有するガスレーザー装置において、レーザーガス排気後のレーザーチャンバ4内のガス圧値を設定するガス圧設定手段と、レーザーチャンバ4内のガス圧値を検出するガス圧検出器5と、ガス圧検出器5で検出したガス圧値と前記ガス圧設定手段で設定したガス圧値とを比較して両ガス圧値が略一致するまで前記排気装置を駆動してレーザーガスを排気した後、前記クロスフローファン39を回転させながら前記注入装置を駆動して、レーザーガスを前記フィルタ29を経由させてレーザーチャンバ4内に注入する制御器1とを備えたことを特徴とするガスレーザー装置。

10

【請求項2】

レーザーガスを封入するレーザーチャンバ4と、レーザーチャンバ4内で発振されたレーザー光を透過して外部に出射するウィンドウ25と、レーザーチャンバ4内に配設され、かつ、レーザーガスを還流させるクロスフローファン39と、レーザーチャンバ4に付設され、かつ、レーザーガスを清浄化した後にウィンドウ25に吹きつけるフィルタ29と、レーザーガス交換時にレーザーガスをレーザーチャンバ4内から排気する排気装置と、レーザーガスをレーザ

20

チャンバ 4 内に注入する注入装置とを有するガスレーザ装置において、レーザガス排気後のレーザチャンバ 4 内のガス圧値を設定するガス圧設定手段と、レーザチャンバ 4 内のガス圧値を検出するガス圧検出器 5 と、ガス圧検出器 5 で検出したガス圧値と前記ガス圧設定手段で設定したガス圧値とを比較して両ガス圧値が略一致するまで前記排気装置を駆動してレーザガスを排気した後、前記クロスフローファン 39 を回転させながら前記注入装置を駆動して、希ガス、ハロゲンガス、希ガスの順に各レーザガスをそれぞれガス圧検出器 5 で検出したガス圧値が所定値に略一致するまで前記フィルタ 29 を経由させてレーザチャンバ 4 内に注入する制御器 1 とを備えたことを特徴とするガスレーザ装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のガスレーザ装置において、前記制御器 1 は、レーザガスを注入する初期の所定時間にのみ前記クロスフローファン 39 を回転させ、上記レーザガスを前記フィルタ 29 を経由させてレーザチャンバ 4 内に注入することを特徴とするガスレーザ装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 に記載のガスレーザ装置において、前記制御器 1 は、レーザガスを注入する初期で、かつ、レーザチャンバ 4 内のガス圧が所定ガス圧値に達するまでの間のみ前記クロスフローファン 39 を回転させ、上記レーザガスを前記フィルタ 29 を経由させてレーザチャンバ 4 内に注入することを特徴とするガスレーザ装置。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のガスレーザ装置において、前記制御器 1 は、最初の希ガスを注入するときのみ前記クロスフローファン 39 を回転させ、上記レーザガスを前記フィルタ 29 を経由させてレーザチャンバ 4 内に注入することを特徴とするガスレーザ装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載のガスレーザ装置において、前記レーザチャンバ 4 内にレーザガスが注入される方向は、レーザチャンバ 4 の底面以外を向いていることを特徴とするガスレーザ装置。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載のガスレーザ装置において、前記レーザチャンバ 4 内にレーザガスが注入されるガス注入口は、レーザチャンバ 4 内の上部に設けられたことを特徴とするガスレーザ装置。

30

【請求項 8】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載のガスレーザ装置において、前記レーザチャンバ 4 内にレーザガスが注入されるガス注入口は、前記クロスフローファン 39 によるガス流での前記フィルタ 29 の下流側と前記ウィンドウ 25 との間に設けられたことを特徴とするガスレーザ装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載のガスレーザ装置において、前記レーザチャンバ 4 内からレーザガスを排気するガス排気口は、前記ウィンドウ 25 と前記フィルタ 29 の入口との間に設けられたことを特徴とするガスレーザ装置。

【請求項 10】

40

クロスフローファン 39 によってレーザチャンバ 4 内のレーザガスを還流させ、かつ、このレーザガスをフィルタ 29 を経由させて清浄化した後にウィンドウ 25 に吹きつけると共に、レーザチャンバ 4 内で放電させてレーザガスを励起し、レーザ光を発振させるガスレーザ装置のレーザガス交換時のレーザガス注入方法において、レーザガス排気後のレーザチャンバ 4 内のガス圧値を設定し、このガス圧値までレーザガスを排気した後、新しいレーザガスをレーザチャンバ 4 内に注入すると共に、前記クロスフローファン 39 を回転させて上記注入されたレーザガスを前記フィルタ 29 を経由させ、この清浄化されたレーザガスをウィンドウに吹きつけることを特徴とするレーザガス注入方法。

【請求項 11】

クロスフローファン 39 によってレーザチャンバ 4 内のレーザガスを還流させ、かつ、

50

このレーザガスをフィルタ 29 を経由させて清浄化した後にウィンドウ 25 に吹きつけると共に、レーザチャンバ 4 内で放電させてレーザガスを励起し、レーザ光を発振させるガスレーザ装置のレーザガス交換時のレーザガス注入方法において、レーザガス排気後のレーザチャンバ 4 内のガス圧値を設定し、このガス圧値までレーザガスを排気した後、新しいレーザガスを希ガス、ハロゲンガス、希ガスの順にレーザチャンバ 4 内にそれぞれ所定圧まで注入すると共に、前記クロスフローファン 39 を回転させて上記レーザガスを前記フィルタ 29 を経由させ、この清浄化されたレーザガスをウィンドウに吹きつけることを特徴とするレーザガス注入方法。

【請求項 12】

請求項 10 又は 11 に記載のレーザガス注入方法において、レーザガスを注入する初期の所定時間のみ前記クロスフローファン 39 を回転させ、上記レーザガスを前記フィルタ 29 を経由させてレーザチャンバ 4 内に注入することを特徴とするレーザガス注入方法。

10

【請求項 13】

請求項 10 又は 11 に記載のレーザガス注入方法において、レーザガスを注入する初期で、かつ、レーザチャンバ 4 内のガス圧が所定ガス圧値に達するまでの間のみ前記クロスフローファン 39 を回転させ、上記レーザガスを前記フィルタ 29 を経由させてレーザチャンバ 4 内に注入することを特徴とするレーザガス注入方法。

【請求項 14】

請求項 11 に記載のレーザガス注入方法において、最初の希ガスを注入するときのみ前記クロスフローファン 39 を回転させ、上記希ガスを前記フィルタ 29 を経由させてレーザチャンバ 4 内に注入することを特徴とするレーザガス注入方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ガスレーザ装置のレーザガス注入方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

ガスレーザ装置は、レーザ光を発振させる媒質ガスを封入した容器（以後、レーザチャンバと呼ぶ）内において、電極間に高電圧パルスで放電させ、この放電エネルギーにより媒質ガス原子を励起させてレーザ光を発生させている。ガスレーザ装置の中で、エキシマレーザ装置などの放電励起式ガスレーザ装置においては、媒質ガス（以後、レーザガスと呼ぶ）とレーザチャンバ内部の構成部品との反応や、放電による電極部材のスパッタリング等によって、様々な物質の塵埃が発生してレーザチャンバ内に浮遊する。この浮遊塵埃は、レーザ光を透過してレーザチャンバ内部から外部に出射するウィンドウに付着するので、レーザ出力を低下させる大きな要因となっている。特にエキシマレーザ装置では、レーザガスとしてハロゲンガスを使用しているため、ハロゲン化金属が塵埃中に含まれており、このハロゲン化金属がウィンドウに付着して腐食させることもある。したがって、従来からこの浮遊塵埃の量を低下させる色々な工夫がなされている。

30

【0003】

図 5 及び図 6 に上記のような浮遊塵埃の量を低下させる従来技術の一例を示しており、以下、同図に基づいて説明する。ここでは、ガスレーザ装置としてエキシマレーザ装置の例を示しており、図 5 はレーザ光軸に直交するレーザチャンバの断面図を示し、図 6 はガスレーザ装置の側面図を示している。

40

【0004】

レーザチャンバ 4 の内部には、レーザガスを励起するための主放電を行う 1 対の主放電電極 22 a、22 b が設けられており、この主放電電極 22 a、22 b はそれぞれ光軸方向に細長い形状を成している。一方の主放電電極 22 a はレーザチャンバ 4 の外周壁に設けられた絶縁体 21 に取着されており、他方の主放電電極 22 b は導電性を有する支持部材 33 を介してレーザチャンバ 4 の導電性の側壁に支持されている。また、レーザガスを予

50

備電離させるための1対の予備電離電極36a、36bが主放電電極22a、22bの主放電空間の側方に配設されている。予備電離電極36bはレーザチャンバ4の導電性の側壁に取着され、また、予備電離電極36aは、絶縁体を介してレーザチャンバ4の側壁に取着されている給電端子34に接続されている。さらに、主放電電極22aは給電端子35に接続されている。なお、給電端子35は図示しない放電電源の主放電電圧出力端子に、給電端子34は上記放電電源の予備放電電圧出力端子に接続され、また、レーザチャンバ4の導電性の側壁(すなわち、主放電電極22b及び予備電離電極36b)は上記放電電源の共通出力端子に接続されている。

【0005】

また、レーザチャンバ4内には、レーザガスを循環させるクロスフローファン39、及び放電によって加熱されたレーザガスを冷却するラジエータ40が設けられている。そして、レーザガスはクロスフローファン39によって矢印24に沿って主放電電極22a、22bの間の主放電空間に流れ、ラジエータ40の内部を通過して冷却され、クロスフローファン39に戻って還流するようになっている。

10

また、レーザチャンバ4の側壁にはレーザガス供給管路41が設けられており、レーザガス供給管路41のガス注入方向はレーザチャンバ4の底面を向いている。そして、レーザガス交換時には、このレーザガス供給管路41を経由して、外部に設けられたレーザガスボンベからレーザガスを注入されるようになっている。

【0006】

さらに、レーザチャンバ4の側方にはフィルタ29が設けられている。レーザチャンバ4の内部のレーザガスは管路26を経由してフィルタ29に導かれ、このフィルタ29から出力されたガスは管路27及び管路28を経由してレーザチャンバ4の内部に戻される。このとき、戻されるガスがウィンドウ25の近傍に吹きつけられるようにしている。

20

【0007】

上記のような構成によると、主放電電極22a、22b間の主放電23によってレーザガスが励起されてレーザ光30が発振し、レーザ光30がフロント側のウィンドウ25から出射される。レーザ光を発振しているとき、クロスフローファン39によりレーザガスが主放電空間及びラジエータ40を矢印24の方向に還流する。と同時に、クロスフローファン39によってレーザガスが管路26を経由してフィルタ29に導かれ、レーザガス中の前記塵埃がフィルタ29で除去された後、塵埃の除去されたガスが管路27、28を経由してウィンドウ25の近傍に吹きつけられる。このガスはウィンドウ25に対してエアカーテンとして作用するので、レーザチャンバ4内の塵埃がウィンドウ25に付着することを防止している。

30

【0008】

なお、上記よりさらに進んだ他の従来技術の例として、ウィンドウ25とレーザチャンバ4内部との間の小さな空間にラビリンスのような突起状部材などを設けたものも提案されている。これは、主放電による衝撃波が、上記塵埃を含んだレーザガスをウィンドウ25の方向に移動させるとき、上記突起状部材の部分でレーザガスが渦を作って上記衝撃波のエネルギーが減衰するので、塵埃を含んだレーザガスがウィンドウ25に到達する量が減少することを利用している。

40

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

上記のようなガスレーザ装置において、レーザガスが劣化して出力が低下して来たときは、レーザガスを交換する必要がある。しかしながら、レーザガス供給管路41を介してレーザガスを注入するとき、このレーザガスがレーザチャンバ4の底面に当たるので、底面に付着している塵埃を吹き上げてしまう。この結果、塵埃がウィンドウ25に付着するので、レーザガス交換の効果が無くなり、レーザガス交換後のレーザ出力が低下するという問題が生じている。

【0010】

本発明は、上記の問題点に着目してなされたものであり、レーザガス注入時の塵埃のウイ

50

ンドウ 25 への付着を防止できるガスレーザ装置及びそのレーザガス注入方法を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段、作用及び効果】

上記の目的を達成するために、請求項 1 に記載の発明は、レーザガスを封入するレーザチャンバ 4 と、レーザチャンバ 4 内で発振されたレーザ光を透過して外部に出射するウィンドウ 25 と、レーザチャンバ 4 内に配設され、かつ、レーザガスを還流させるクロスフローファン 39 と、レーザチャンバ 4 に付設され、かつ、レーザガスを清浄化した後にウィンドウ 25 に吹きつけるフィルタ 29 と、レーザガス交換時にレーザガスをレーザチャンバ 4 内から排気する排気装置と、レーザガスをレーザチャンバ 4 内に注入する注入装置とを有するガスレーザ装置において、

10

レーザガス排気後のレーザチャンバ 4 内のガス圧値を設定するガス圧設定手段と、レーザチャンバ 4 内のガス圧値を検出するガス圧検出器 5 と、ガス圧検出器 5 で検出したガス圧値と前記ガス圧設定手段で設定したガス圧値とを比較して両ガス圧値が略一致するまで前記排気装置を駆動してレーザガスを排気した後、前記クロスフローファン 39 を回転させながら前記注入装置を駆動して、レーザガスを前記フィルタ 29 を経由させてレーザチャンバ 4 内に注入する制御器 1 とを備えた構成としている。

【0012】

また、請求項 10 に記載の発明は、クロスフローファン 39 によってレーザチャンバ 4 内のレーザガスを還流させ、かつ、このレーザガスをフィルタ 29 を経由させて清浄化した後にウィンドウ 25 に吹きつけると共に、レーザチャンバ 4 内で放電させてレーザガスを励起し、レーザ光を発振させるガスレーザ装置のレーザガス交換時のレーザガス注入方法において、

20

レーザガス排気後のレーザチャンバ 4 内のガス圧値を設定し、このガス圧値までレーザガスを排気した後、新しいレーザガスをレーザチャンバ 4 内に注入すると共に、前記クロスフローファン 39 を回転させて上記注入されたレーザガスを前記フィルタ 29 を経由させ、この清浄化されたレーザガスをウィンドウに吹きつける方法としている。

【0013】

請求項 1、10 に記載の発明によると、レーザガスを排気するときに、レーザチャンバ内を真空状態にするのではなく、所定のガス圧値に相当する微量のレーザガスが残るように排気する。この排気の後、新しいレーザガスをレーザチャンバ内に注入するので、真空状態のときのように、ガスの流れに乱れが生じることがなく、レーザチャンバ 4 の底部に堆積している塵埃が巻き上がることが少なくなる。さらに、このとき、クロスフローファンを回転させながらレーザガスを注入するので、このレーザガスがフィルタ 29 に導かれて塵埃が除去され、清浄化されたレーザガスがウィンドウに吹きつけられる。したがって、ウィンドウが塵埃で汚染されるのが防止される。

30

【0014】

請求項 2 に記載の発明は、レーザガスを封入するレーザチャンバ 4 と、レーザチャンバ 4 内で発振されたレーザ光を透過して外部に出射するウィンドウ 25 と、レーザチャンバ 4 内に配設され、かつ、レーザガスを還流させるクロスフローファン 39 と、レーザチャンバ 4 に付設され、かつ、レーザガスを清浄化した後にウィンドウ 25 に吹きつけるフィルタ 29 と、レーザガス交換時にレーザガスをレーザチャンバ 4 内から排気する排気装置と、レーザガスをレーザチャンバ 4 内に注入する注入装置とを有するガスレーザ装置において、

40

レーザガス排気後のレーザチャンバ 4 内のガス圧値を設定するガス圧設定手段と、レーザチャンバ 4 内のガス圧値を検出するガス圧検出器 5 と、ガス圧検出器 5 で検出したガス圧値と前記ガス圧設定手段で設定したガス圧値とを比較して両ガス圧値が略一致するまで前記排気装置を駆動してレーザガスを排気した後、前記クロスフローファン 39 を回転させながら前記注入装置を駆動して、希ガス、ハロゲンガス

50

、希ガスの順に各レーザーガスをそれぞれガス圧検出器 5 で検出したガス圧値が所定値に略一致するまで前記フィルタ 2 9 を経由させてレーザーチャンバ 4 内に注入する制御器 1 とを備えた構成としている。

【 0 0 1 5 】

また、請求項 1 1 に記載の発明は、クロスフローファン 3 9 によってレーザーチャンバ 4 内のレーザーガスを還流させ、かつ、このレーザーガスをフィルタ 2 9 を経由させて清浄化した後にウィンドウ 2 5 に吹きつけると共に、レーザーチャンバ 4 内で放電させてレーザーガスを励起し、レーザー光を発振させるガスレーザー装置のレーザーガス交換時のレーザーガス注入方法において、

レーザーガス排気後のレーザーチャンバ 4 内のガス圧値を設定し、このガス圧値までレーザーガスを排気した後、新しいレーザーガスを希ガス、ハロゲンガス、希ガスの順にレーザーチャンバ 4 内にそれぞれ所定圧まで注入すると共に、前記クロスフローファン 3 9 を回転させて上記レーザーガスを前記フィルタ 2 9 を経由させ、この清浄化されたレーザーガスをウィンドウに吹きつける方法としている。

10

【 0 0 1 6 】

請求項 2、1 1 に記載の発明によると、レーザーガスの排気的时候は、レーザーチャンバ内を真空状態にするのではなく、所定のガス圧値に相当する微量のレーザーガスが残るように排気する。この排気の後、新しいレーザーガスをレーザーチャンバ内に注入するので、真空状態のときのように、ガスの流れに乱れが生じることがなく、レーザーチャンバ 4 の底部に堆積している塵埃が巻き上がるのが少なくなる。そして、このレーザーガスの注入順序として、まず希ガスはある程度大きな所定圧まで注入し、次に微量のハロゲンガスを所定圧まで、そして最後に再び希ガスを所定圧まで注入している。よって、注入初期に希ガスがある程度の大きなガス圧を示すまで注入されているので、次にハロゲンガスを注入するときは、ガス圧検出器等で精度良くガス圧を検出可能となり、微量のハロゲンガスのガス分圧が正確に検出される。さらに、このとき、クロスフローファンを回転させながら上記レーザーガスを注入するので、このレーザーガスがフィルタ 2 9 に導かれて塵埃が除去され、清浄化されたレーザーガスがウィンドウに吹きつけられる。したがって、ウィンドウが塵埃で汚染されるのが防止される。

20

【 0 0 1 7 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載のガスレーザー装置において、前記制御器 1 は、レーザーガスを注入する初期の所定時間にのみ前記クロスフローファン 3 9 を回転させ、上記レーザーガスを前記フィルタ 2 9 を経由させてレーザーチャンバ 4 内に注入するようにしている。

30

【 0 0 1 8 】

また、請求項 1 2 に記載の発明は、請求項 1 0 又は 1 1 に記載のレーザーガス注入方法において、

レーザーガスを注入する初期の所定時間にのみ前記クロスフローファン 3 9 を回転させ、上記レーザーガスを前記フィルタ 2 9 を経由させてレーザーチャンバ 4 内に注入する方法としている。

【 0 0 1 9 】

請求項 3、1 2 に記載の発明によると、レーザーガスの排気直後はレーザーチャンバ内のレーザーガスが微量となるので、新しいレーザーガスを注入する際に、このガスの流れに乱れが発生する可能性がある。このガス流の乱れによって、レーザーチャンバの底部に堆積している塵埃が巻き上がることになる。したがって、レーザーガスの注入初期の、上記のガス流の乱れが無くなるまでの所定時間にのみ、クロスフローファンを回転させ、注入するレーザーガスがフィルタ 2 9 を経由するようにする。これによって、上記塵埃がフィルタ 2 9 により除去され、清浄化されたレーザーガスがウィンドウに対してエアカーテンとして作用するので、ウィンドウが塵埃で汚染されるのが防止される。

40

【 0 0 2 0 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載のガスレーザー装置において、前記制御器

50

1 は、レーザガスを注入する初期で、かつ、レーザチャンバ4内のガス圧が所定ガス圧値に達するまでの間のみ前記クロスフローファン39を回転させ、上記レーザガスを前記フィルタ29を経由させてレーザチャンバ4内に注入するようにしている。

【0021】

また、請求項13に記載の発明は、請求項10又は11に記載のレーザガス注入方法において、

レーザガスを注入する初期で、かつ、レーザチャンバ4内のガス圧が所定ガス圧値に達するまでの間のみ前記クロスフローファン39を回転させ、上記レーザガスを前記フィルタ29を経由させてレーザチャンバ4内に注入する方法としている。

【0022】

請求項4、13に記載の発明によると、レーザガスの排気直後はレーザチャンバ内のレーザガスが微量となるので、新しいレーザガスを注入する際に、このガスの流れに乱れが発生する可能性がある。このガス流の乱れによって、レーザチャンバの底部に堆積している塵埃が巻き上がることになる。したがって、レーザガスの注入初期で、かつ、レーザチャンバ内に所定量のレーザガスが注入されるまでの間、すなわち、ガス圧が所定値に達して上記のガス流の乱れが無くなるまでの間のみ、クロスフローファンを回転させ、注入するレーザガスがフィルタ29を経由するようにする。これによって、上記塵埃がフィルタ29により除去され、清浄化されたレーザガスがウィンドウに対してエアカーテンとして作用するので、ウィンドウが塵埃で汚染されるのが防止される。

【0023】

請求項5に記載の発明は、請求項2に記載のガスレーザ装置において、

前記制御器1は、最初の希ガスを注入するときのみ前記クロスフローファン39を回転させ、上記レーザガスを前記フィルタ29を経由させてレーザチャンバ4内に注入するようにしている。

【0024】

また、請求項14に記載の発明は、請求項11に記載のレーザガス注入方法において、最初の希ガスを注入するときのみ前記クロスフローファン39を回転させ、上記希ガスを前記フィルタ29を経由させてレーザチャンバ4内に注入する方法としている。

【0025】

請求項5、14に記載の発明によると、レーザガスの排気直後はレーザチャンバ内のレーザガスが微量となるので、新しいレーザガスを注入する際に、このガスの流れに乱れが発生する可能性がある。このガス流の乱れによって、レーザチャンバの底部に堆積している塵埃が巻き上がることになる。したがって、レーザガスの内、最初の希ガスを注入するときのみ、クロスフローファンを回転させ、注入する希ガスがフィルタ29を経由するようにする。これによって、上記塵埃がフィルタ29により除去され、清浄化された希ガスがウィンドウに対してエアカーテンとして作用するので、ウィンドウが塵埃で汚染されるのが防止される。また、レーザチャンバ内に所定量の希ガスが注入されると、上記のガス流の乱れが無くなり、上記のように塵埃が巻き上がるのが無くなるので、ウィンドウが塵埃で汚染されなくなる。

【0026】

請求項6に記載の発明は、請求項1～5のいずれか一つに記載のガスレーザ装置において、

前記レーザチャンバ4内にレーザガスが注入される方向は、レーザチャンバ4の底面以外を向いている。

【0027】

請求項6に記載の発明によると、レーザチャンバ内にレーザガスが注入される向がレーザチャンバの底面以外を向いているので、レーザガスが直接底面に吹きつけられることがなく、底部に堆積している塵埃を巻き上げる可能性が小さくなる。よって、レーザガス注入時に塵埃がレーザガスに混入することが少なくなる。

【0028】

10

20

30

40

50

請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載のガスレーザ装置において、
前記レーザチャンバ 4 内にレーザガスが注入されるガス注入口は、レーザチャンバ 4 内の上部に設けられている。

【 0 0 2 9 】

請求項 7 に記載の発明によると、レーザチャンバ内にレーザガスが注入されるガス注入口がレーザチャンバ 4 内の上部に設けられているので、レーザガスが直接底面に吹きつけられることがなく、底部に堆積している塵埃を巻き上げる可能性が小さくなる。よって、レーザガス注入時に塵埃がレーザガスに混入することが少なくなる。

【 0 0 3 0 】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載のガスレーザ装置において、
前記レーザチャンバ 4 内にレーザガスが注入されるガス注入口は、前記クロスフローファン 3 9 によるガス流での前記フィルタ 2 9 の下流側と前記ウィンドウ 2 5 との間に設けられている。

【 0 0 3 1 】

請求項 8 に記載の発明によると、レーザチャンバ内にレーザガスが注入されるガス注入口が、クロスフローファンによるガス流のフィルタ 2 9 の下流と、ウィンドウとの間に設けられているので、新しく注入された清浄なレーザガスが上記ガス流に沿ってウィンドウに吹きつけられる。したがって、ウィンドウが塵埃に汚染されることが無くなる。

【 0 0 3 2 】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 ~ 5 のいずれか一つに記載のガスレーザ装置において、
前記レーザチャンバ 4 内からレーザガスを排気するガス排気口は、前記ウィンドウ 2 5 と前記フィルタ 2 9 の入口との間に設けられている。

【 0 0 3 3 】

請求項 9 に記載の発明によると、レーザチャンバ内からレーザガスを排気するガス排気口は、ウィンドウとフィルタ 2 9 の入口との間に設けられているので、レーザガスの排気の時に、ウィンドウからレーザチャンバ内に向かってレーザガスの流れが発生する。よって、レーザチャンバ内の塵埃がウィンドウの方に移動することが無くなり、ウィンドウが塵埃に汚染されなくなる。

【 0 0 3 4 】

請求項 1 5 に記載の発明は、レーザガスを封入したレーザチャンバ 4 の内部で放電させてレーザガスを励起し、レーザ光を発振させるガスレーザ装置のレーザガス交換時のレーザガス注入方法において、
レーザチャンバ 4 内のレーザガスを排気した後、レーザガスをレーザチャンバ 4 内に注入する際に、注入初期の所定時間はレーザガス流量を所定値に制限し、上記所定時間が経過した後は上記レーザガス流量をこの制限値より増加させて注入する方法としている。

【 0 0 3 5 】

請求項 1 5 に記載の発明によると、レーザガスの排気直後はレーザチャンバ内のレーザガスが微量となるので、新しいレーザガスを注入する際に、このガスの流れに乱れが発生する可能性がある。このガス流の乱れによって、レーザチャンバの底部に堆積している塵埃が巻き上がることになる。したがって、レーザガスの注入初期の、上記のガス流の乱れが無くなるまでの所定時間にのみ、レーザガスの流量を所定値に制限して、注入するレーザガスの流速を制限する。これによって、上記塵埃を巻き上げることが無くなり、ウィンドウが塵埃で汚染されるのが防止される。

【 0 0 3 6 】

請求項 1 6 に記載の発明は、レーザガスを封入したレーザチャンバ 4 の内部で放電させてレーザガスを励起し、レーザ光を発振させるガスレーザ装置のレーザガス交換時のレーザガス注入方法において、

10

20

30

40

50

レーザチャンバ4内のレーザガスを排気した後、レーザガスをレーザチャンバ4内に注入する際に、注入初期で、かつ、ガス圧が所定圧力値に達するまでの間レーザガス流量を所定値に制限し、ガス圧が上記所定圧力値に達した後は上記レーザガス流量を増加させて注入する方法としている。

【0037】

請求項16に記載の発明によると、レーザガスの排気直後はレーザチャンバ内のレーザガスが微量となるので、新しいレーザガスを注入する際に、このガスの流れに乱れが発生する可能性がある。このガス流の乱れによって、レーザチャンバの底部に堆積している塵埃が巻き上がることになる。したがって、レーザガスの注入初期で、レーザガスの注入量が所定量以上になるまでの間、すなわち、ガス圧が所定値以上になって上記のガス流の乱れがなくなるまでの間、レーザガスの流量を所定値に制限して、注入するレーザガスの流速を制限する。これによって、上記塵埃を巻き上げることが無くなり、ウィンドウが塵埃で汚染されるのが防止される。

10

【0038】

請求項17に記載の発明は、請求項15又は16に記載のレーザガス注入方法において、前記レーザチャンバ4内のレーザガスを排気するときは、レーザガス排気後のレーザチャンバ4内のガス圧値を設定し、このガス圧値までレーザガスを排気する方法としている。

【0039】

請求項17に記載の発明によると、レーザガスを排気するときに、所定量のレーザガスが残るように、予め設定した所定のガス圧値まで排気する。残った微量のレーザガスによってガス流の乱れがなくなり、よって、注入するレーザガスで塵埃が巻き上がるのが無くなる。したがって、レーザガスの注入時にガス流量を制限して流速を小さくすることにより、さらに塵埃が巻き上がる可能性が小さくなり、ウィンドウが塵埃で汚染されるのが防止される。

20

【0040】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明に係わるガスレーザ装置及びそのレーザガス注入方法の実施形態を図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明に係わるガスレーザ装置のレーザチャンバの断面図である。ここでも、ガスレーザ装置としてエキシマレーザ装置を例にして説明し、従来技術において説明した図5の構成と同じ部品には同一の符号を付している。

30

レーザチャンバ4の側方にはフィルタ29が設けられていて、レーザチャンバ4の内部とフィルタ29のガス入口とは管路26を経由して連通している。また、フィルタ29のガス出口は管路27、28を経由して、前述同様にウィンドウ25の近傍に連通している。(図6を参照)上記管路26のレーザチャンバ4側の入口は、クロスフローファン39の回転によるガス還流路がクロスフローファン39から主放電電極22a、22bに至る中間の位置に設けられる方が望ましい。クロスフローファン39が回転すると、レーザチャンバ4内のレーザガスが管路26を経由してフィルタ29に導かれ、清浄化されたレーザガスがウィンドウ25に吹きつけられてレーザチャンバ4内に戻されるようになっている。

40

【0041】

また、レーザチャンバ4には外部のレーザガス供給手段(例えば、ガスポンペ等)からレーザガスを注入するための管路が接続されている。この管路は、例えば図示の管路42、43、44のように、レーザチャンバ4側のガス出口が底面近傍以外、すなわち、レーザチャンバ4の上部に位置し、かつ、レーザガスの注入方向が底面以外を向くように設けられている。また、管路44で示すように、レーザガスの注入方向をレーザチャンバ4内部からフィルタ29の方に向けることによって、レーザガス注入時にフィルタ29を経由する方向のガスの流れが生成される。なお、これらの管路42、43、44は、外部に設けられた図示しないバルブ等によって選択可能としている。また、これらの管路42、43、44を経由して、レーザチャンバ4内のレーザガスを排気できるように、排気装置が接

50

続されている。

【 0 0 4 2 】

図 2 は、本発明に係わるレーザガス注入方法を説明するためのガスレーザ装置構成ブロック図を示している。エキシマレーザ装置においては、レーザガスとしてハロゲンガスと希ガスの混合ガスが使用されるが、本実施形態ではフッ素ガス、クリプトンガス及びネオンガスの使用例を示している。レーザ発振時間の経過に伴って、このレーザガス中に含まれる不純物の量が多くなったり、ハロゲンガス濃度が低下したりして、レーザガスが次第に劣化するので、所定の状態に至ったときはレーザガスを交換する必要がある。このために、レーザチャンバ 4 には、上記の劣化したレーザガスを排気するための排気装置が接続されており、本実施形態ではこの排気装置の一例として、バルブ 1 9 及びトラップ 1 8 を介して真空ポンプ 2 0 が接続されている。真空ポンプ 2 0 の内部には、ハロゲンガス除去用の活性炭が含まれたフィルタ等が装着されている。また、トラップ 1 8 はエキシマレーザ装置の場合に必要なものであり、排気されるレーザガス中のハロゲンガスを吸着する。これによって、人体に有害であり、また真空ポンプ 2 0 の上記フィルタに温度異常上昇等の弊害を及ぼすハロゲンガスが除去された後に排気される。

10

【 0 0 4 3 】

そして、レーザチャンバ 4 内に各レーザガスを注入する注入装置が接続されている。すなわち、レーザチャンバ 4 に、バルブ 1 1 を介してフッ素とネオンの混合ガスボンベ 8 が、バルブ 1 2 を介してクリプトンガスボンベ 9 が、バルブ 1 3 を介してネオンガスボンベ 1 0 が接続されている。上記の各バルブ 1 1、1 2、1 3、1 9 とレーザチャンバ 4 との間

20

【 0 0 4 4 】

制御器 1 は例えばマイクロコンピュータを主体にしたコンピュータシステムで構成されている。制御器 1 には、上記信号の他に、図示しないモニタ装置からレーザ出力パワーやレーザ特性をモニタするためのモニタ信号が入力されたり、図示しない外部の他装置からガス交換指令等の指令信号が入力される。制御器 1 は上記外部装置から上記ガス交換指令

30

を入力したときに、ガス圧検出器 5 の検出信号に基づいて、上記各バルブ及び真空ポンプ 2 0 の駆動を制御し、レーザガスの交換を開始する。また、ガス圧設定器 2 はレーザガスの排気後のレーザチャンバ 4 内部のガス圧値を設定するものであり、例えばテンキーや設定用スイッチ等で設定値を入力してもよい。この設定値データは、制御器 1 に入力されている。なお、ガス圧設定手段として、上記外部装置等の内部に予め設定されている設定値データを通信等によって入力してもよい。

【 0 0 4 5 】

図 3 は本実施形態に係わるレーザガス注入方法を表す制御フローチャートの例を示しており、具体的には上記の制御器 1 によって処理される。ここでは、各ステップ番号に S を付して示している。

40

S 1 で、ガス圧設定器 2 から入力される設定値データにより、排気後のレーザチャンバ 4 内のガス圧 P_r を設定し、次に S 2 で、ガス圧検出器 5 で検出したレーザチャンバ 4 内のガス圧 P_c を読み込む。そして、S 3 で、このガス圧 P_c と設定されたガス圧 P_r とを比較し、ガス圧 P_c がガス圧 P_r より大きいかが否かを判断する。この判断の結果で大きいときは、S 4 で真空ポンプ 2 0 を駆動し、バルブ 1 9 を開いてレーザガスの排気を継続し、次に S 2 に戻って処理を繰り返す。また、S 3 の判断で大きくないとき、すなわち、ガス圧 P_c がガス圧 P_r 以下になったときは、S 5 において、真空ポンプ 2 0 を停止し、かつ、バルブ 1 9 を閉じて排気を停止した後、クロスフローファン 3 9 を回転させる。次に、S 6 で新しいレーザガスを注入する。ここで、各バルブ 1 1、1 2、1 3 は所定の開度に制御され、混合ガスボンベ 8、クリプトンガスボンベ 9 及びネオンガスボンベ 1 0 からの

50

各ガス流量が所定値に調整される。

【 0 0 4 6 】

そして、S 7でガス圧検出器 5で検出したガス圧 P c を読み込み、このガス圧 P c が所定圧力値以上になったか否かを判断し、所定圧力値より小さい間は S 6に戻ってレーザガスの注入を継続する。ガス圧 P c が所定圧力値以上になったときは、S 8で、バルブ 1 1、1 2、1 3を閉じると共に、クロスフローファン 3 9の回転を停止させ、レーザガスの注入を終了する。

【 0 0 4 7 】

レーザガスの注入方法において、レーザガスを排気するときに、レーザチャンバ 4の内部が略真空になるまで排気した場合は、新しいレーザガスを注入し始めるときにレーザチャンバ 4の底部に堆積している塵埃を巻き上げてしまう。そして、この塵埃を含むレーザガスがほとんど抵抗を受けることなくウィンドウ 2 5の方向へも移動するので、ウィンドウ 2 5が塵埃によって汚染される可能性がある。したがって、本実施形態のレーザガス注入方法においては、上述の S 3及び S 4で示すように、レーザガスを排気するときに、設定されたガス圧 P r に相当する微量のレーザガスをレーザチャンバ 4内部に残しておき、次いで S 5及び S 6で、クロスフローファン 3 9を回転させながら新しいレーザガスを注入している。クロスフローファン 3 9の回転により、上記に残っている微量のレーザガスによるガスの流れが生じ、新しいレーザガスが注入されたときに、このレーザガスが管路 2 6に導かれてフィルタ 2 9を経由してレーザチャンバ 4内に注入されることになる。この結果、レーザガスの注入初期の段階から、フィルタ 2 9により清浄化されたレーザガスがウィンドウ 2 5の表面に吹きつけられるので、このレーザガスがエアカーテンとして作用してウィンドウ 2 5が塵埃によって汚染されるのが防止される。また、レーザチャンバ 4内に微量のレーザガスを残すので、新しいレーザガスの注入初期でもガスの流れに乱れが発生し難くなり、堆積している塵埃が巻き上げられる可能性が小さくなる。

【 0 0 4 8 】

そして、S 7で示したように、新しいレーザガスのガス圧が所定の必要なガス圧値に達するまで、クロスフローファン 3 9を回転させている。ここで、クロスフローファン 3 9を回転させる時間は、本実施形態に限定されない。すなわち、レーザガスを注入する初期で、かつ、注入したレーザガスが所定量に達して上記のガス流の乱れが発生しなくなるまで、すなわち、レーザガスのガス圧が上記所定量に対応した所定ガス圧値に達するまでの時間のみ、クロスフローファン 3 9を回転させてもよい。さらに、また、レーザガスの注入開始時から上記の所定ガス圧値に達するまでの、初期の所定時間にのみ、クロスフローファン 3 9を回転させるようにしてもよい。

【 0 0 4 9 】

また、レーザガスを注入するとき、管路 4 2、4 3、4 4のいずれか一つを選択してレーザチャンバ 4内に注入する。管路 4 2、4 3、4 4のガス注入口はレーザチャンバ 4の上部に位置しており、また、そのガス注入方向は底面以外を向いているので、レーザチャンバ 4の底部に堆積している塵埃を巻き上げる可能性が小さくなる。この結果、レーザガスの注入初期に、塵埃が巻き上がるのを防止できる。さらに、管路 4 4によってレーザガスを注入する場合は、レーザチャンバ 4内部からフィルタ 2 9の方向にガスの流れが発生するので、フィルタ 2 9によって清浄化されたレーザガスをウィンドウ 2 5に導くことが可能となる。したがって、上記同様に、ウィンドウ 2 5が塵埃により汚染されるのを防止できるので、レーザ出力特性の低下が少なくなる。

【 0 0 5 0 】

なお、レーザガスが注入されるガス注入口は、クロスフローファン 3 9によるガス流でのフィルタ 2 9の下流側とウィンドウ 2 5との間に設けてもよい。この場合には、塵埃を含まない新しいレーザガスがウィンドウ 2 5の方に流れるので、ウィンドウ 2 5が塵埃により汚染されるのを防止できる。

また、このとき、レーザチャンバ 4内からレーザガスを排気するガス排気口は、上記のガス注入口と別個に、ウィンドウ 2 5とフィルタ 2 9の入口側との間に設けた方がよい。こ

10

20

30

40

50

れによって、排気時に、ウィンドウ 25 からレーザチャンバ 4 内の方向にレーザガスの流れが発生するので、レーザガスに含まれる塵埃がウィンドウ 25 に付着する可能性が小さくなる。

【0051】

次に、第 2 の実施形態に係わるレーザガスの注入方法を説明する。本実施形態でのガスレーザ装置の構成は前実施形態で説明した図 1 及び図 2 と同様であり、ここでの説明を省く。

【0052】

図 4 は本実施形態に係わるレーザガス注入方法を表す制御フローチャートの例を示しており、前述と同様に制御器 1 によって処理される。

S 11 で、ガス圧設定器 2 から入力される設定値データにより、排気後のレーザチャンバ 4 内のガス圧 P_r を設定し、次に S 12 で、ガス圧検出器 5 で検出したレーザチャンバ 4 内のガス圧 P_c を読み込む。そして、S 13 で、このガス圧 P_c と設定されたガス圧 P_r とを比較し、ガス圧 P_c がガス圧 P_r より大きいかなんかを判断する。この判断の結果で大きいときは、S 14 で真空ポンプ 20 を駆動し、バルブ 19 を開いてレーザガスの排気を継続し、次に S 12 に戻って処理を繰り返す。また、S 13 の判断で大きくないとき、すなわち、ガス圧 P_c がガス圧 P_r 以下になったときは、S 15 において、真空ポンプ 20 を停止し、かつ、バルブ 19 を閉じて排気を停止した後、クロスフローファン 39 を回転させる。次に、S 16 で、バルブ 12、13 を所定開度を開け、クリプトンガスポンプ 9 及びネオンガスポンプ 10 からの各ガス流量を所定値に調整して、新しいクリプトンガス及びネオンガスを注入する。そして、S 17 で、ガス圧検出器 5 からレーザチャンバ 4 内のガス圧 P_c を読み込み、このガス圧 P_c が所定圧力値 P_1 以上になったか否かを判断し、所定圧力値 P_1 より小さい間は S 16 に戻って新しいクリプトンガス及びネオンガスの注入を継続する。また、ガス圧 P_c が所定圧力値 P_1 以上になったときは、S 18 に進む。

【0053】

S 18 では、バルブ 12、13 を閉じてクリプトンガス及びネオンガスの注入を停止すると共に、クロスフローファン 39 の回転を停止させる。次に S 19 で、バルブ 11 を所定開度にかけてフッ素とネオンの混合ガスポンプ 8 からのガス流量を所定値に調整し、新しいフッ素の混合ガスを注入する。そして、S 20 で、ガス圧検出器 5 からレーザチャンバ 4 内のガス圧 P_c を読み込み、このガス圧 P_c が所定圧力値 P_2 (ただし、 $P_2 > P_1$) 以上になったか否かを判断し、所定圧力値 P_2 より小さい間は S 19 に戻ってフッ素の混合ガスの注入を継続する。また、ガス圧 P_c が所定圧力値 P_2 以上になったときは、S 21 で、バルブ 11 を閉じてフッ素の混合ガスの注入を停止する。次に S 22 で、バルブ 12、13 を所定開度を開け、新しいクリプトンガス及びネオンガスを注入する。そして、S 23 で、ガス圧検出器 5 からレーザチャンバ 4 内のガス圧 P_c を読み込み、このガス圧 P_c が所定圧力値 P_3 (ただし、 $P_3 > P_2$) 以上になったか否かを判断し、所定圧力値 P_3 より小さい間は S 22 に戻って新しいクリプトンガス及びネオンガスの注入を継続する。また、ガス圧 P_c が所定圧力値 P_3 以上になったときは、S 24 で、バルブ 12、13 を閉じてクリプトンガス及びネオンガスの注入を終了する。

【0054】

上記のフローチャートにおいて、レーザガスを排気するときは、前実施形態と同様に、設定されたガス圧 P_r に相当する微量のレーザガスをレーザチャンバ 4 内部に残しておき、次いでクロスフローファン 39 を回転させながら新しいクリプトンガス及びネオンガスを所定量注入している。したがって、新しいレーザガスの注入初期でも、堆積している塵埃を巻き上げることが少なくなり、またフィルタ 29 を経由して注入されたレーザガスが塵埃によるウィンドウ 25 の汚染を防止することができる。

また、フッ素ガスの混合ガスを注入するときは、クロスフローファン 39 を停止させているが、これは、クロスフローファン 39 によるガスの流れがフッ素ガスの注入時のガス圧検出においてノイズとなるのを防止するためである。これによって、レーザガス内の他の

10

20

30

40

50

希ガス（クリプトンガス及びネオンガス）より微量なフッ素ガスの分圧を正確に検出できるので、エキシマレーザ装置のレーザ発振特性が非常に良くなる。

また、フッ素ガスの混合ガスを注入した後、最後の希ガスを注入するときにはクロスフローファン39の回転を停止させているが、これは、既にレーザチャンバ4内に所定量のレーザガスが注入されているので、注入ガスによって塵埃を巻き上げる可能性が少ないからである。なお、このとき、クロスフローファン39を回転させながら最後の希ガスを注入してもよい。

【0055】

なお、排気後のレーザガスの注入方法として、注入初期で、かつ、ガス圧が所定圧力値に達するまでの間レーザガス流量を所定値に制限し、ガス圧が上記所定圧力値に達した後は上記レーザガス流量をこの制限値より増加させて注入してもよい。また、同様に、注入初期の所定時間の間、すなわち、上記所定圧力値に達するまでの所定時間の間は、レーザガス流量を所定値に制限し、この所定時間経過後は上記レーザガス流量をこの制限値より増加させてもよい。この場合に、レーザガス流量を制限する手段として、例えば質量流量制御弁（マスフローコントロール弁）やオリフィス、フィルタ等をクリプトンガスポンベ9及びネオンガスポンベ10の出口に設けてもよい。このようにレーザガス流量を制御することによって、注入初期はガス流速を遅くできるので塵埃を巻き上げる可能性が少なくなる。また、所定量のレーザガスが注入された後はガス流の乱れが無くなるので、レーザガス流量を増加させることができる。そして、この場合も、レーザガス排気時に微量のレーザガスを残しておく、レーザガス注入時にガス流の乱れが無いので、塵埃の巻き上げを少なくする効果が大きくなることは言うまでも無い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わるガスレーザ装置のレーザチャンバの断面図を示す。

【図2】本発明に係わるガスレーザ装置の構成ブロック図を示す。

【図3】本発明の第1実施形態のレーザガス注入方法を表す制御フローチャートの例を示す。

【図4】本発明の第2実施形態のレーザガス注入方法を表す制御フローチャートの例を示す。

【図5】従来技術に係わるガスレーザ装置のレーザチャンバの断面図を示す。

【図6】従来技術に係わるガスレーザ装置の側面図を示す。

【符号の説明】

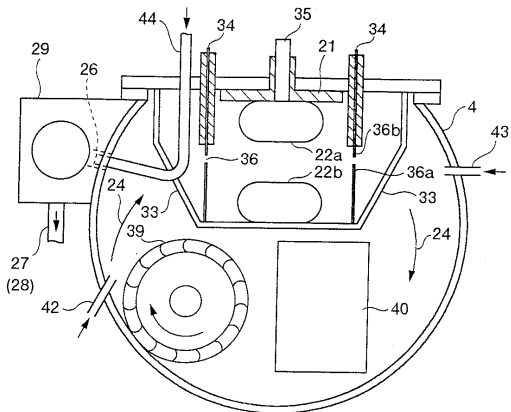
1...制御器、2...ガス圧設定器、4...レーザチャンバ、5...ガス圧検出器、8...混合ガスポンベ、9...クリプトンガスポンベ、10...ネオンガスポンベ、11、12、13、19...バルブ、18...トラップ、20...真空ポンプ、21...絶縁体、22a、22b...主放電電極、23...主放電、24...矢印、25...ウィンドウ、26、27、28、42、43、44...管路、29...フィルタ、30...レーザ光、33...支持部材、34、35...給電端子、36a、36b...予備電離電極、39...クロスフローファン、40...ラジエータ、41...レーザガス供給管路。

10

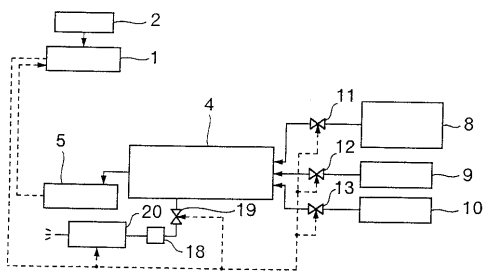
20

30

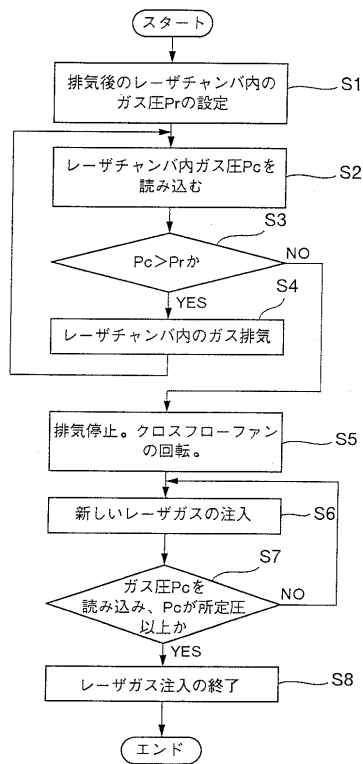
【図1】



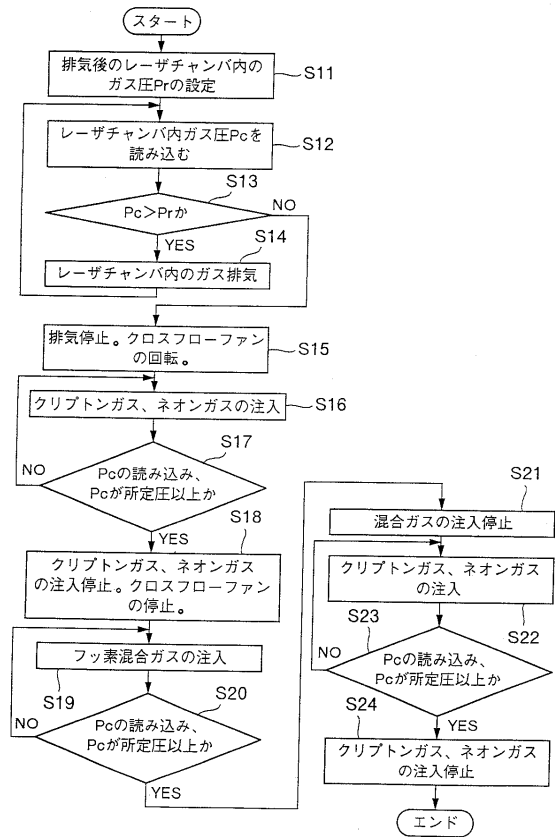
【図2】



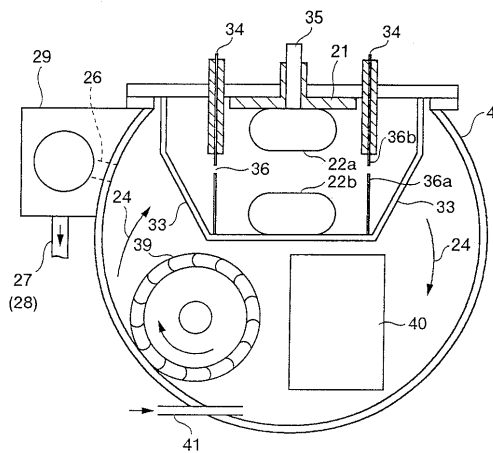
【図3】



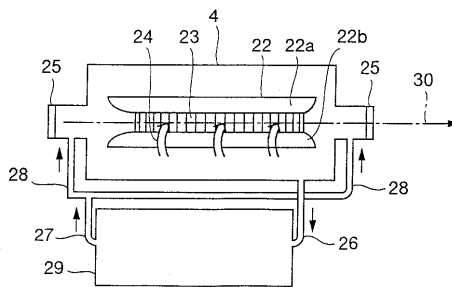
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平04 - 196494 (JP, A)
特開平04 - 174578 (JP, A)
特開平04 - 100285 (JP, A)
特開平03 - 135085 (JP, A)
特開平01 - 158787 (JP, A)
特開昭64 - 044081 (JP, A)
特開昭64 - 025585 (JP, A)
特開昭62 - 214686 (JP, A)
実開平04 - 004771 (JP, U)
実開平01 - 058968 (JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01S 3/00 - 3/30