

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 5 月 8 日(08.05.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/069636 A1

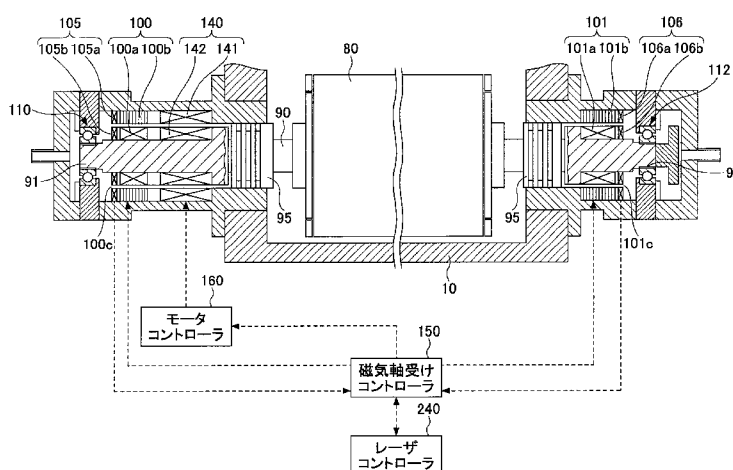
- (51) 国際特許分類:
H01S 3/036 (2006.01) F16C 32/04 (2006.01)
H01S 3/134 (2006.01) F16C 33/66 (2006.01)
F16C 19/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/079751
- (22) 国際出願日: 2013 年 11 月 1 日(01.11.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2012-243790 2012 年 11 月 5 日(05.11.2012) JP
- (71) 出願人: ギガフォトン株式会社(GIGAPHOTON INC.) [JP/JP]; 〒3238558 栃木県小山市横倉新田 400 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 對馬 弘朗(TSUSHIMA, Hiroaki); 〒3238558 栃木県小山市横倉新田 400 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 溝口 計(MIZOGUCHI, Hakaru); 〒3238558 栃木県小山市横倉新田 400 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 藤本 准一(FUJIMOTO, Junichi); 〒3238558 栃木県小山市横倉新田 400 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 半井 宏明(NAKARAI, Hiroaki); 〒3238558 栃木県小山市横倉新田 400 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 16 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: LASER CHAMBER AND DISCHARGE-EXCITED GAS LASER DEVICE

(54) 発明の名称: レーザチャンバ及び放電励起式ガスレーザ装置

[図3]



150 Magnetic bearing controller
160 Motor controller
240 Laser controller

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to minimize fluorine gas-induced corrosion of a touchdown bearing used in a laser chamber, as well as to minimize wear of the touchdown bearing. The laser chamber houses a pair of discharge electrodes and a fan for gas circulation, and is provided with a magnetic bearing capable of contactless support of the shaft of the fan, and a touchdown bearing that functions as a bearing at times when the magnetic bearing is out of control. As a solid lubricant for the touchdown bearing, there may be employed at least one of an Au plating layer, an Ni-containing plating layer, and a Cu plating layer.

(57) 要約: レーザチャンバに用いられるタッチダウンベアリングのフッ素ガスによる腐食を抑制するとともに、タッチダウンベアリングの消耗を抑制する。一対の放電電極及びガス循環用のファンを収容したレーザチャンバであって、前記ファンの軸を非接触で支持可能な磁気軸受けと、該磁気軸受けの制御不能時に軸受けとして機能とするタッチダウンベアリングを備え、該タッチダウンベアリングの固

体潤滑材として、Auめっき層、Ni含有めっき層及びCuめっき層の少なくともいずれか1つが用いられてよい。

WO 2014/069636 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： レーザチャンバ及び放電励起式ガスレーザ装置

技術分野

[0001] 本開示は、レーザチャンバ及び放電励起式ガスレーザ装置に関する。

背景技術

[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（以下、「露光装置」という）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。近年、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の深紫外光を放出するKrFエキシマレーザ装置、ならびに波長193nmの真空紫外光を放出するArFエキシマレーザ装置が用いられている。

[0003] 次世代の露光技術としては、露光装置側の露光用レンズとウェハーとの間を液体で満たし、屈折率を変えることにより露光用光源の見かけの波長を短波長化する液浸露光も行われている。ArFエキシマレーザ装置を露光用光源として液浸露光では、ウェハーには水中における波長134nmに相当する真空紫外光が照射される。この技術をArF液浸露光（又はArF液浸リソグラフィー）という。

[0004] KrF、ArFエキシマレーザ装置の自然発振のスペクトル線幅は約350～400pmと広いため、これらの投影レンズが使用されると色収差が発生し、解像力が低下する。そこで、色収差が無視できる程度となるまで、ガスレーザ装置から放出されるレーザビームのスペクトル線幅を狭帯域化する必要がある。このため、ガスレーザ装置のレーザ共振器内には、狭帯域化素子（エタロンやグレーティング等）を有する狭帯域化モジュール（Line Narrowing Module）が設けられ、スペクトル線幅の狭帯域化が実現されている。このようにスペクトル線幅が狭帯域化されるレーザ装置を狭帯域化レーザ装置という。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 0 0 － 1 8 3 4 3 6 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 2 － 1 6 8 2 5 2 号公報

概要

[0006] 本開示の実施形態によれば、一对の放電電極及びガス循環用のファンを収容したレーザチャンバであって、前記ファンの軸を非接触で支持可能な磁気軸受けと、該磁気軸受けの制御不能時に軸受けとして機能とするタッチダウンベアリングを備え、該タッチダウンベアリングの固体潤滑材として、A u めっき層、N i 含有めっき層及びC u めっき層の少なくともいずれか1つが用いられたレーザチャンバが提供されてもよい。

[0007] 本開示の実施形態によれば、前記レーザチャンバと、前記レーザチャンバのレーザの発生を制御するレーザコントローラと、を備える、放電励起式ガスレーザ装置が提供されてもよい。

[0008] 本開示の実施形態によれば、一对の電極、レーザガスを循環させることが可能であるように構成されたファン、非接触の様式で前記ファンの軸を磁気的に支持することが可能であるように構成された磁気軸受け、前記磁気軸受けの故障の際に前記ファンの軸を支持することが可能であるように構成されたタッチダウンベアリング、前記タッチダウンベアリングにパージガスを供給することが可能であるように構成された吸気口、及び、前記パージガスを排気することが可能であるように構成された排気口を備える、レーザチャンバが提供されてもよい。

[0009] 本開示の実施形態によれば、上記のレーザチャンバ、及び前記レーザチャンバにおけるレーザ光の発生を制御するように構成されたレーザコントローラを備える、放電励起式ガスレーザ装置が提供されてもよい。

図面の簡単な説明

[0010] 本開示のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の図面を参照して

以下に説明する。

[図1]図 1 は、本実施形態に係るエキシマレーザ装置の一例を示した図である。

[図2]図 2 は、本実施形態に係るレーザチャンバの断面構成の一例を示した図である。

[図3]図 3 は、本開示の実施形態 1 に係るレーザチャンバの一例を示した図である。

[図4]図 4 は、本実施形態に係るレーザチャンバのタッチダウンベアリングの断面構成の一例を示した図である。

[図5]図 5 は、本開示の実施形態 2 に係るレーザチャンバに備えられたクロスフローファン及びその駆動機構の一例を示した図である。

[図6]図 6 は、本開示の実施形態 3 に係るエキシマレーザ装置のレーザチャンバの構成を例示する図である。

[図7A]図 7 A は、V C R（登録商標）メタル・ガスケット式面シール継ぎ手の例を例示する図である。

[図7B]図 7 B は、クイックカップリングの例を例示する図である。

[図8]図 8 は、本開示の実施形態 3 に係るエキシマレーザ装置のレーザチャンバの動作を例示する図である。

[図9]図 9 は、本開示の実施形態 4 に係るエキシマレーザ装置のレーザチャンバの構成を例示する図である。

[図10]図 1 0 は、バルブの例を例示する図である。

[図11]図 1 1 は、本開示の実施形態 4 に係るエキシマレーザ装置のレーザチャンバの動作を例示する図である。

実施形態

[0011] 以下、本開示の実施形態について、下記の目次の流れに沿って説明する。

[0012] 目次

1. 概要

2. 用語の説明

3. エキシマレーザ装置

3. 1 構成

3. 2 動作

4. エキシマレーザ装置のレーザチャンバに備えられたタッチダウンベアリング

4. 1 実施形態 1

4. 2 実施形態 2

5. エキシマレーザ装置のレーザチャンバ

5. 1 実施形態 3

5. 2 実施形態 4

[0013] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。

以下に説明される実施形態は、本開示の一例を示すものであって、本開示の内容を限定するものではない。また、各実施形態で説明される構成及び動作の全てが本開示の構成及び動作として必須であるとは限らない。なお、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。

[0014] 1. 概要

エキシマレーザ装置のレーザチャンバに収容されているクロスフローファンの軸受けには、磁気軸受けが使用されている。磁気軸受けは、磁気ベアリングの電源が切れた時やエラーが出た時に、ロータとステータの接触による破損を防ぐため、タッチダウンベアリングとともに設置してもよい。

[0015] しかしながら、エキシマレーザ装置では、レーザチャンバ内でフッ素ガス (F_2) を用いるため、フッ素に耐性の小さいステンレス等でタッチダウンベアリングが構成された場合には、タッチダウンベアリングが腐食して、さらに、タッチダウンベアリングが消耗して回転しなくなることがあり得た。

[0016] そこで、本開示の実施形態に係るレーザチャンバ及び放電励起式レーザ装置では、タッチダウンベアリングの固体潤滑材として Au めっき層、Ni を含む金属 (Ni, NiP, NiB) めっき層、Cu めっき層を使用してもよい。これらのめっき層は、フッ素ガスに耐性を有するため、タッチダウンベ

アリングの腐食を抑制することができる。また、これらのめっき層はステンレス（S U S）に比べて柔らかいので、タッチダウンベアリングの一部がステンレスで構成されている場合にタッチダウンベアリングが消耗するのを抑制し得る。

[0017] また、タッチダウンベアリングの腐食及び消耗の少なくとも一つが生じると、レーザチャンバの定期的なメンテナンスの作業の際に磁気軸受け部分を分解すると共にタッチダウンベアリングを交換することが必要であり得た。

[0018] 本開示の実施形態に係るレーザチャンバにおいては、A uめっき層、N iを含む金属（N i，N i P、N i B）めっき層、及びC uめっき層の少なくとも一つの使用によりタッチダウンベアリングの腐食を抑制することができ得る。本開示の実施形態に係る放電励起式レーザ装置においては、A uめっき層、N iを含む金属（N i，N i P、N i B）めっき層、及びC uめっき層の少なくとも一つの使用によりタッチダウンベアリングの腐食を抑制することができ得る。そのため、レーザチャンバの定期的なメンテナンスの作業における磁気軸受け部分の分解及びタッチダウンベアリングの交換のいずれも不要になり得る。その結果、レーザチャンバの定期的なメンテナンスの作業工数を低減し得る。

[0019] さらに、本開示の実施形態に係るレーザチャンバにおいては、タッチダウンベアリングにパージガスを供給するように構成された吸気口及びパージガスを排気するように構成された排気口を備えてもよい。本開示の実施形態に係る放電励起式レーザ装置においては、タッチダウンベアリングにパージガスを供給するように構成された吸気口及びパージガスを排気するように構成された排気口を備えてもよい。そのため、タッチダウンベアリングに対してパージガスを流すことができる。それによって、タッチダウンベアリングの腐食によって生じると共にタッチダウンベアリングのロックを引き起こすダストをタッチダウンベアリングから排除することができる。そのため、ダストによって引き起こされるタッチベアリングのロックの発生を抑制することができる。その結果、磁気軸受け部分の分解及びタッチダウンベアリングの

交換の頻度を低減することができる。

[0020] 2. 用語の説明

本開示において使用される用語は、以下のように定義される。

[0021] 「放電励起式ガスレーザ装置」とは、レーザチャンバ内で放電を発生させることで、レーザチャンバ内に封入されたレーザガスに励起エネルギーを与え、レーザ光を発生させるレーザ装置であり、例えば、エキシマレーザ装置、CO₂レーザ装置、及びF₂レーザ装置等が含まれる。

[0022] 「ラジアル方向」とは、回転体の径方向を意味する。

[0023] 「磁気軸受け」とは、ロータを磁気浮上させるアクチュエータをステータ側に備えるとともに、ロータを回転させるモータを備えた回転体の駆動機構を意味する。

[0024] 「タッチダウンベアリング」とは、磁気軸受けが制御不能な状態となったときに、ロータとステータとの接触による破損を抑制する補助軸受けのことを意味する。

[0025] 3. エキシマレーザ装置

3. 1 構成

図1は、本実施形態に係るエキシマレーザ装置の一例を示した図である。なお、エキシマレーザ装置も、放電励起式ガスレーザ装置の一種である。エキシマレーザ装置は、露光装置300の光源として用いられてよく、発生したレーザ光を露光装置300に出力してよい。なお、露光装置300には、露光装置コントローラ301が備えられ、エキシマレーザ装置のレーザコントローラ240と相互に通信を行い、エキシマレーザ装置からのレーザ光の出力命令を行うように構成されてよい。

[0026] エキシマレーザ装置は、レーザコントローラ240と、レーザ共振器250と、レーザガス供給及び排気装置210とを含んでいてもよい。

[0027] また、レーザ発振器システム260は、レーザチャンバ10と、レーザ共振器250と、エネルギー検出器190と、充電器220と、パルスパワーモジュール（PPM：Pulse Power Module）50と、スペクトル検出器20

0を含んでもよい。

[0028] 更に、レーザチャンバ10は、1対の放電電極20、21と、レーザ共振器250の光を透過する2つのウィンドウ60、61とを含んでもよい。レーザチャンバ10は、レーザ共振器250の光路上に配置されてもよい。

[0029] レーザチャンバ10は、さらに、クロスフローファン80と、軸90と、磁気軸受け100、101と、タッチダウンベアリング110、112と、モータ140と磁気軸受けコントローラ150とモータコントローラ160と、電気絶縁部40とを含んでもよい。磁気軸受け100、101には、ラジアル磁気軸受けがそれぞれ1つ設置されてもよい。また、磁気軸受け100、101よりも外側には、タッチダウンベアリング110、112が設けられてよい。なお、クロスフローファン80及び軸90の一部はレーザチャンバ10内に收容され、軸90の一部、磁気軸受け100、101及びタッチダウンベアリング110、112は、レーザチャンバ10の側壁に取り付けられてよい。

[0030] レーザ共振器250は、出力結合ミラー（OC：Output Coupler）180と、狭帯域化モジュール（LNM：Line Narrowing Module）170とを含んでもよい。狭帯域化モジュール170は、ビームを拡大するプリズム171と、回転ステージ172と、グレーティング173とを含んでもよい。グレーティング173は、入射角度と回折角度が同じ角度となるようにリトロ配置してもよい。回転ステージ172の上には、レーザ光がグレーティング173に入射する角度が変化するように、グレーティング173が設置されてもよい。ここで、出力結合ミラー（OC）180は、一部のレーザ光を反射し、一部の光を透過させる部分反射ミラーであってもよい。

[0031] パルスエネルギー検出器190は、出力結合ミラー（OC）180から出力されたレーザ光の光路上に配置されるビームスプリッタ191と、集光レンズ192と、光センサ193とを含んでもよい。

[0032] スペクトル検出器200は、出力結合ミラー（OC）180から出力され

たレーザ光の光路上に配置されるビームスプリッタ 201 と、集光レンズ 202 と、分光器 203 とを含んでもよい。分光器 203 は、例えば、図示しない拡散板とエアギャップエタロンと集光レンズと、ラインセンサとを含んでもよい。

[0033] パルスパワーモジュール (PPM) 50 は、図示しない充電コンデンサを含み、放電電極 20、21 に接続され、放電電極 20、21 を放電させるためのスイッチ 51 を含んでもよい。

[0034] 充電器 220 は、パルスパワーモジュール (PPM) 50 内にある図示しない充電コンデンサに接続されてもよい。

[0035] 圧力センサ 230 は、レーザチャンバ 10 内のレーザガス圧を測定するためのセンサである。圧力センサ 230 で測定されたレーザガス圧は、レーザコントローラ 240 に送信されてよい。

[0036] レーザチャンバ 10 には、レーザガスが満たされる。レーザガスは、例えば、希ガスとして Ar 又は Kr、ハロゲンガスとして F₂ ガス、バッファガスとして Ne 又は He であってもよいし、又は少なくとも F₂ ガスを含む混合ガスであってもよい。

[0037] レーザガス供給及び排気装置は、図示しないバルブと流量制御弁を含んでもよい。この装置は図示しないレーザガスを含むガスボンベと接続され、図示しないバルブと排気ポンプ含んでもよい。

[0038] エキシマレーザ装置は、露光装置 300 にレーザ光を出力してもよい。

[0039] 図 2 は、本実施形態に係るレーザチャンバ 10 の断面構成の一例を示した図である。図 2 に示すように、レーザチャンバ 10 の内部には、熱交換器 70 を配置してもよい。また、上側の電極 20 は、電気絶縁部 40 を介して PPM 50 の高電圧の出力部に接続支持され、下側の電極 21 は、電極 20 と対向するように電極ホルダ 30 により下から支持されてよく、配線 31 によりレーザチャンバ 10 の金属部と電氣的に接続されてよい。レーザチャンバ 10 の金属部はグラウンドに接続されていてもよい。

[0040] また、図 2 に示すように、クロスフローファン 80 の回転により、レーザ

チャンバ１０内のレーザガスがレーザチャンバ１０内を循環してよい。なお、レーザチャンバ１０内を循環するレーザガスは、熱交換器７０により循環しながら冷却されてよい。

[0041] ３．２ 動作

次に、図１及び図２を参照して、エキシマレーザ装置の動作について説明する。

[0042] レーザコントローラ２４０は、露光装置コントローラ３０１からレーザ装置の発振準備の命令を受けると、レーザガス供給及び配置された装置を制御してよい。レーザコントローラ２４０は、所定組成のレーザガスを、レーザチャンバ１０内が所定の圧力となるまで、レーザチャンバ１０内に供給してもよい。

[0043] レーザコントローラ２４０は、磁気軸受けコントローラ１５０に、クロスフローファン８０及び軸９０の磁気浮上と、モータ１４０を回転させる信号を送信してもよい。磁気軸受けコントローラ１５０は、クロスフローファン８０の軸９０を磁気浮上させ、モータコントローラ１６０を介して、クロスフローファン８０の回転数が所定の回転数となるように制御してもよい。

[0044] レーザコントローラ２４０は、露光装置コントローラ３０１から、目標のパルスエネルギー E_t と発振トリガを受信してもよい。レーザコントローラ２４０から、出力するレーザ光が目標のパルスエネルギー E_t となるように、充電器２２０に所定の充電電圧（ V_{hv} ）を設定してもよい。そして、発振トリガに同期させてパルスパワーモジュール（PPM）５０内のスイッチ５１を動作させ、電極２０、２１間に高電圧を印加してもよい。

[0045] その結果、電極２０、２１間で放電が発生し、レーザガスは励起され、出力結合ミラー（OC）１８０とグレーティング１７２とを含むレーザ共振器２５０でレーザ発振し得る。この時、プリズム１７１とグレーティング１７２によって、狭帯域化されたレーザ光が出力結合ミラー（OC）１８０から出力され得る。

[0046] 出力結合ミラー（OC）１８０から出力されたレーザ光の一部は、パルス

エネルギー検出器 190 に入射し、ビームスプリッタ 191 によって一部が反射され、レンズ 192 を介してレーザ光のパルスエネルギーが検出されてもよい。ビームスプリッタ 191 の透過光は、露光装置 300 に入射してもよい。このように、パルスエネルギー検出器 190 によって、出力結合ミラー (OC) から出力されたレーザ光のパルスエネルギー E を検出し得る。

[0047] レーザコントローラ 240 は、この時の充電電圧 V_{hv} と、出力されたパルスエネルギー E の少なくとも 1 つを記憶してもよい。また、レーザコントローラ 240 は、目標パルスエネルギー E_t と実際に出力されたエネルギー E との差 ΔE に基づいて、出力されたレーザ光のパルスエネルギー E が目標パルスエネルギー E_t となるように、充電電圧 V_{hv} をフィードバック制御してもよい。

[0048] レーザコントローラ 240 は、充電電圧 V_{hv} が許容範囲の最大値より高くなったら、レーザガス供給及び排気装置 210 を制御して、所定の圧力となるまでレーザガスをレーザチャンバ 10 内に供給してもよい。また、レーザコントローラ 240 は、充電電圧 V_{hv} が許容範囲の最小値より低くなったら、レーザガス供給及び排気装置 210 を制御して、所定の圧力となるまでレーザガスをレーザチャンバ 10 内から排気してもよい。

[0049] 出力結合ミラー (OC) 180 から出力されたレーザ光の一部を、ビームスプリッタ 201 によりサンプリングし、分光器 203 に入射させてもよい。分光器 203 により、レーザ光の中心波長が計測され得る。

[0050] レーザコントローラ 240 が、スペクトル計測器によって計測された波長と目標波長の差 $\Delta \lambda$ に基づいて、狭帯域化モジュール (LNM) 170 の回転ステージ 172 を制御することにより、レーザ光のグレーティング 173 に入射する角度が変化し得る。その結果、グレーティング 173 の選択波長が変化することによって、レーザ光の波長を制御し得る。

[0051] エキシマレーザ装置は、必ずしも狭帯域化レーザ装置でなくてもよく、自然発振光を出力するエキシマレーザ装置であってもよい。たとえば、狭帯域化モジュール (LNM) 170 の代わりに、高反射ミラーを配置してもよい。

。

[0052] 例えば、このような動作により、本実施形態に係るエキシマレーザ装置は、レーザ光を出力し得る。本実施形態に係るエキシマレーザ装置においては、レーザチャンバ10内に、クロスフローファン80及び軸90の一部が収容され、クロスフローファン80及び軸90の駆動部である磁気軸受け100、101と、磁気軸受け100、101の補助軸受けであるタッチダウンベアリング110、112がレーザチャンバ10の側壁に取り付けられて設置されるが、軸90と磁気軸受け100、101は隙間を有しているので、レーザチャンバ10内のレーザガスは、タッチダウンベアリング110、112まで到達する。上述のように、レーザガスには、フッ素ガスが用いられる場合がある。

[0053] この場合、タッチダウンベアリング110、112には、フッ素ガスに対する耐性があまり大きくないステンレス（SUS）が用いられ、タッチダウンベアリング110、112の耐久性が課題となることがあり得た。

[0054] そこで、本実施形態に係るエキシマレーザ装置では、フッ素ガス耐性の高い金属材料でタッチダウンベアリング110、112をめっきして被覆することにより、かかる課題を解決し得る。以下、本実施形態に係るレーザチャンバ及びエキシマレーザ装置に用いられるタッチダウンベアリング110、112の構成について、より詳細に説明する。

[0055] 4. エキシマレーザ装置のレーザチャンバに備えられたタッチダウンベアリング

4. 1 実施形態1

図3は、本開示の実施形態1に係るレーザチャンバの一例を示した図である。実施形態1に係るレーザチャンバ10は、クロスフローファン80と、軸90、91と、ラビリンス構造95と、磁気軸受け100、101と、ギャップセンサ105、106と、タッチダウンベアリング110、112とを備えてよい。なお、磁気軸受け100、101は、それぞれ内輪磁性体100a、101aと、外輪電磁コイル100b、101bと、ギャップ10

0 c、101 cとを有してよい。また、モータ140は、ステータ141と、ロータ142とを備えてよい。更に、レーザチャンバ10の外部には、磁気軸受けコントローラ150と、モータコントローラ160と、レーザコントローラ240が備えられてよい。

[0056] ここで、ギャップセンサ105、106は、それぞれ磁気軸受け100、101のギャップ100 c、101 cを検出するためのセンサであってもよい。ギャップセンサ105、106は、それぞれコイル105 a、106 aと、磁石105 b、106 bとを含んでいてもよい。磁石105 b、106 bとコイル105 a、106 aとの距離が変化すると、電磁誘導作用により、コイル105 a、106 aに逆起電力が生じて電流が流れる。そして、それぞれのコイル105 a、106 aを流れる電流値から、それぞれの磁気軸受け100、101のギャップ100 c、101 cを検出し得る。また、磁気軸受け100、101は、内輪磁性体100 a、101 aと外輪電磁コイル100 b、101 bとを含んでいてもよい。外輪電磁コイル100 b、101 bの電流値を制御することによって、内輪磁性体100 a、101 aとの間に発生する斥力を制御することができ、軸90を磁気浮上させるためのアクチュエータとなり得る。また、磁気軸受けコントローラ150は、ギャップセンサ105、106で検出されたギャップ100 c、101 cから、アクチュエータである外輪電磁コイル100 b、101 bにより発生する磁気浮上力を制御し、ギャップ100 c、101 cを適切に保つ制御を行う。モータコントローラ160は、モータ140を適切に回転駆動するための制御を行う。なお、レーザコントローラ240は、図1で説明した通りであるので、その説明を省略する。更に、図3において、タッチダウンベアリング110、112の箇所の軸91は、軸90よりも直径が小さく構成されている。

[0057] 図3に示すように、モータ140及び磁気軸受け100、101と、レーザチャンバ10内部とは、ラビリンス構造95が設けられているが、ラビリンス構造95でのレーザガスの完全な遮蔽は困難であり、ラビリンス構造9

5を通過して、レーザガスがモータ140、磁気軸受け100に到達する。モータ140はステータ141とロータ142との間にギャップを有し、磁気軸受け100、101も内輪磁性体100a、101aと外輪電磁コイル100b、101bとの間にギャップ100c、101cを有するので、ラビリンス構造95を通過したレーザガスは、更に外側にあるタッチダウンベアリング110、112に到達し得る。

[0058] しかしながら、本実施形態に係るレーザチャンバ10においては、タッチダウンベアリングの内輪と外輪の表面に、固定潤滑材として、Auめっき層、Ni含有めっき層、又はCuめっき層を形成し、内輪と外輪の表面を被覆してもよい。

[0059] 図4は、本実施形態に係るレーザチャンバのタッチダウンベアリング110の断面構成の一例を示した図である。なお、タッチダウンベアリング112も同様の構成を有するので、タッチダウンベアリング110のみを例に挙げて説明する。

[0060] 図4に示すように、軸91の周囲には、間隔を有して内輪（「インナーレース」と呼んでもよい。）113が設けられ、内輪113の外周面に接触して複数のボール116が設けられている。また、ボール116の外側には、やはりボール116に接触して外輪（「アウターレース」と呼んでもよい。）114が設けられている。つまり、内輪113と外輪114との間に、ボール116が径方向に挟まれるように設けられている。そして、内輪113及び外輪114の表面上には、固体潤滑材115が形成されてもよい。

[0061] 固体潤滑材115は、Auめっき層、Cuめっき層、Ni含有めっき層のいずれかから構成されてよい。なお、Ni含有めっき層は、Niを含む金属めっき層であれば、種々のめっき層であってよいが、例えば、Niめっき層、NiPめっき層又はNiBめっき層であってもよい。

[0062] これらの金属は、フッ素ガスに耐性を有するので、腐食を抑制し得る。また、これらの金属は、柔らかいので、内輪113及び外輪114のボール116との摩擦を低減する潤滑材として機能することができる。レーザチャン

バ１０に用いるタッチダウンベアリング１１０、１１２は、レーザガスの不純物の発生により放電が不安定となったり、レーザ光を吸収するため、油を潤滑剤として用いることができない。そのため、柔らかい金属材料を用いて、固体潤滑材１１５として機能させることにより、潤滑剤の代役を果たし、レーザガス中に不純物ガスの発生を抑制しつつ、タッチダウンベアリングの消耗を低減し得る。

[0063] なお、固体潤滑材１１５は、潤滑剤のみの機能を果たすためには、ボール１１６と接触する内輪１１３の外周面及び外輪１１４の内周面のみを被覆すれば足りるので、そのような構成としてもよい。しかしながら、フッ素ガスからの腐食抑制の観点からは、内輪１１３及び外輪１１４の表面全体に固体潤滑材１１５が形成されている方が好ましいので、内輪１１３及び外輪１１４の全体に固体潤滑材１１５を形成してもよい。

[0064] 固体潤滑材１１５に用いられるＡｕめっき層、Ｃｕめっき層及びＮｉ含有めっき層は、文字通りめっきにより形成されてよい。例えば、Ａｕめっき層及びＣｕめっき層は電気めっきで形成され、Ｎｉ含有めっき層は無電解めっきで形成されてもよい。Ｎｉ含有めっき層は、無電解めっきで十分な密着性が得られるが、Ａｕめっき層及びＣｕめっき層は、電気めっきを行わないと十分な密着性が得られない場合が多いので、各々適しためっきプロセスを用いてよい。

[0065] 内輪１１３及び外輪１１４は、固体潤滑材１１５以外の部分は、例えば、ステンレス（ＳＵＳ４４０Ｃ）で構成されてもよい。ステンレス（ＳＵＳ４４０Ｃ）は、フッ素ガスの耐性が必ずしも良くないが、固体潤滑材１１５を表面に設けることにより、レーザチャンバ１０に適したタッチダウンベアリング１１０、１１２となり得る。

[0066] また、ボール１１６は用途に応じて種々の材料で構成されてよいが、例えば、セラミックスで構成されたセラミックスボール１１６とされてもよい。このセラミックスボール１１６の材料はＦ₂ガスと反応し難いアルミナセラミックスが好ましい。

[0067] なお、A uめっき層又はC uめっき層をステンレス（S U S 4 4 0 C）の内輪 1 1 3 及び外輪 1 1 4 の表面に形成する場合、最初に約 0. 5 μ m のニッケルを含む金属めっきを無電解めっきで行って下地を形成し、更に所定の厚さのA uめっき層又はC uめっき層を電気めっきで形成するようにしてもよい。一般的に知られていることであるが、このような多層めっきを行うことで、めっき層の密着性を向上させ得る。なお、A uめっき層又はC uめっき層の厚さは、例えば、2 ~ 1 3 μ m の範囲であってもよい。また、A uめっき層又はC uめっき層を電気めっきで行う場合には、電流と通電時間によって、所定の厚さのめっき層を形成し得る。

[0068] N i 含有めっき層は、上述のように、ステンレス（S U S 4 4 0 C）の表面上に直接めっきし得るが、この場合のめっき層の厚さも、例えば、2 ~ 1 3 μ m の範囲であってもよい。また、N i 含有めっき層は、無電解めっきにより形成してよい。例えば、N i Pめっき層及びN i Bめっき層の場合には、それぞれ次亜リン酸及びジボランを還元剤とするめっき浴に、内輪 1 1 3 及び／又は外輪 1 1 4 を所定時間浸漬することで、所定の厚さのめっき層を形成し得る。

[0069] このように、実施形態 1 に係るレーザチャンバ及びこれを用いた放電励起式ガスレーザ装置によれば、タッチダウンベアリング 1 1 0、1 1 2 の表面にA uめっき層、C uめっき層、N i 含有めっき層のいずれかの被覆層を形成することにより、内輪 1 1 3 及び外輪 1 1 4 の腐食を抑制し得るとともに、タッチダウンベアリング 1 1 0、1 1 2 の消耗を抑制し、軸受け機能を長期に亘って円滑に果たし得る。

[0070] 4. 2 実施形態 2

図 5 は、本開示の実施形態 2 に係るレーザチャンバに備えられたクロスフローファン 8 0 及びその駆動機構の一例を示した図である。実施形態 2 におけるクロスフローファン 8 0 及びその駆動機構においては、クロスフローファン 8 0 にモータ 1 4 0 が同軸で接続されているとともに、モータ 1 4 0 の外側に第 1 のタッチダウンベアリング 1 1 0、モータ 1 4 0 とクロスフロー

ファン８０との間に磁気軸受け１００及び第２のタッチダウンベアリング１１１、クロスフローファン８０の外側に磁気軸受け１０１及び第３のタッチダウンベアリング１１２が設けられている。つまり、タッチダウンベアリング１１０、１１１、１１２が３つ設けられている点で、タッチダウンベアリング１１０、１１２の２つしか設けられていない実施形態１と異なっている。このように、全体の外側両端にのみタッチダウンベアリング１１０、１１２を設けるのではなく、クロスフローファン８０とモータ１４０との間にもタッチダウンベアリング１１１を設けるようにしてもよい。

[0071] 図５において、両端の第１及び第３のタッチベアリング１１０、１１２は、軸９１も細く、その負荷は小さくなっている。しかしながら、第２のタッチダウンベアリング１１１は、駆動源であるモータ１４０と駆動対象であるクロスフローファン８０との間に配置され、軸９０も太く構成されているように、大きな負荷が加わる箇所である。

[0072] 実施形態１において、固体潤滑材１１５となるめっき層として、Ａｕめっき層、Ｃｕめっき層、Ｎｉ含有めっき層を挙げたが、このうち、Ａｕめっき層とＣｕめっき層は、Ｎｉ含有めっき層よりも柔らかく、比較的大きな負荷にも耐え得るめっき層であり得る。また、Ｃｕめっき層はＡｕめっき層にくらべてＦ₂ガスとの反応性が低い。したがって、Ｆ₂ガスを含むレーザガスを使用するレーザチャンバのタッチダウンベアリングの固体潤滑材としてはＣｕめっき層が好ましい。

[0073] よって、モータ１４０とクロスフローファン８０との間の第２のタッチダウンベアリング１１１には、大きな負荷でも耐え得るＣｕめっき層を用いることが好ましい。例えば、第２のタッチダウンベアリング１１１に固体潤滑材１１５として用いるＣｕめっき層の厚さを、１０μｍとしてもよい。

[0074] しかしながら、Ｃｕめっき層は、加工精度（めっき層の膜厚制御の精度）があまり高くなく、公差は±２～３μｍである。よって、第２のタッチダウンベアリング１１１に固体潤滑材１１５として用いるＣｕめっき層は、好ましくは１０±３μｍ、更に好ましくは１０±２μｍの厚さにしてもよい。

[0075] 一方、両端外側の第1及び第3のタッチダウンベアリング110、112は、負荷は第2のタッチダウンベアリングよりも小さいが、寸法が小さく、めっき層の公差が小さいことが要求される。

[0076] ここで、Auめっき層、Cuめっき層、Ni含有めっき層のうち、Ni含有めっき層、特にNiPめっき層は、Cuめっき層よりは硬いが、公差は小さく、高精度な膜厚制御が可能である。具体的には、固体潤滑剤114の膜厚を10 μ mに設定したときに、NiPめっき層は10 $\pm$ 1 μ mの精度で形成することが容易である。よって、第2のタッチダウンベアリング111よりも負荷が小さいが、より高精度な膜厚制御が要求される第1及び第3のタッチダウンベアリング110、112については、NiPめっき層を用いるようにしてもよい。

[0077] 但し、基本的には、第1及び第3のタッチダウンベアリング110、112に用いる固体潤滑材115についても、柔らかく、大きな負荷でも耐え得るCuめっき層を用いることは第2のタッチダウンベアリング111と同様に好ましい。よって、第1及び第3のタッチダウンベアリング110、112の加工精度の要求があまり高くない場合や、Cuめっき層を用いても高精度な膜厚制御が可能な場合には、第1乃至第3のタッチダウンベアリング110～112の総てについて、固体潤滑材115としてCuめっき層を用いるようにしてもよい。

[0078] 以上の説明を表にして示すと、表1のようになる。

[0079]

[表1]

位置	第1TDB	第2TDB	第3TDB	第1TDB	第2TDB	第3TDB
母材	SUS 440C			SUS 440C		
メッキ表面処理材質	Cu			NiP	Cu	NiP
メッキ厚	10 μm			10 μm		

[0080] 表1において、左側は、第1乃至第3のタッチダウンベアリング110～

112の総てについて、固体潤滑材115としてCuめっき層を用いた場合である。右側は、第2のタッチダウンベアリング111については、固体潤滑材115としてCuめっき層を用い、第1及び第3のタッチダウンベアリング110、112については、固体潤滑材115として、NiPめっき層を用いた場合である。

[0081] その他、コスト等においては不利ではあるが、第1乃至第3のタッチダウンベアリング110～112の総てについて、Auめっき層を用いてもよいし、用途に応じて、固体潤滑材115として用いるめっき層の材料は、種々の組み合わせとしてよい。

[0082] また、固体潤滑材115の厚さについても、本実施形態では10 μ mとした例を挙げて説明したが、用途に応じて種々変更してよく、例えば、2～13 μ mの範囲の中で、用途に応じて適切な膜厚を選択してもよい。

[0083] 更に、本実施形態では、タッチダウンベアリング110～112を3箇所設置する例を挙げて説明したが、用途に応じて、更に多くのタッチダウンベアリングを設置し、各箇所に要求される負荷の大きさや加工精度を考慮して、各箇所に応じた適切なめっき層を固体潤滑材115として用いるようにしてもよい。

[0084] このように、実施形態2に係るレーザチャンバ及びこれを用いた放電励起式ガスレーザ装置によれば、タッチダウンベアリングを3箇所以上に設け、各箇所の負荷や加工精度に応じて適切なめっき層を固体潤滑材として用いることにより、フッ素ガスによる腐食を抑制するとともに、タッチダウンベアリングの消耗を効果的に抑制することができる。

[0085] 5. エキシマレーザ装置のレーザチャンバ

5. 1 実施形態3

図6は、本開示の実施形態3に係るエキシマレーザ装置のレーザチャンバの構成を例示する図である。図6に例示するような、エキシマレーザのレーザチャンバ10は、一对の電極20及び21、電極ホルダ30、電気絶縁部40、並びに二つのウィンドウ60及び61を含んでもよい。図6に例示す

るような一对の電極 20 及び 21、電極ホルダ 30、電気絶縁部 40、並びに二つのウィンドウ 60 及び 61 は、図 1 に例示するものと同様なものであってもよい。

[0086] レーザチャンバ 10 は、クロスフローファン 80、軸 90 及び 91、磁気軸受け 100 及び 101、タッチダウンベアリング 110、111、及び 112、並びにモータ 140 をさらに含んでもよい。図 6 に例示するような、クロスフローファン 80、軸 90 及び 91、磁気軸受け 100 及び 101、タッチダウンベアリング 110、111、及び 112、並びにモータ 140 は、図 5 に例示するものと同様なものであってもよい。

[0087] レーザチャンバ 10 は、二つの吸気口 401 及び 402 並びに一つの排気口 403 をさらに含んでもよい。吸気口 401 は、タッチダウンベアリング 110 及び 111 にパージガスを供給することが可能であるように構成されてもよい。吸気口 401 は、パージガスを供給することが可能であるように構成された配管に接続するように構成されたものであってもよい。吸気口 401 は、パージガスを供給することが可能であるように構成された配管に接続する継ぎ手に接続するように構成されたものであってもよい。吸気口 401 は、軸 90 の方向においてタッチダウンベアリング 110 についてクロスフローファン 80 の反対側（タッチダウンベアリング 110 の外側）に設けられてもよい。吸気口 402 は、タッチダウンベアリング 112 にパージガスを供給することが可能であるように構成されてもよい。吸気口 402 は、パージガスを供給することが可能であるように構成された配管に接続するように構成されたものであってもよい。吸気口 402 は、パージガスを供給することが可能であるように構成された配管に接続する継ぎ手に接続するように構成されたものであってもよい。吸気口 402 は、軸 91 の方向においてタッチダウンベアリング 112 についてクロスフローファン 80 の反対側（タッチダウンベアリング 112 の外側）に設けられてもよい。排気口 403 は、タッチダウンベアリング 110、111、及び 112 に供給されたパージガスを排気することが可能であるように構成されてもよい。排気口 403

は、パージガスを排気することが可能であるように構成された配管に接続するように構成されたものであってもよい。排気口４０３は、パージガスを排気することが可能であるように構成された配管に接続する継ぎ手に接続するように構成されたものであってもよい。排気口４０３は、軸９０及び軸９１の少なくとも一つの方向においてタッチダウンベアリング１１１及び１１２の間に設けられてもよい。

[0088] レーザチャンバ１０は、三つの継ぎ手４０４、４０５、及び４０６をさらに含んでもよい。継ぎ手４０４は、吸気口４０１に接続されてもよい。継ぎ手４０５は、吸気口４０２に接続されてもよい。継ぎ手４０６は、排気口４０３に接続されてもよい。継ぎ手４０４及び継ぎ手４０５の各々は、例えば、市販のＶＣＲ（登録商標）メタル・ガスケット式面シール継ぎ手であってもよい。継ぎ手４０６は、例えば、Ｏリングを含むクイックカップリングであってもよい。クイックカップリングに含まれるＯリングは、フッ素を含む樹脂で作られたものであってもよい。

[0089] レーザチャンバ１０は、三つの蓋４０７、４０８、及び４０９をさらに含んでもよい。蓋４０７は、吸気口４０１に接続してもよい。蓋４０７は、継ぎ手４０４に接続してもよい。蓋４０７は、直接的に吸気口４０１をシールしてもよい。蓋４０７は、継ぎ手４０４を介して吸気口４０１をシールしてもよい。蓋４０８は、吸気口４０２に接続してもよい。蓋４０８は、継ぎ手４０５に接続してもよい。

蓋４０８は、直接的に吸気口４０２をシールしてもよい。蓋４０８は、継ぎ手４０５を介して吸気口４０２をシールしてもよい。蓋４０９は、排気口４０３に接続してもよい。蓋４０９は、継ぎ手４０６に接続してもよい。蓋４０９は、直接的に排気口４０３をシールしてもよい。蓋４０９は、継ぎ手４０６を介して排気口４０３をシールしてもよい。

[0090] 図７Ａは、ＶＣＲ（登録商標）メタル・ガスケット式面シール継ぎ手の例を例示する図である。ＶＣＲ（登録商標）メタル・ガスケット式面シール継ぎ手は、例えば、ガスケット５０１が、雄ナット５０２及び雌ナット５０３

を組み合わせることによって、二つのグランド５０４及び５０５の間に挟まれるようなものであってもよい。ＶＣＲ（登録商標）メタル・ガスケット式面シール継ぎ手は、例えば、ガスケット５０１が、ボディ５０６及び雌ナット５０３を組み合わせることによって、ボディ５０６及びグランド５０４の間に挟まれるようなものであってもよい。

[0091] 図７Ｂは、クイックカップリングの例を例示する図である。クイックカップリングは、Ｏリング６０１が設けられたセンターリング６０２を二つのフランジ６０３及び６０４の間に挟むと共に、センターリング６０２並びにフランジ６０３及び６０４をクランプ６０５で締め付けるようなものであってもよい。

[0092] 図８は、本開示の実施形態３に係るエキシマレーザ装置のレーザチャンバの動作を例示する図である。

[0093] エキシマレーザのレーザチャンバ１０にフッ素ガスを含むレーザガスを供給すると共に一对の電極２０及び２１の間で放電を引き起こすと、レーザガスからフッ素原子が生じ得る。レーザガスから生じたフッ素原子は、タッチダウンベアリング１１０、１１１、及び１１２と反応し得る。タッチダウンベアリング１１０、１１１、及び１１２がステンレス鋼（ＳＵＳ）で作られている場合には、ダスト粒子としてフッ化鉄の微粒子を生じ得る。タッチダウンベアリング１１０、１１１、及び１１２に生じたダスト粒子は、レーザチャンバ１０のメンテナンスのためにレーザチャンバ１０を開放するとき、大気中の水分を吸収して膨張し得る。膨張したダスト粒子は、タッチダウンベアリング１１０及び軸９０の間の隙間、タッチダウンベアリング１１１及び軸９０の間の隙間、タッチダウンベアリング１１２及び軸９１の間の隙間を埋め得る。膨張したダスト粒子は、タッチダウンベアリング１１０、１１１、及び１１２のベアリングボールの内輪、外輪及び表面に堆積し得る。その結果、タッチダウンベアリング１１０、１１１、及び１１２のロックが生じ得る。

[0094] 本開示の実施形態３に係るレーザチャンバ１０が、吸気口４０１を含む場

合には、吸気口401に直接的に配管が接続されてもよい。本開示の実施形態3に係るレーザチャンバ10が、吸気口401を含む場合には、吸気口401に継ぎ手404を介して配管が接続されてもよい。吸気口401に継ぎ手404を介して配管を接続する場合には、吸気口401に配管をより容易に接続することができる。本開示の実施形態3に係るレーザチャンバ10が、吸気口402を含む場合には、吸気口402に直接的に配管が接続されてもよい。本開示の実施形態3に係るレーザチャンバ10が、吸気口402を含む場合には、吸気口402に継ぎ手405を介して配管が接続されてもよい。吸気口402に継ぎ手405を介して配管を接続する場合には、吸気口401に配管をより容易に接続することができる。吸気口401及び吸気口402に接続される配管は、パージガス供給装置701に接続されてもよい。パージガス供給装置701は、吸気口401及び吸気口402にパージガスを供給してもよい。パージガスは、水分及び不純物のいずれをも含まないガスであってもよい。パージガスは、例えば、窒素(N_2)ガス、ヘリウム(He)ガス、二酸化炭素(CO_2)ガス、及びそれらの組み合わせの少なくとも一つであってもよい。パージガス供給装置701は、パージガスの液体を貯蔵するタンクであってもよい。

[0095] 本開示の実施形態3に係るレーザチャンバ10が、排気口403を含む場合には、排気口403に直接的に配管が接続されてもよい。本開示の実施形態3に係るレーザチャンバ10が、排気口403を含む場合には、排気口403に継ぎ手406を介して配管が接続されてもよい。排気口403に継ぎ手406を介して配管を接続する場合には、排気口403に配管をより容易に接続することができる。排気口403に接続される配管は、排気装置702に接続されてもよい。排気装置702は、吸気口401及び吸気口402からレーザチャンバ10の内部に供給されたガスをレーザチャンバ10の外部へ排気してもよい。排気装置702は、ドライポンプであってもよい。

[0096] 吸気口401及び402にパージガス供給装置701が接続されると共に排気口403に排気装置702が接続される場合には、レーザチャンバ10

内にパージガスを供給すると共にレーザチャンバ10の外にパージガスを排気することができる。レーザチャンバ10内にパージガスを供給すると共にレーザチャンバ10の外にパージガスを排気する場合には、タッチダウンベアリング110、111、及び112に付着したダスト粒子を除去することができる。タッチダウンベアリング110、111、及び112から除去されたダスト粒子を、排気装置702によってパージガスと一緒に排気口403を通じてレーザチャンバ10の外部に除去することができる。

[0097] レーザチャンバ10のメンテナンスのためにレーザチャンバ10を開放する前に、パージガスによってタッチダウンベアリング110、111、及び112に付着したダスト粒子を除去してもよい。その場合には、タッチダウンベアリング110、111、及び112のロックを引き起こし得るダスト粒子を事前に除去することができる。タッチダウンベアリング110、111、及び112のロックの発生を抑制することができるため、タッチダウンベアリング110、111、及び112の交換の頻度を低減することができる。

[0098] 吸気口401及び402をそれぞれタッチダウンベアリング110及び112の外側に設けると共に排気口403をタッチダウンベアリング111及び112の間に設ける場合には、パージガスをより効率的に流すことができる。その結果、タッチダウンベアリング110、111、及び112に付着したダスト粒子をより効率的に除去することができる。

[0099] 5. 2 実施形態4

図9は、本開示の実施形態4に係るエキシマレーザ装置のレーザチャンバの構成を例示する図である。図9に例示するような、エキシマレーザのレーザチャンバ10は、一对の電極20及び21、電極ホルダ30、電気絶縁部40、並びに二つのウィンドウ60及び61を含んでもよい。図9に例示するような一对の電極20及び21、電極ホルダ30、電気絶縁部40、並びに二つのウィンドウ60及び61は、図6及び図8に例示するものと同様なものであってもよい。

[0100] レーザチャンバ10は、クロスフローファン80、軸90及び91、磁気軸受け100及び101、タッチダウンベアリング110、111、及び112、並びにモータ140をさらに含んでもよい。図9に例示するような、クロスフローファン80、軸90及び91、磁気軸受け100及び101、タッチダウンベアリング110、111、及び112、並びにモータ140は、図6及び図8に例示するものと同様なものであってもよい。

[0101] レーザチャンバ10は、吸気口401及び402、排気口403、並びに継ぎ手404、405、及び406をさらに含んでもよい。図9に例示するような、吸気口401及び402、排気口403、並びに継ぎ手404、405、及び406は、図6及び図8に例示するものと同様なものであってもよい。吸気口401及び402の各々の口径は、排気口403の口径よりも小さいものであってもよい。

[0102] 図9に例示するようなレーザチャンバ10は、三つのバルブ801、802、及び803をさらに含んでもよい。バルブ801、802、及び803の各々は、独立に、例えば、ベローズバルブ、ボールバルブ、ニードルバルブ、バタフライバルブ、及びゲートバルブの少なくとも一つであってもよい。バルブ801、802、及び803は、それぞれ、吸気口401、吸気口402、及び排気口403に接続されてもよい。バルブ801が、排気口403のものよりも小さい口径を備えた吸気口401について使用される場合には、バルブ801は、ベローズバルブ、ボールバルブ、及びニードルバルブの少なくとも一つであってもよい。バルブ802が、排気口403のものよりも小さい口径を備えた吸気口402について使用される場合には、バルブ802は、ベローズバルブ、ボールバルブ、及びニードルバルブの少なくとも一つであってもよい。バルブ803が、バルブ801及び802の各々のものよりも大きい口径を備えた排気口403について使用される場合には、バルブ803は、例えば、バタフライバルブ及びゲートバルブの少なくとも一つであってもよい。

[0103] 図10は、バルブの例を例示する図である。ベローズバルブ901は、弁

箱内部に設けられた弁座面に蛇腹状の部分を備えた弁棒の先端に設けられた円錐状の弁体を押し付けることで流体の流れを止めるバルブであってもよい。ボールバルブ902は、空洞を備えた球状の弁体を回転させることによって流路の開閉を行なうバルブであってもよい。ニードルバルブ903は、弁箱内部に設けられた弁座面に円錐状の弁体を押し付けることで流体の流れを止めるバルブであってもよい。バタフライバルブ904は、円盤状の弁体を回転させることによって流路の開閉を行なうバルブであってもよい。ゲートバルブ905は、バルブの弁箱に収納された円盤状の弁体を流路に対し略直角に動作させることで流路の開閉を行うバルブであってもよい。

[0104] 吸気口401及びバルブ801は、配管及びバルブ804を介してパージガス供給装置701に接続されてもよい。吸気口402及びバルブ802は、配管及びバルブ805を介してパージガス供給装置701に接続されてもよい。吸気口401及びバルブ801は、配管及びバルブ806を介して排気装置702に接続されてもよい。吸気口402及びバルブ802は、配管及びバルブ807を介して排気装置702に接続されてもよい。排気口403及びバルブ803は、配管を介して排気装置702に接続されてもよい。パージガス供給装置701及び排気装置702は、図8に例示するものと同様なものであってもよい。

[0105] バルブ801は、配管を介してバルブ804及び806に接続されてもよい。バルブ801は、継ぎ手404及び配管を介してバルブ804及び806に接続されてもよい。バルブ802は、配管を介してバルブ805及び807に接続されてもよい。バルブ802は、継ぎ手405及び配管を介してバルブ805及び807に接続されてもよい。バルブ803は、配管を介して排気装置702に接続されてもよい。バルブ803は、継ぎ手406及び配管を介して排気装置702に接続されてもよい。バルブ801、802、及び803が、それぞれ、継ぎ手404、405、及び406に接続される場合には、レーザチャンバ10をより容易にパージガス供給装置701及び排気装置702に接続することができる。

[0106] 図9に例示するようなレーザチャンバ10において、バルブ804及び805を閉じると共にバルブ801、802、803、806、及び807を開くことによって、レーザチャンバ10内の空気を事前に排気してもよい。レーザチャンバ10内の空気を排気することができるので、空気中に含まれる水分によって引き起こされ得るタッチダウンベアリング110、111、及び112のロックの発生を抑制することができる。バルブ806及びバルブ807を閉じると共にバルブ801、802、803、804、及び805を開くことによって、レーザチャンバ10内にパージガスを供給すると共にレーザチャンバ10からパージガスを排気してもよい。レーザチャンバ10に供給されたパージガスによってタッチダウンベアリング110、111及び112に付着したダスト粒子をタッチダウンベアリング110、111及び112から除去すると共にレーザチャンバ10から外部に除去することができる。タッチダウンベアリング110、111及び112に付着したダスト粒子によって引き起こされ得るタッチダウンベアリング110、111、及び112のロックの発生を抑制することができる。

[0107] 図9に例示するようなレーザチャンバ10において、継ぎ手406は、パージガス供給装置701に接続されずに排気装置702に接続されるので、継ぎ手406は、必ずしもレーザチャンバ10に含まれなくてもよい。継ぎ手406がレーザチャンバ10に含まれない場合であっても、排気口403を通じてレーザチャンバ10へ侵入する大気中の水分は、より少ないものであると考えられる。継ぎ手406がレーザチャンバ10に含まれない場合であっても、タッチダウンベアリング110、111、及び112のロックは、必ずしも容易に生じるものではないと考えられる。

[0108] 図11は、本開示の実施形態4に係るエキシマレーザ装置のレーザチャンバの動作を例示する図である。図11は、図9に例示するようなレーザチャンバ10の動作を例示する。レーザチャンバ10の初期状態において、バルブ801、802、及び803を閉じてよい。レーザチャンバ10の初期状態において、バルブ804、805、806、及び807を開けてよい。

- 。
- [0109] ステップS 1 0 0 1において、バルブ8 0 4、8 0 5、8 0 6、及び8 0 7を閉じてもよい。
- [0110] ステップS 1 0 0 2において、レーザチャンバ1 0の継ぎ手4 0 4、4 0 5、4 0 6に図9に例示するようなパージガス供給装置7 0 1及び排気装置7 0 2に接続した配管を接続してもよい。
- [0111] ステップS 1 0 0 3において、バルブ8 0 6及び8 0 7を開けてもよい。
- [0112] ステップS 1 0 0 4において、排気装置7 0 2を動作させてもよい。排気装置7 0 2を動作させることによって、バルブ8 0 6及び8 0 7を介して配管内の空気を排気してもよい。
- [0113] 配管内の空気を排気した後、ステップS 1 0 0 5において、バルブ8 0 6及び8 0 7を閉じてもよい。排気装置7 0 2の動作を停止してもよい。
- [0114] ステップS 1 0 0 6において、バルブ8 0 4及び8 0 5を開けてもよい。
- [0115] ステップS 1 0 0 7において、バルブ8 0 1、8 0 2、及び8 0 3を開けてもよい。
- [0116] ステップS 1 0 0 8において、排気装置7 0 2を動作させてもよい。排気装置7 0 2を動作させることによって、パージガス供給装置7 0 1からレーザチャンバ1 0内へとパージガスを供給してもよい。パージガス供給装置7 0 1からレーザチャンバ1 0内へとパージガスを供給することによって、タッチダウンベアリング1 1 0、1 1 1、及び1 1 2に付着したダスト粒子をタッチダウンベアリング1 1 0、1 1 1、及び1 1 2から除去してもよい。排気装置7 0 2を動作させることによって、レーザチャンバ1 0に供給されたパージガスをタッチダウンベアリング1 1 0、1 1 1、及び1 1 2から除去されたダスト粒子と共にレーザチャンバ1 0から排気してもよい。
- [0117] ステップS 1 0 0 9において、バルブ8 0 1、8 0 2、8 0 3、8 0 4、及び8 0 5を閉じてもよい。排気装置7 0 2の動作を停止してもよい。
- [0118] ステップ1 0 1 0において、継ぎ手4 0 4、4 0 5、及び4 0 6から図9に例示するようなパージガス供給装置7 0 1及び排気装置7 0 2に接続した

配管を分離してもよい。

[0119] 本開示において、例えば、タッチダウンベアリングにAuめっき層、Ni含有めっき層、及びCuめっき層の少なくとも一つを用いると共にタッチダウンベアリングにパージガスを供給するための吸気口及びパージガスを排気するための排気口を設けてもよい。この場合には、タッチダウンベアリングの腐食及び消耗を抑制すると共にタッチダウンベアリングのロックの発生を抑制することができる。その結果、タッチダウンベアリングの交換の頻度を低減することができる。

[0120] 以上、本開示の好ましい実施形態について詳説したが、本開示は、上述した実施形態に制限されることはなく、本開示の範囲を逸脱することなく、上述した実施形態に種々の変形及び置換を加えることができる。

[0121] 上記の説明は、制限ではなく単なる例示を意図したものである。従って、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本開示の実施形態に変更を加えることができることは、当業者には明らかであろう。本明細書及び添付の特許請求の範囲で使用される用語は、「限定的でない」用語を解釈されるべきである。例えば、「含む」又は「含まれる」という用語は、「含まれるものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。「有する」という用語は、「有するものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。また、本明細書、及び添付の特許請求の範囲に記載される不定冠詞“1つの”は、「少なくとも1つ」又は「1又はそれ以上」を意味すると解釈されるべきである。

[0122] 本出願は、2012年11月5日に出願された日本国特許出願第2012-243790号からの優先権を主張するものであり、その全体の内容は、これにより援用される。

符号の説明

[0123] 10 レーザチャンバ
20、21 電極
80 クロスフローファン

90、91 軸

100、101 磁気軸受け

110、111、112 タッチダウンベアリング

113 内輪

114 外輪

115 固体潤滑材

116 ボール

140 モータ

150 磁気軸受けコントローラ

160 モータコントローラ

240 レーザコントローラ

401、402 吸気口

403 排気口

404、405、406 継ぎ手

801、802、803 バルブ

請求の範囲

- [請求項1] 一対の放電電極及びガス循環用のファンを収容したレーザチャンバであって、
- 前記ファンの軸を非接触で支持可能な磁気軸受けと、
- 該磁気軸受けの制御不能時に軸受けとして機能とするタッチダウンベアリングを備え、
- 該タッチダウンベアリングの固体潤滑材として、A u めっき層、N i 含有めっき層及びC u めっき層の少なくともいずれか1つが用いられたレーザチャンバ。
- [請求項2] 前記固体潤滑材は、前記タッチダウンベアリングの内輪及び外輪の少なくとも一部を被覆している請求項1に記載のレーザチャンバ。
- [請求項3] 前記固体潤滑材は、前記タッチダウンベアリングの内輪及び外輪の全面を被覆している請求項1に記載のレーザチャンバ。
- [請求項4] 前記N i 含有めっき層は、N i めっき層、N i めっき層及びN i B めっき層のいずれか一つである請求項2に記載のレーザチャンバ。
- [請求項5] 前記固体潤滑材の厚さは、 $2 \sim 13 \mu\text{m}$ の範囲にある請求項2に記載のレーザチャンバ。
- [請求項6] 前記固体潤滑材の下地として、N i めっき層が形成された請求項2に記載のレーザチャンバ。
- [請求項7] 前記タッチダウンベアリングは、前記内輪と前記外輪との間にセラミックスボールを備える請求項2に記載のレーザチャンバ。
- [請求項8] 前記内輪及び前記外輪は、前記固体潤滑材以外の部分はステンレス材料で構成された請求項2に記載のレーザチャンバ。
- [請求項9] 前記ファンと同軸で接続されたモータを有し、
- 前記タッチダウンベアリングは、前記ファンと前記モータとの接続箇所と、前記ファンの外側端部と、前記モータの外側端部の3箇所に設けられた請求項1に記載のレーザチャンバ。
- [請求項10] 前記3箇所に設けられた前記タッチダウンベアリングの前記固体潤

滑材は、前記Cuめっき層である請求項9に記載されたレーザチャンバ。

[請求項11] 前記ファンと前記モータとの接続箇所に設けられた前記タッチダウンベアリングの前記固体潤滑材はCuめっき層であり、

前記ファンの外側端部及び前記モータの外側端部に設けられた前記タッチダウンベアリングの前記固体潤滑材はNiPめっき層である請求項9に記載のレーザチャンバ。

[請求項12] 前記タッチダウンベアリングにパージガスを供給することが可能であるように構成された吸気口、及び、

前記パージガスを排気することが可能であるように構成された排気口

をさらに備える、請求項1に記載のレーザチャンバ。

[請求項13] 前記吸気口に接続された第一の継ぎ手、及び、

前記排気口に接続された第二の継ぎ手

をさらに備える、請求項12に記載のレーザチャンバ。

[請求項14] 前記吸気口及び前記第一の継ぎ手の間に設けられた第一のバルブ、並びに

前記排気口及び前記第二の継ぎ手の間に設けられた第二のバルブをさらに備える、請求項13に記載のレーザチャンバ。

[請求項15] 請求項1乃至14のいずれか一項に記載のレーザチャンバと、該レーザチャンバのレーザの発生を制御するレーザコントローラと、を備える放電励起式ガスレーザ装置。

[請求項16] 一对の電極、

レーザガスを循環させることが可能であるように構成されたファン、

非接触の様式で前記ファンの軸を磁氣的に支持することが可能であるように構成された磁気軸受け、

前記磁気軸受けの故障の際に前記ファンの軸を支持することが可能

であるように構成されたタッチダウンベアリング、

前記タッチダウンベアリングにパージガスを供給することが可能であるように構成された吸気口、及び、

前記パージガスを排気することが可能であるように構成された排気口

を備える、レーザチャンバ。

[請求項17] 前記吸気口に接続された第一の継ぎ手、及び、

前記排気口に接続された第二の継ぎ手

をさらに備える、請求項16に記載のレーザチャンバ。

[請求項18] 前記吸気口及び前記第一の継ぎ手の間に設けられた第一のバルブ、並びに

前記排気口及び前記第二の継ぎ手の間に設けられた第二のバルブ

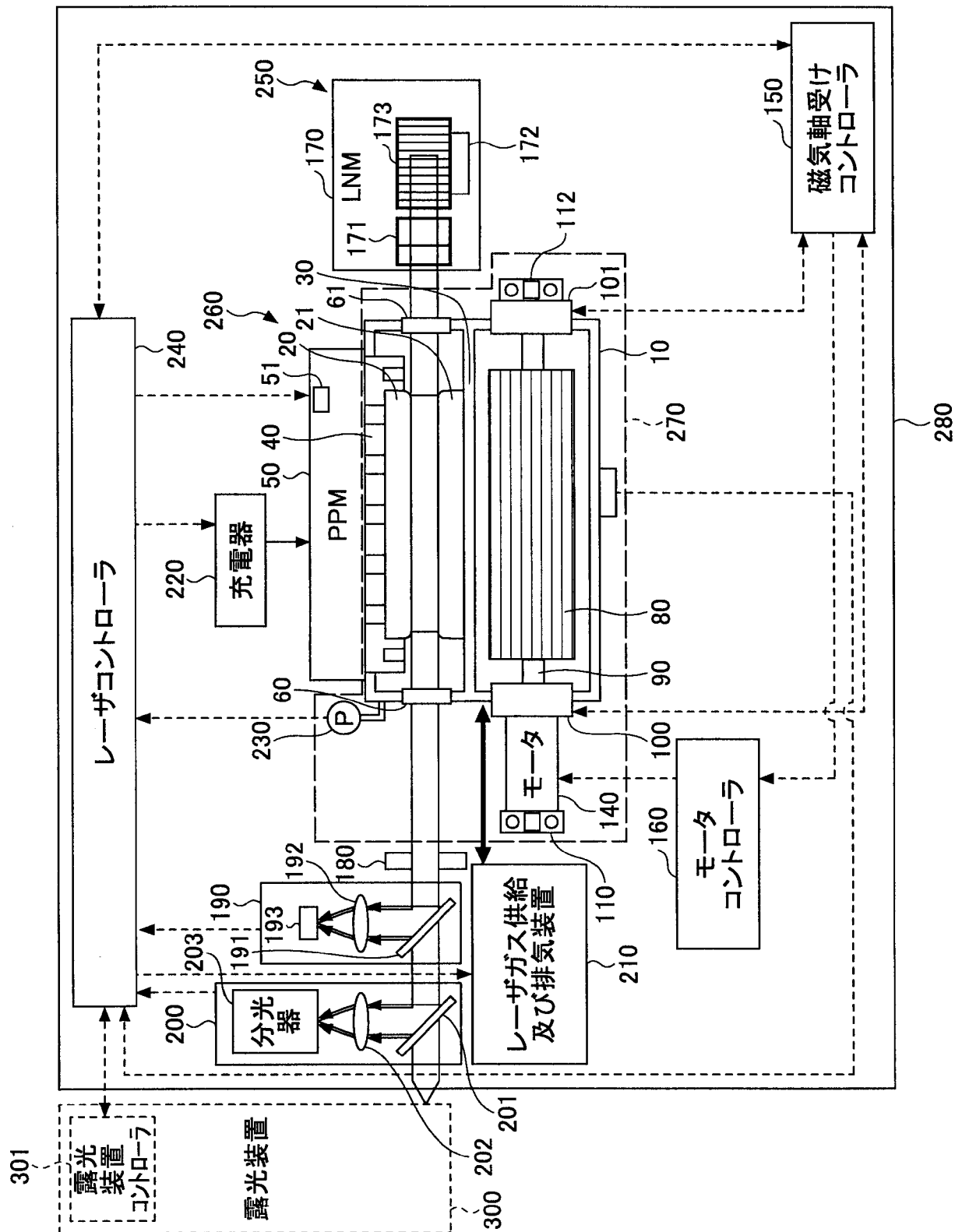
をさらに備える、請求項17に記載のレーザチャンバ。

[請求項19] 請求項16に記載のレーザチャンバ、及び

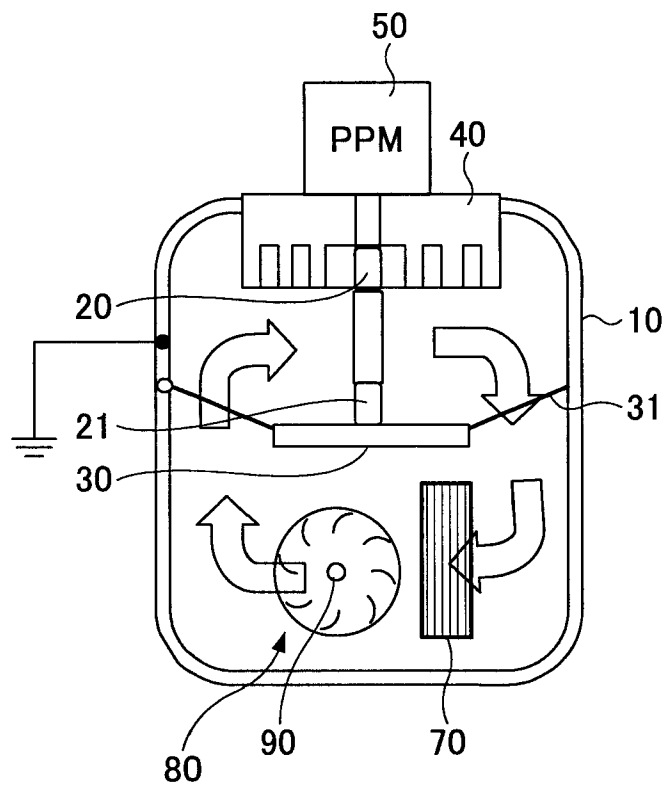
前記レーザチャンバにおけるレーザ光の発生を制御するように構成されたレーザコントローラ

を備える、放電励起式ガスレーザ装置。

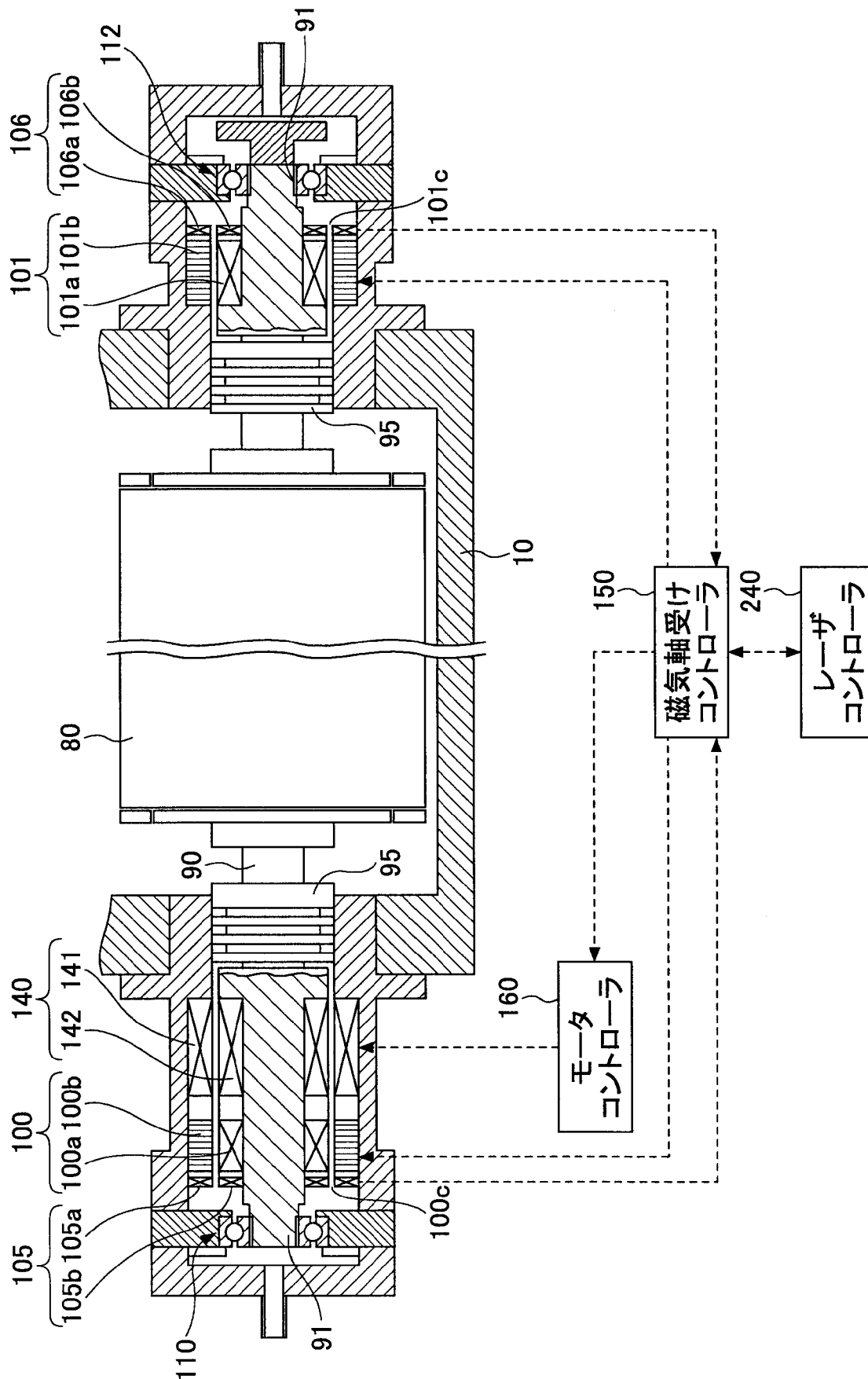
[図1]



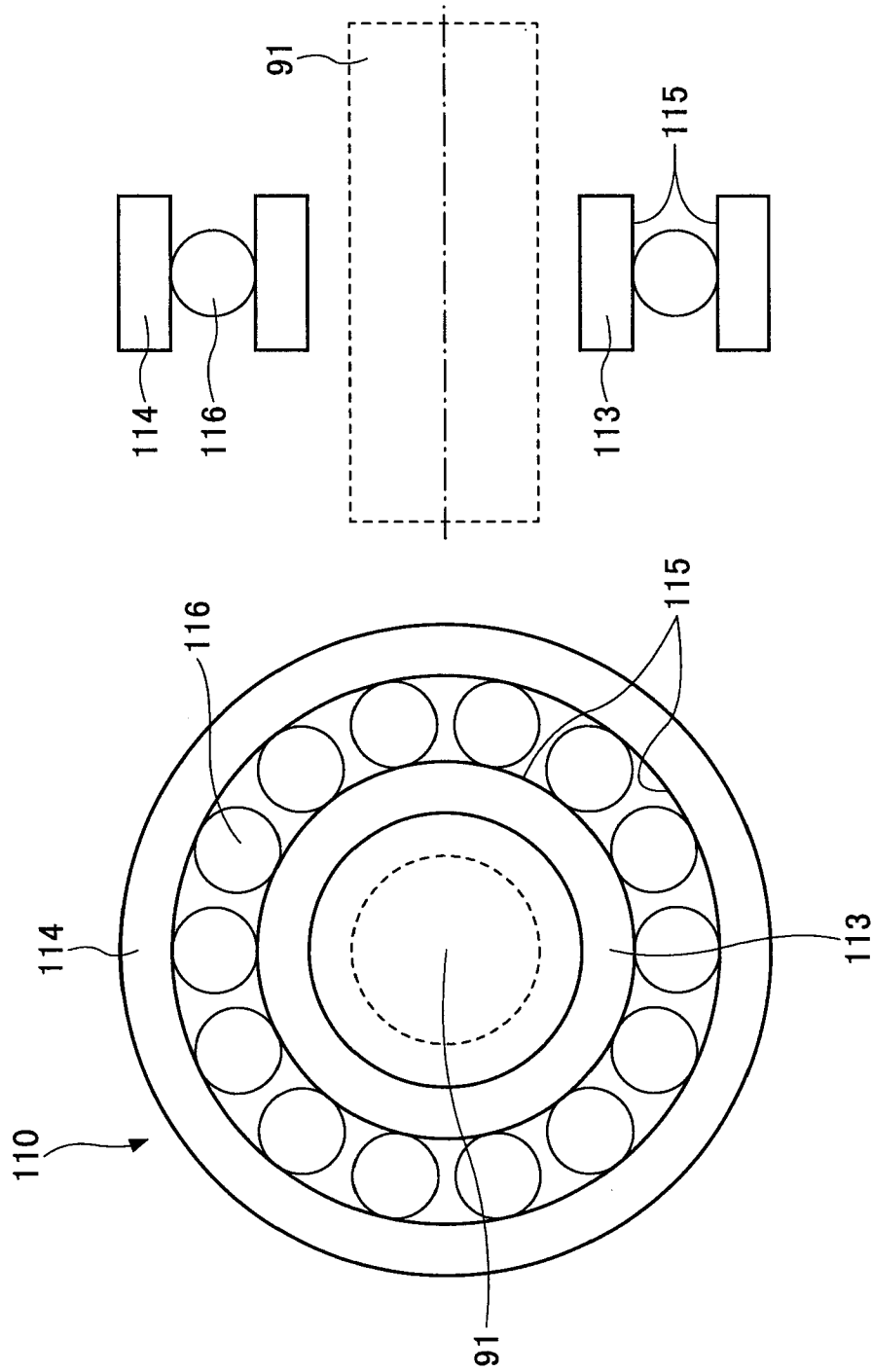
[図2]



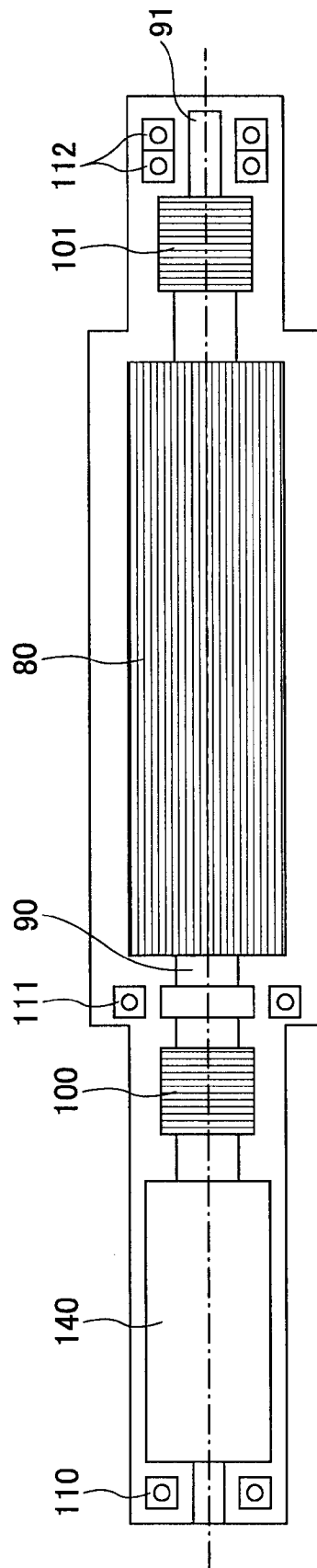
[図3]



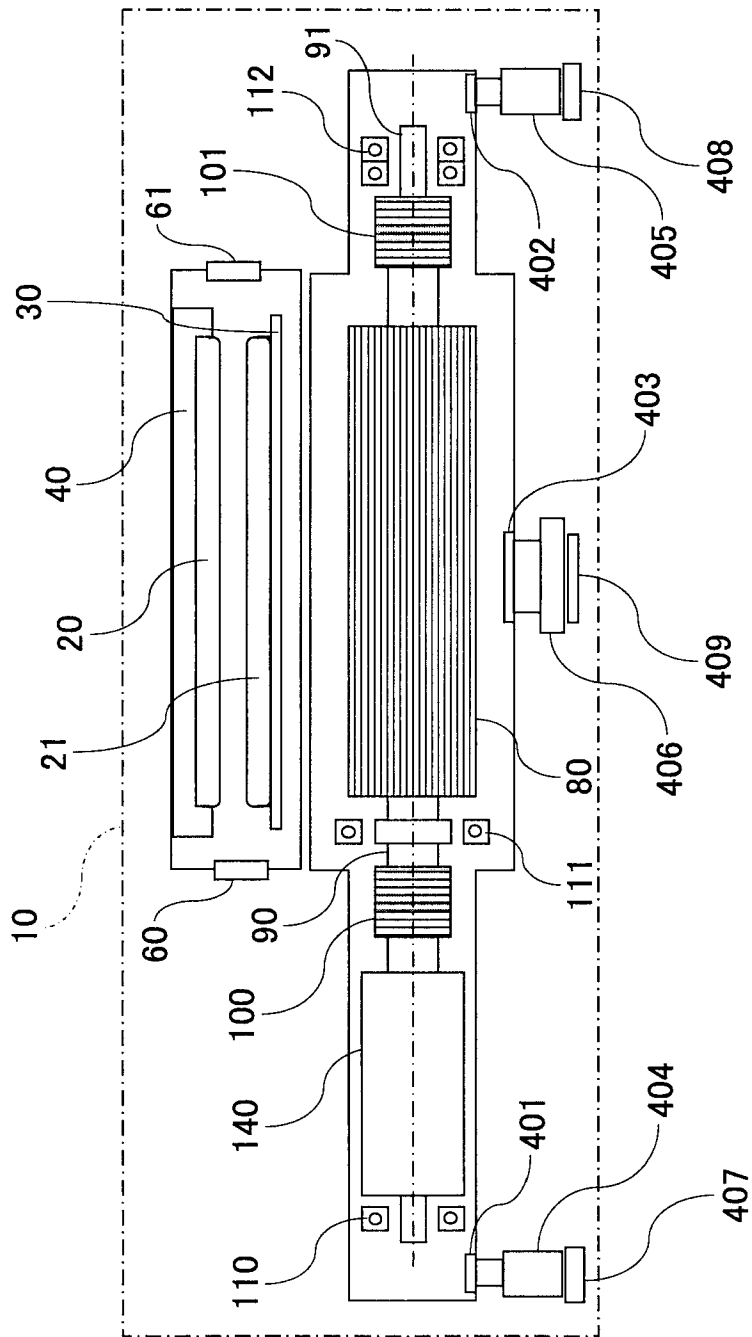
[図4]



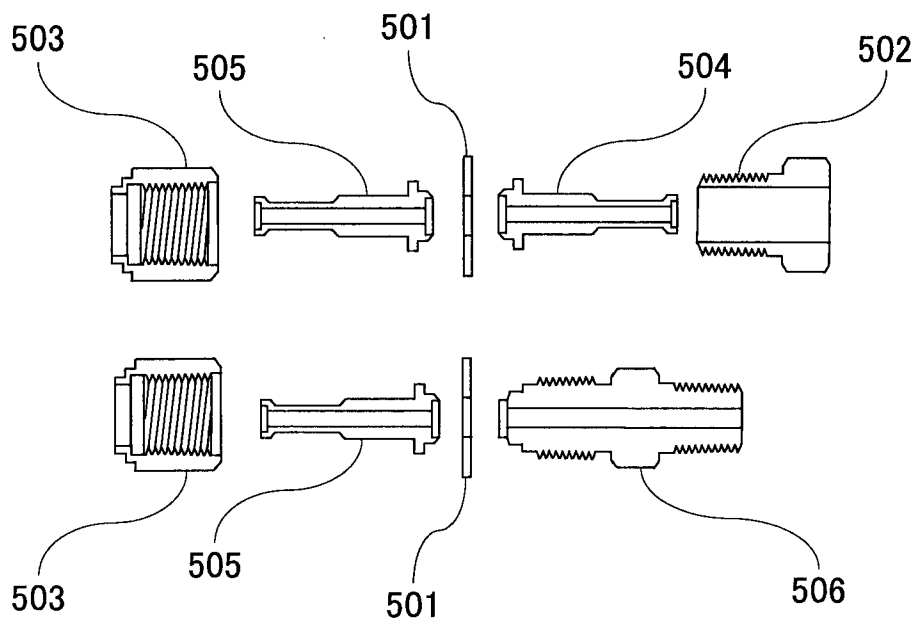
[図5]



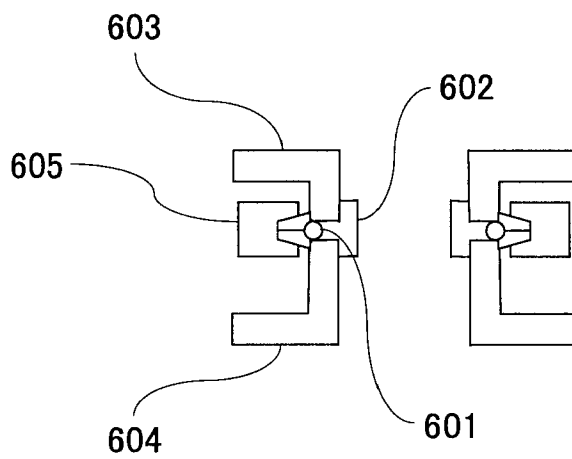
[図6]



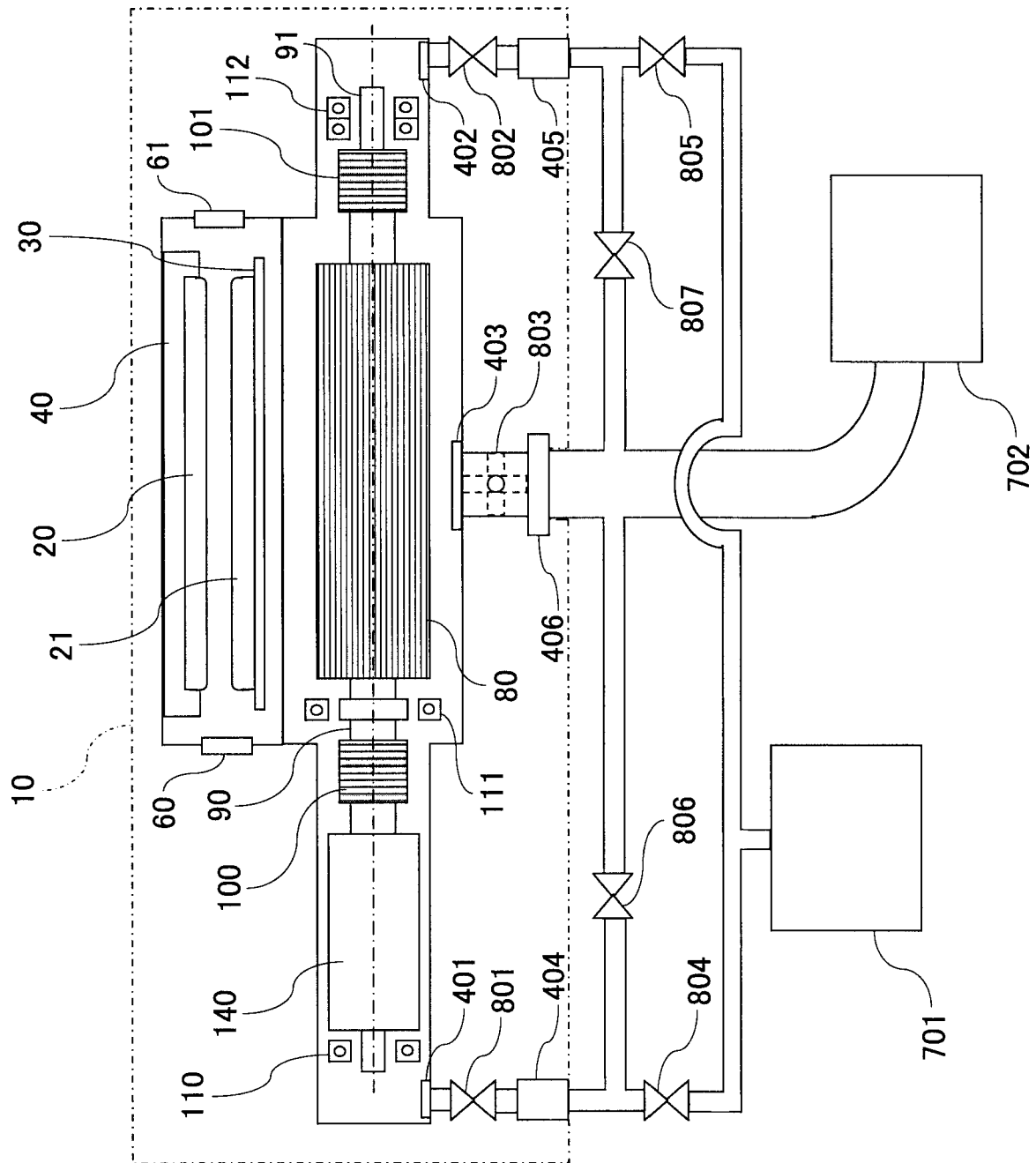
[図7A]



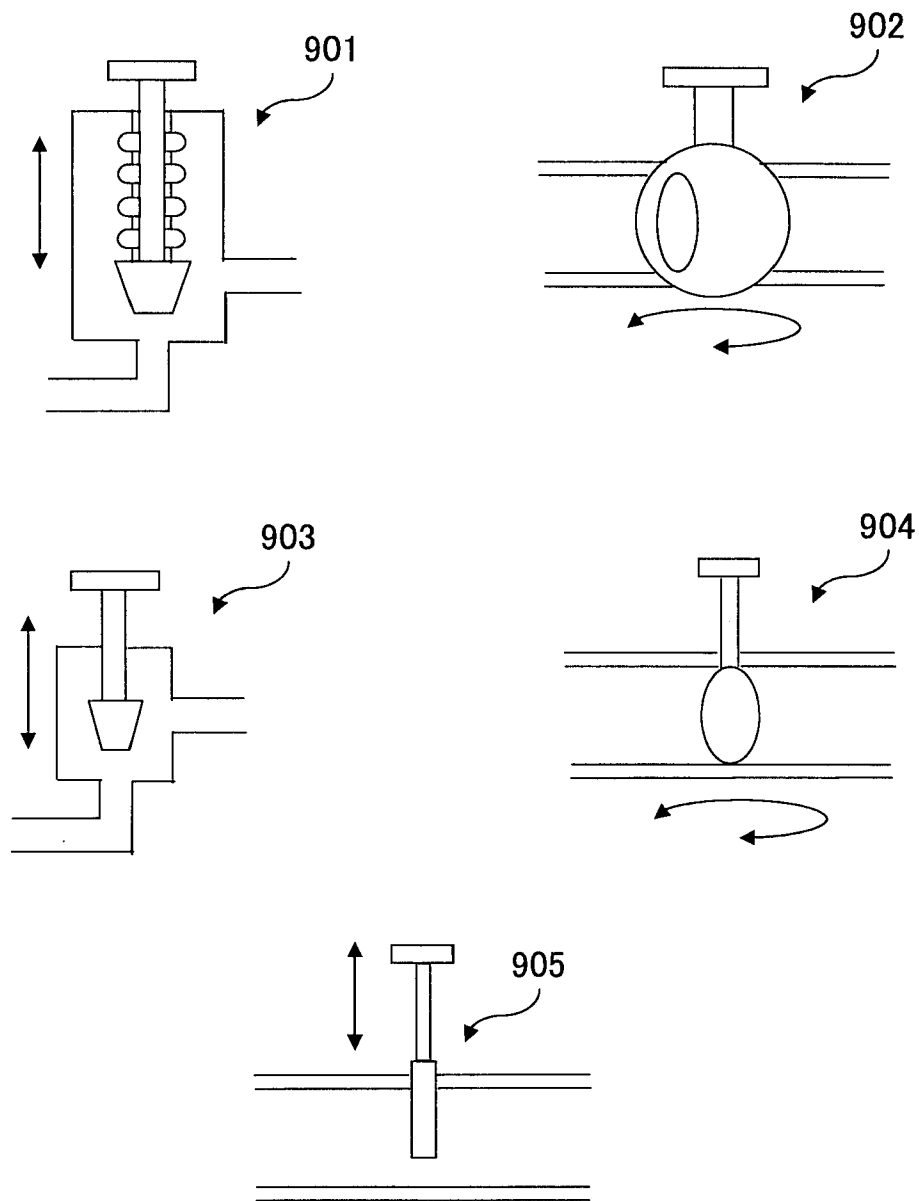
[図7B]



[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079751

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S3/036(2006.01)i, H01S3/134(2006.01)i, F16C19/06(2006.01)i, F16C32/04(2006.01)i, F16C33/66(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01S3/00-3/30, F16C19/00-19/56, F16C32/00-33/66

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2000-183436 A (Komatsu Ltd.), 30 June 2000 (30.06.2000), abstract; paragraphs [0023], [0039] to [0040], [0046] & US 6577664 B1	1-9, 12-19 10-11
Y	JP 6-275902 A (Komatsu Ltd.), 30 September 1994 (30.09.1994), paragraph [0022] (Family: none)	10-11
Y	JP 10-103362 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 21 April 1998 (21.04.1998), abstract; fig. 1 (Family: none)	11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 January, 2014 (23.01.14)

Date of mailing of the international search report

04 February, 2014 (04.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079751

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-59797 A (Panasonic Corp.), 22 March 2012 (22.03.2012), abstract; fig. 2 (Family: none)	1-15
A	JP 2003-13622 A (Gigaphoton Inc.), 09 May 2003 (09.05.2003), abstract; fig. 1 (Family: none)	12-14, 16-19
A	JP 2001-44533 A (Ebara Corp.), 16 February 2001 (16.02.2001), abstract; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 10-270779 A (NEC Corp.), 09 October 1998 (09.10.1998), abstract; all drawings (Family: none)	1-19
A	JP 8-303453 A (Yaskawa Electric Corp.), 19 November 1996 (19.11.1996), abstract; fig. 1 (Family: none)	1-15
A	JP 4-155877 A (Komatsu Ltd.), 28 May 1992 (28.05.1992), claims; all drawings (Family: none)	1-15
A	CD-ROM of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 19063/1992 (Laid-open No. 72158/1993) (Komatsu Ltd.), 28 September 1993 (28.09.1993), abstract; all drawings (Family: none)	1-19
A	WO 00/33431 A1 (Ebara Corp.), 08 June 2000 (08.06.2000), abstract; all drawings & JP 4033631 B & US 6539043 B1 & EP 1137126 A1 & TW 456082 B	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079751

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention according to claims 1 to 11 and claim 15 is an invention related to material for a solid lubricant for a touchdown bearing used in a laser chamber, whereas the invention according to claims 12 to 14 and claims 16 to 19 is an invention related to a gas purge for a touchdown bearing.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S3/036(2006.01)i, H01S3/134(2006.01)i, F16C19/06(2006.01)i, F16C32/04(2006.01)i, F16C33/66(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S3/00-3/30, F16C19/00-19/56, F16C32/00-33/66

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2000-183436 A（株式会社小松製作所）2000.06.30, 要約, 段落 2 3, 3 9 - 4 0, 4 6 & US 6577664 B1	1-9, 12-19 10-11
Y	JP 6-275902 A（株式会社小松製作所）1994.09.30, 段落 2 2（ファミリーなし）	10-11
Y	JP 10-103362 A（光洋精工株式会社）1998.04.21, 要約, 図 1（ファミリーなし）	11

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 3 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 4 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

古田 敦浩

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

2 X

3 0 1 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-59797 A (パナソニック株式会社) 2012. 03. 22, 要約, 図 2 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2003-13622 A (ギガフォトン株式会社) 2003. 05. 09, 要約, 図 1 (ファミリーなし)	12-14, 16-19
A	JP 2001-44533 A (株式会社荏原製作所) 2001. 02. 16, 要約, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 10-270779 A (日本電気株式会社) 1998. 10. 09, 要約, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	JP 8-303453 A (株式会社安川電機) 1996. 11. 19, 要約, 図 1 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 4-155877 A (株式会社小松製作所) 1992. 05. 28, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	1-15
A	日本国実用新案登録出願 4-19063 号(日本国実用新案登録出願公開 5-72158 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を記録した CD-ROM (株式会社小松製作所) 1993. 09. 28, 要約, 全図 (ファミリーなし)	1-19
A	WO 00/33431 A1 (株式会社荏原製作所) 2000. 06. 08, 要約, 全図 & JP 4033631 B & US 6539043 B1 & EP 1137126 A1 & TW 456082 B	1-19

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1-11, 15に係る発明がレーザチャンバに用いられるタッチダウンベアリングの固体潤滑材の材料に関する発明であるのに対し、請求項12-14, 16-19に係る発明はタッチダウンベアリングのガスパージに関する発明である。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。