

(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
2016年9月15日(15.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/143500 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 3/038 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/055137
- (22) 国際出願日: 2016年2月23日(23.02.2016)
- (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:
PCT/JP2015/057214 2015年3月11日(11.03.2015) JP
- (71) 出願人: ギガフォトン株式会社(GIGAPHOTON INC.) [JP/JP]; 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 勝海 久和(KATSUUMI Hisakazu); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 竹澤 和也(TAKEZAWA Kazuya); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 柿崎 弘司(KAKIZAKI Kouji); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 對馬 弘朗(TSUSHIMA Hiroaki); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式

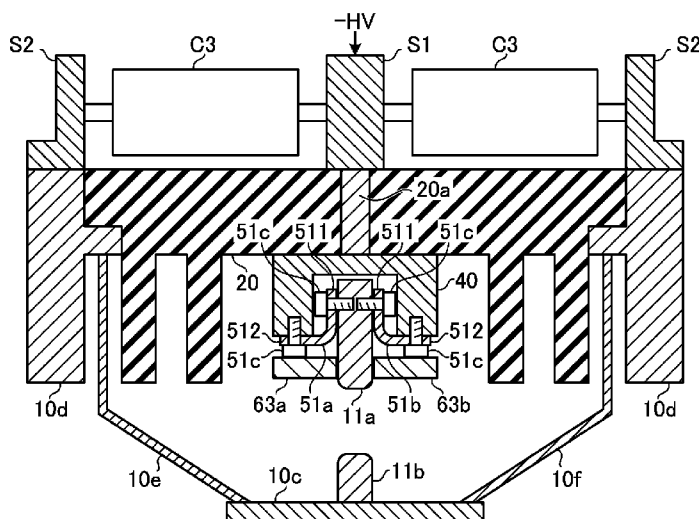
会社内 Tochigi (JP). 浅山 武志(ASAYAMA Takeshi); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).

- (74) 代理人: 保坂 延寿(HOSAKA Nobuhisa); 〒1010025 東京都千代田区神田佐久間町3-2-2 神田SKビル4階 新井・橋本・保坂国際特許事務所 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, 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.
- (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, ST, 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,

[続葉有]

(54) Title: EXCIMER LASER CHAMBER DEVICE

(54) 発明の名称: エキシマレーザチャンバ装置



(57) Abstract: This excimer laser chamber device may be provided with: a laser chamber; a first electrode disposed in the laser chamber; a second electrode disposed to face the first electrode in the laser chamber; an electrode holder, which is disposed in the laser chamber, and connected to a high voltage; at least one connecting terminal, which includes a first fixed portion with respect to the first electrode, and a second fixed portion with respect to the electrode holder, and which electrically connects the first electrode and the electrode holder to each other; a guide member, which is held by the electrode holder, and which aligns the first electrode in the direction substantially perpendicular to both the discharge direction between the first electrode and the second electrode, and the longitudinal direction of the first electrode; and an electrode gap variable device that moves the first electrode substantially parallel to the discharge direction.

(57) 要約: このエキシマレーザチャンバ装置は、レーザチャンバと、レーザチャンバ内に配置された第1の電極と、レーザチャンバ内で第1の電極と対向して配置された第2の電極と、レーザチャンバ内に配置され、高電圧と接続される電極ホルダと、第1の電極に対する第1の固定部分と電極ホルダに対する第2の固定部分とを含み、第1の電極と電極ホルダとを電氣的に接続する少なくとも1つの接続端子と、電極ホルダに保持され、第1の電極を、第1の電極と第2の電極との間の放電方向と第1の電極の長手方向との両方に略垂直な方向において位置決めするガイド部材と、第1の電極を、放電方向と略平行に移動させる電極ギャップ可変装置と、を備えてもよい。

WO 2016/143500 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：エキシマレーザチャンバ装置

技術分野

[0001] 本開示は、エキシマレーザチャンバ装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体露光装置（以下、「露光装置」という）においては、半導体集積回路の微細化及び高集積化につれて、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。一般的に、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る。例えば、露光用のガスレーザ装置としては、波長248nmの紫外線のレーザ光を出力するKrFエキシマレーザ装置、ならびに波長193nmの紫外線のレーザ光を出力するArFエキシマレーザ装置が用いられる。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：特開平6-029592号公報
特許文献2：米国特許第7856044号明細書
特許文献3：特開昭63-229789号公報
特許文献4：国際公開第2014/046186号
特許文献5：特開2006-229136号
特許文献6：特開2001-298229号

概要

[0004] 本開示の1つの観点に係るエキシマレーザチャンバ装置は、エキシマレーザチャンバ装置は、レーザチャンバと、レーザチャンバ内に配置された第1の電極と、レーザチャンバ内で第1の電極と対向して配置された第2の電極と、レーザチャンバ内に配置され、高電圧と接続される電極ホルダと、第1の電極に対する第1の固定部分と電極ホルダに対する第2の固定部分とを含み、第1の電極と電極ホルダとを電氣的に接続する少なくとも1つの接続端

子と、電極ホルダに保持され、第１の電極を、第１の電極と第２の電極との間の放電方向と第１の電極の長手方向との両方に略垂直な方向において位置決めするガイド部材と、第１の電極を、放電方向と略平行に移動させる電極ギャップ可変装置と、を備えてもよい。

図面の簡単な説明

[0005] 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、第１の実施形態に係るエキシマレーザ装置の概略的な構成を示す。

[図2]図２は、比較例に係るエキシマレーザ装置の一部の構成を示す。

[図3]図３は、第１の実施形態に係るエキシマレーザ装置の一部の構成を示す。

[図4]図４は、図１に示される電極ギャップ可変装置３１及び絶縁部３３の詳細な構成を示す。

[図5]図５は、変形例に係る電極ギャップ可変装置３５及び絶縁部３３の詳細な構成を示す。

[図6A]図６Ａは、第２の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。

[図6B]図６Ｂは、第２の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。

[図7A]図７Ａは、第２の実施形態における複数のガイド部材６１a及び６１bの全体と電極１１aの全体とを抜き出して示す図である。

[図7B]図７Ｂは、第２の実施形態における複数のガイド部材６１a及び６１bの全体と電極１１aの全体とを抜き出して示す図である。

[図8A]図８Ａは、第２の実施形態における電気絶縁部材７１a及び７１bの全体と、複数のガイド部材６１a及び６１bの全体と、電極１１aの全体と、を抜き出して、これらの構成部品を下方寄りの視点から見た斜視図である。

[図8B]図8Bは、第2の実施形態における電気絶縁部材71a及び71bの全体と、複数のガイド部材61a及び61bの全体と、電極11aの全体と、を抜き出して、これらの構成部品を下方寄りの視点から見た斜視図である。

[図9]図9は、第2の実施形態における複数の接続端子51a及び51bの全体と、電極11aの全体と、を抜き出して、これらの構成部品を上方寄りの視点から見た斜視図である。

[図10]図10は、第2の実施形態の第1の変形例における複数の接続端子52a及び52bの全体と、電極11aの全体と、を抜き出して、これらの構成部品を上方寄りの視点から見た斜視図である。

[図11A]図11Aは、第2の実施形態の第2の変形例における複数の接続端子53a及び53bの全体と、電極11aの全体と、を抜き出して、これらの構成部品を上方寄りの視点から見た斜視図である。

[図11B]図11Bは、図11Aに示される囲み線X1Bの部分を拡大して示す斜視図である。

[図12A]図12Aは、第3の実施形態における複数のガイド部材62a及び62bの全体と電極11aの全体とを抜き出して示す図である。

[図12B]図12Bは、第3の実施形態における複数のガイド部材62a及び62bの全体と電極11aの全体とを抜き出して示す図である。

[図13]図13は、第4の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。

[図14]図14は、第5の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。

[図15A]図15Aは、第6の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。

[図15B]図15Bは、第6の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。

[図15C]図15Cは、第6の実施形態における複数の接続端子51h及び51

iの全体と、複数のガイド部材61h及び61iの全体と、電極11aの全体と、を抜き出して、これらの構成部品を上方寄りの視点から見た斜視図である。

[図15D]図15Dは、図15Cに示される囲み線XVDの部分を拡大して示す斜視図である。

[図16]図16は、第7の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。

[図17]図17は、上述のパルスパワーモジュールの構成を示す回路図である。

実施形態

[0006] <内容>

1. 概要
2. エキシマレーザ装置の概略構成
 2. 1 レーザチャンバ
 2. 2 光共振器
 2. 3 レーザ制御部
 2. 4 各種センサ
 2. 5 電極の消耗
3. エキシマレーザ装置の電極保持構造
 3. 1 比較例
 3. 2 課題
 3. 3 接続端子とガイド部材を有する電極保持構造
 3. 4 電極ギャップ可変装置（第1の例）
 3. 5 電極ギャップ可変装置（第2の例）
4. 電界緩和機能を有する電極保持構造
 4. 1 ガイド部材
 4. 2 電気絶縁部材
 4. 3 接続端子

- 4. 4 接続端子（第1の変形例）
- 4. 5 接続端子（第2の変形例）
- 5. 電界緩和機能を省略した電極保持構造
- 6. 接続端子の長さを長くした電極保持構造
- 7. 接続端子を電極の上面に配置した電極保持構造
- 8. 電界緩和機能を有する電極
- 9. 接続端子を一体化した電極保持構造
- 10. その他（パルスパワーモジュールの構成）

[0007] 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、本開示のいくつかの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。

[0008] 1. 概要

露光装置用のエキシマレーザ装置においては、レーザチャンバの内部に一对の電極が配置されていてもよい。レーザチャンバの内部にはレーザガスが封入されてもよい。このエキシマレーザ装置は、一对の電極の間に高電圧を印加して放電させることによって、レーザガスを励起し、レーザ発振するようにしてもよい。

[0009] エキシマレーザ装置において放電を繰り返すと、一对の電極の表面が消耗し、一对の電極の間隔が広がる場合がある。一对の電極の間隔が広がると、放電の状態が変化し、安定したレーザ光の生成が損なわれ得る。

[0010] 国際公開第2014/046186号においては、一对の電極が放電により削れた場合に、第1の電極を第2の電極の側に所定量移動させることのできるレーザ装置が開示されている。そのレーザ装置においては、枝分かれした構造を有するフォーク型コネクタに、板バネを介して第1の電極を嵌め込んでいる。この板バネと第1の電極との摩擦力によって、第1の電極が支持

され、且つフォーク型コネクタと第１の電極とが電氣的に接続されている。
第１の電極は、別途の電極ギャップ可変装置により、板バネとの摩擦力に抗してすべり移動させられて、第２の電極の側に所定量移動することができる。

[0011] しかしながら、第１の電極や板バネは、レーザチャンバの内部のハロゲンガスと反応

して表面状態が変化し得る。これにより、第１の電極と板バネとの間の接触抵抗が高くなり、ジュール熱によって接触面が溶解する問題が発生し得る。

[0012] 本開示の１つの観点によれば、レーザチャンバ内に、高電圧と接続される電極ホルダが配置され、第１の電極と電極ホルダとが接続端子によって接続されてもよい。さらに、電極ホルダに保持されたガイド部材が、第１の電極を、放電方向と第１の電極の長手方向との両方に略垂直な方向において位置決めしてもよい。これにより、電極ホルダに対する第１の電極の位置決めの機能と、電極ホルダと第１の電極との電氣的接続の機能とを別々の部品に担わせて、それぞれの機能の確実性を高めることができる。

[0013] ２．エキシマレーザ装置の概略構成

図１は、第１の実施形態に係るエキシマレーザ装置の概略的な構成を示す。図１に示されるエキシマレーザ装置は、レーザチャンバ１０と、一対の電極１１ａ及び１１ｂと、充電器１２と、パルスパワーモジュール（ＰＰＭ）１３と、を含んでもよい。図１においては、一対の電極１１ａ及び１１ｂの間の放電方向とパルスレーザ光の進行方向との両方に略垂直な方向からみたレーザチャンバ１０の内部構成が示されている。一対の電極１１ａ及び１１ｂの間の放電方向は、重力方向と略一致していてもよい。パルスレーザ光の進行方向は、電極１１ａ及び電極１１ｂの長手方向と略一致していてもよい。

[0014] エキシマレーザ装置は、さらに、クロスフローファン２１と、モータ２２と、を含んでもよい。エキシマレーザ装置は、さらに、狭帯域化モジュール１４と、出力結合ミラー１５と、パルスエネルギー計測部１７と、シャッタ

ー 18 と、レーザ制御部 29 と、を含んでもよい。図 1 に示されるエキシマレーザ装置は、エキシマレーザ装置から出力されるレーザ光を用いて露光を行う露光装置 100 に接続されてもよい。

[0015] 2. 1 レーザチャンバ

レーザチャンバ 10 は、例えばレアガスとしてアルゴンガス又はクリプトンガス又はキセノンガス、ハロゲンガスとしてフッ素ガスまたは塩素ガス、バッファガスとしてネオンガス又はヘリウムガスを含むレーザ媒質としてのレーザガスが封入されるチャンバでもよい。一对の電極 11a 及び 11b は、レーザ媒質を放電により励起するための電極として、レーザチャンバ 10 内に配置され得る。一对の電極 11a 及び 11b は、銅で構成されてもよい。好ましくは、一对の電極 11a 及び 11b は、フッ素ガスと反応し難く、電気伝導性が高い無酸素銅であってもよい。

[0016] レーザチャンバ 10 には開口が形成され、この開口を電気絶縁部 20 が塞いでいてもよい。電極 11a は電気絶縁部 20 に支持され、電極 11b はレーザチャンバ 10 のリターンプレート 10c に支持されていてもよい。電気絶縁部 20 には、複数の導電部 20a が埋め込まれていてもよい。複数の導電部 20a は、パルスパワーモジュール 13 から供給される高電圧を電極 11a に印加するものであってもよい。

[0017] クロスフローファン 21 の回転軸は、レーザチャンバ 10 の外部に配置されたモータ 22 に接続されていてもよい。モータ 22 がクロスフローファン 21 を回転させることにより、レーザガスをレーザチャンバ 10 の内部で循環させてもよい。

[0018] 電源装置は、充電器 12 とパルスパワーモジュール 13 とを含んでもよい。パルスパワーモジュール 13 は、図 17 を参照しながら後述する充電コンデンサと、スイッチ 13a と、を含んでもよい。充電器 12 の出力は、充電コンデンサに接続され、この充電コンデンサは、一对の電極 11a 及び 11b 間に高電圧を印加するための電気エネルギーを保持し得る。スイッチ 13a は、レーザ制御部 29 によって制御され、スイッチ 13a が OFF

FからONになると、パルスパワーモジュール13は、充電器12に保持されていた電気エネルギーからパルス状の高電圧を生成し、この高電圧を一对の電極11a及び11b間に印加し得る。

[0019] 一对の電極11a及び11b間に高電圧が印加されると、一对の電極11a及び11b間に放電が起こり得る。この放電のエネルギーにより、レーザチャンバ10内のレーザ媒質が励起されて高エネルギー準位に移行し得る。励起されたレーザ媒質が、その後低エネルギー準位に移行するとき、そのエネルギー準位差に応じた波長の光を放出し得る。

[0020] レーザチャンバ10の両端にはウインドウ10a及び10bが設けられてもよい。レーザチャンバ10内で発生した光は、ウインドウ10a及び10bを介してレーザチャンバ10の外部に出射し得る。

[0021] 2. 2 光共振器

狭帯域化モジュール14は、プリズム14aと、グレーティング14bとを含んでもよい。プリズム14aは、レーザチャンバ10のウインドウ10aから出射された光のビーム幅を拡大させるとともに、その光をグレーティング14bに向けて透過させ得る。また、プリズム14aは、グレーティング14bからの反射光のビーム幅を縮小させるとともに、その光をレーザチャンバ10に向けて透過させ得る。

[0022] グレーティング14bは、高反射率の材料によって構成され、表面に多数の溝が所定間隔で形成されていてもよい。各溝は例えば三角溝であってもよい。プリズム14aからグレーティング14bに入射した光は、グレーティング14bの表面において反射されるとともに、光の波長に応じた回折角度で回折されてもよい。これにより、特定波長付近の光がプリズム14aを介してレーザチャンバ10に戻されるように構成されてもよい。すなわち、グレーティング14bに対する光の入射角度と、上記特定波長付近の光が回折する回折角度と、が等しくなるように、グレーティング14bがリトロ配置されてもよい。

[0023] このように、プリズム14aとグレーティング14bとによって、レーザ

光のスペクトル幅を狭くする狭帯域化モジュール 14 が構成され得る。なお、狭帯域化モジュール 14 の代わりに、図示しない高反射ミラーが用いられて、ウインドウ 10 a から出射された光に含まれる多くの波長成分がレーザチャンバ 10 に戻されるように構成されてもよい。

[0024] 出力結合ミラー 15 の表面には、部分反射膜がコーティングされていてもよい。従って、出力結合ミラー 15 は、レーザチャンバ 10 のウインドウ 10 b から出力される光のうちの一部を透過させて出力し、他の一部を反射させてレーザチャンバ 10 内に戻してもよい。

[0025] このようにして、狭帯域化モジュール 14 と出力結合ミラー 15 とで、光共振器が構成され得る。レーザチャンバ 10 から出射した光は、狭帯域化モジュール 14 と出力結合ミラー 15 との間で往復し、電極 11 a と電極 11 b との間のレーザゲイン空間を通過する度に増幅され得る。増幅された光の一部が、出力結合ミラー 15 を介して、パルスレーザ光として出力され得る。

[0026] 2. 3 レーザ制御部

レーザ制御部 29 は、露光装置 100 に設けられた露光装置制御部 110 との間で各種信号を送受信してもよい。例えば、レーザ制御部 29 は、露光装置制御部 110 から目標パルスエネルギーのデータとパルスレーザ光の出力開始信号とを受信してもよい。また、レーザ制御部 29 は、充電器 12 に対して充電電圧の設定信号を送信したり、パルスパワーモジュール 13 に対してスイッチ ON 又は OFF の指令信号を送信したりしてもよい。

[0027] 2. 4 各種センサ

パルスエネルギー計測部 17 は、ビームスプリッタ 17 a と、集光光学系 17 b と、光センサ 17 c とを含んでもよい。ビームスプリッタ 17 a は、出力結合ミラー 15 を透過したレーザ光を高い透過率で露光装置 100 に向けて透過させるとともに、レーザ光の一部を集光光学系 17 b に向けて反射してもよい。集光光学系 17 b は、ビームスプリッタ 17 a によって反射された光を光センサ 17 c の感光面に集光してもよい。光センサ 17 c は、感

光面に集光されたレーザ光のパルスエネルギーを検出し、検出されたパルスエネルギーのデータをレーザ制御部 29 に出力してもよい。

[0028] レーザ制御部 29 は、パルスエネルギー計測部 17 からパルスエネルギーのデータを受信してもよく、このパルスエネルギーのデータを参照して充電器 12 の充電電圧を制御してもよい。充電器 12 の充電電圧を制御することにより、レーザ光のパルスエネルギーが制御されてもよい。また、レーザ制御部 29 は、パルスエネルギー計測部 17 からパルスエネルギーのデータを受信した回数をカウントし、一对の電極 11a 及び 11b 間の放電回数として、図示しないメモリに記憶させてもよい。

[0029] シャッター 18 は、パルスエネルギー計測部 17 のビームスプリッタ 17a を透過したパルスレーザ光の光路に配置されてもよい。

レーザ制御部 29 は、レーザ発振の開始後、パルスエネルギー計測部 17 から受信するパルスエネルギーと目標パルスエネルギーとの差が許容範囲内となるまでの間は、シャッター 18 を閉じるように制御してもよい。レーザ制御部 29 は、パルスエネルギー計測部 17 から受信するパルスエネルギーと目標パルスエネルギーとの差が許容範囲内になったら、シャッター 18 を開くように制御してもよい。

[0030] 2. 5 電極の消耗

一对の電極 11a 及び 11b の間に高電圧が印加されると、一对の電極 11a 及び 11b の間に放電が発生し得る。放電の繰り返しにより、一对の電極 11a 及び 11b が消耗し、電極ギャップ G (図 1 参照) が広がる場合がある。電極ギャップ G が広がると、放電の状態が変化し、安定したレーザ光の生成が損なわれ得る。例えば、ビームサイズやビームダイバージェンスが変化し得る。さらに、出力されたパルスレーザ光のパルスエネルギー安定性や、レーザの発振効率が悪化し得る。

[0031] そこで、レーザ制御部 29 は、一对の電極 11a 及び 11b 間の放電回数に応じて、電極の消耗量を推計してもよい。電極の消耗量が所定値に達した場合、後述の電極ギャップ可変装置 31 及び 32 が、電極 11a を、電極 1

1 bに近づくように移動させてもよい。これにより、電極寿命を延命し、レーザ性能を安定化させ得る。

[0032] 3. エキシマレーザ装置の電極保持構造

3. 1 比較例

図2は、比較例に係るエキシマレーザ装置の一部の構成を示す。図2においては、パルスレーザ光の進行方向に略平行な方向からみたエキシマレーザ装置の一部の構成が示されている。一对の電極11a及び11bの間の放電方向とパルスレーザ光の進行方向との両方に略垂直な方向からみた構成については、図1を参照しながら説明した第1の実施形態とほぼ同様でよい。そこで、比較例に係るエキシマレーザ装置の説明においても、図1を参照する場合がある。

[0033] 比較例において、レーザチャンバ10の内部には、一对の電極11a及び11bと、リターンプレート10cと、の他に、配線10e及び10fと、フォーク型コネクタ41と、複数の板ばね41aとが収容されていてもよい。

[0034] レーザチャンバ10の外部には、コンデンサC3と、接続部材S1及びS2とが配置されていてもよい。接続部材S1は、パルスパワーモジュール13から供給される高電圧に接続されてもよい。接続部材S2は、接地電位に接続されてもよい。コンデンサC3は、接続部材S1と接続部材S2との間に接続されてもよい。コンデンサC3は、パルスパワーモジュール13の一部を構成していてもよい。コンデンサC3を含むパルスパワーモジュール13の詳細については後述する。

[0035] レーザチャンバ10の壁面の一部を構成する導電性部材10dは、接続部材S2に接続されていてもよい。電極11bは、リターンプレート10cと配線10e及び10fと導電性部材10dとを介して、接地電位に接続されていてもよい。

[0036] 導電部20aは、接続部材S1に接続されていてもよい。電極11aは、板ばね41aとフォーク型コネクタ41と導電部20aとを介して、パルス

パワーモジュール 13 から供給される高電圧に接続されてもよい。

[0037] フォーク型コネクタ 41 は、二股形状部を有しており、この二股形状部の基端側が導電部 20a に接続されていてもよい。フォーク型コネクタ 41 の二股形状部の間に、電極 11a の一部が挿入されていてもよい。電極 11a は、二股形状部の基端側とは反対側において、二股形状部から突出していてもよい。二股形状部の基端側とは反対側に、電極 11a と対向する電極 11b が配置されてもよい。

[0038] フォーク型コネクタ 41 の二股形状部と電極 11a の両側面との間にはそれぞれ隙間があってもよい。なお、本明細書において、電極の側面とは、一对の電極 11a 及び 11b の間の放電方向とパルスレーザ光の進行方向との両方に略垂直な方向における両端側の面をいうものとしてもよい。

[0039] フォーク型コネクタ 41 の二股形状部と電極 11a の両側面との間の隙間の各々に、板ばね 41a がそれぞれ圧縮状態で配置されていてもよい。この構造により、電極 11a は、フォーク型コネクタ 41 の二股形状部の内側で板ばね 41a によって押圧され、一对の電極 11a、11b 間の放電方向と、電極 11a の長手方向との両方に垂直な方向の移動を規制されてもよい。また、この構造により、電極 11a は、板ばね 41a を介してフォーク型コネクタ 41 に電氣的に接続されていてもよい。

[0040] 電極 11a と板ばね 41a との間は固定されていなくてもよく、電極 11a は、板ばね 41a に対してすべりながら、一对の電極 11a、11b 間の放電方向と略平行に移動可能であってもよい。

[0041] 図 1 を再び参照し、エキシマレーザ装置は、電極ギャップ可変装置 31 及び 32 と、絶縁部 33 及び 34 と、ドライバ 39 とをさらに備えていてもよい。電極ギャップ可変装置 31 及び 32 は、電気絶縁部 20 に固定されていてもよい。電極ギャップ可変装置 31 及び 32 は、電極 11a を、電極 11b に近づくように移動させることができてもよい。

[0042] 電極ギャップ可変装置 31 及び 32 によって電極 11a が移動させられるとき、電極 11a は、板ばね 41a との接触を保ちながら、板ばね 41a に

対してすべり移動してもよい。

[0043] 3. 2 課題

電極 1 1 a 及び板ばね 4 1 a は、レーザチャンバの内部のハロゲンガスと反応して表面状態が変化することがある。従って、図 2 を参照しながら説明した比較例においては、電極 1 1 a 及び板ばね 4 1 a の間の接触抵抗が高くなり、ジュール熱によって接触面が溶解する問題が発生し得る。

本開示においては、以下の構成により、電極を移動可能に保持することと電氣的接続を行うことを両立させてもよい。

[0044] 3. 3 接続端子とガイド部材を有する電極保持構造

図 3 は、第 1 の実施形態に係るエキシマレーザ装置の一部の構成を示す。図 3 においては、パルスレーザ光の進行方向に略平行な方向からみたエキシマレーザ装置の一部の構成が示されている。

[0045] 図 3 に示されるように、第 1 の実施形態におけるエキシマレーザ装置は、電極保持構造として、電極ホルダ 4 0 と、複数の接続端子 5 1 a 及び 5 1 b と、複数のガイド部材 6 3 a 及び 6 3 b と、を含んでいてもよい。図 2 を参照しながら説明した比較例におけるフォーク型コネクタ 4 1 及び板ばね 4 1 a はなくてもよい。

[0046] 電極ホルダ 4 0 は、二股形状部を有しており、この二股形状部の基端側が導電部 2 0 a に接続されていてもよい。電極ホルダ 4 0 は、銅で構成されてもよい。好ましくは、電極ホルダ 4 0 は、フッ素ガスと反応し難く、電気伝導性が高い無酸素銅であってもよい。電極ホルダ 4 0 の二股形状部の間に、電極 1 1 a の一部が挿入されていてもよい。電極 1 1 a は、二股形状部の基端側とは反対側において、二股形状部から突出していてもよい。二股形状部の基端側とは反対側に、電極 1 1 a と対向する電極 1 1 b が配置されてもよい。

[0047] 電極 1 1 a の両側面に、それぞれ接続端子 5 1 a 及び 5 1 b が固定されてもよい。接続端子 5 1 a 及び 5 1 b の各々は、弾性を有する板ばねであってもよい。接続端子 5 1 a 及び 5 1 b の各々は、銅又はニッケルの薄板であつ

てもよい。ハロゲンガスがフッ素ガスの場合、好ましくは、接続端子51a及び51bの各々は、フッ素ガスと反応し難く、電気伝導性が高い無酸素銅であってもよい。接続端子51a及び51bの各々は、厚みが0.03mm以上、0.08mm以下でもよく、好ましくは0.05mm程度でもよい。また、ハロゲンガスが塩素ガスの場合、好ましくは、接続端子51a及び51bの各々は、塩素ガスと反応し難いニッケル金属又は銅金属にニッケルメッキされた端子であってもよい。

[0048] 接続端子51a及び51bの各々は、第1の固定部分511と、第2の固定部分512とを含んでもよく、接続端子51a及び51bの各々は、第1の固定部分511と第2の固定部分512との間で折り曲げられていてもよい。第1の固定部分511は、電極11aの側面に面接触して固定されてもよい。第2の固定部分512は、電極ホルダ40の下面に面接触して固定されていてもよい。電極11aに対する接続端子51a及び51bの固定と、電極ホルダ40に対する接続端子51a及び51bの固定は、いずれもボルト51cによって行われてもよい。

[0049] 複数のガイド部材63a及び63bは、電気伝導性を有していてもよい。複数のガイド部材63a及び63bは、銅又はニッケルで構成されてもよい。ハロゲンガスがフッ素ガスの場合、好ましくは、複数のガイド部材63a及び63bは、フッ素ガスと反応し難く、電気伝導性が高い無酸素銅であってもよい。また、ハロゲンガスが塩素ガスの場合、好ましくは、複数のガイド部材63a及び63bはニッケル金属または銅金属にニッケルメッキされたガイド部材であってもよい。複数のガイド部材63a及び63bは、電極11aの厚みとほぼ同じ幅のすき間を有するように配置されていてもよい。電極11aは、複数のガイド部材63a及び63bの間に挟まれて、複数のガイド部材63a及び63bに接しながら、複数のガイド部材63a及び63bの間で移動できるようになっていてもよい。電極11aは、二股形状部の基端側とは反対側において、複数のガイド部材63a及び63bの間から突出していてもよい。

その他の点については、図2を参照しながら説明した比較例と同様でよい。

[0050] 第1の実施形態によれば、接続端子51a及び51bの第1の固定部分511が電極11aに固定され、接続端子51a及び51bの第2の固定部分512が電極ホルダ40に固定されてもよい。電極11a及び11bの間の放電方向と略平行に電極11aを移動させた場合、接続端子51a及び51bは、電極11aに対する固定と電極ホルダ40に対する固定とを維持しながら変形してもよい。これにより、電極11aから電極ホルダ40までの電氣的接続を確実にに行い得る。接続端子51a及び51bの変形については、第2の実施形態において詳述する。

[0051] また、第1の実施形態によれば、複数のガイド部材63a及び63bが電極11aを挟む構成により、一对の電極11a、11b間の放電方向と、電極11aの長手方向との両方に垂直な方向の電極11aの移動を抑制し得る。これにより、電極11aの位置精度が向上し得る。

[0052] 3. 4 電極ギャップ可変装置（第1の例）

図4は、図1に示される電極ギャップ可変装置31及び絶縁部33の詳細な構成を示す。図1に示される電極ギャップ可変装置32及び絶縁部34は図4に示されていないが、それぞれ電極ギャップ可変装置31及び絶縁部33と同様でよい。電極ギャップ可変装置31は、シリンダ31bと、ピストン31dと、バネ31fと、シャフト31gと、蓋31jと、を含んでいてもよい。

[0053] シリンダ31bは、電気絶縁部20に固定されていてもよい。シリンダ31bには蓋31jが被せられてもよい。シリンダ31bと蓋31jとの接触面にはOリング31hが配置され、シリンダ31bと蓋31jとの接触面が気密状態に保持されていてもよい。

[0054] ピストン31dは、シリンダ31bの内部において移動可能に設けられていてもよい。シャフト31gの第1の端部は、シリンダ31bの内部においてピストン31dにボルト31mによって固定されていてもよい。シャフト

31 g は、シリンダ 31 b の開口 31 i 及び電気絶縁部 20 の貫通孔を貫通し、且つ、電気絶縁部 20 の貫通孔に沿って移動可能であってもよい。シャフト 31 g の第 2 の端部は、電気絶縁部 20 からみてシリンダ 31 b とは反対側に位置し、絶縁部 33 に固定されていてもよい。絶縁部 33 には、長穴 36 が形成されていてもよい。ピン 37 の一端が、電極 11 a に固定され、且つ、ピン 37 の他端が、長穴 36 の長手方向に移動可能な状態で長穴 36 の中に位置していてもよい。長穴 36 の長手方向は、電極 11 a の長手方向に略一致していてもよい。これにより、電極ギャップ可変装置 31 及び絶縁部 33 が電極 11 a を支持してもよい。さらに、例えば電極 11 a が熱膨張によって電極 11 a の長手方向に伸長した場合でも、ピン 37 が長穴 36 の長手方向に移動できるので、電極ギャップ可変装置 31 及び絶縁部 33 が破損することを抑制し得る。電気絶縁部 20 は、たとえば、アルミナセラミックスで構成されていてもよい。

[0055] シリンダ 31 b の内部に位置するシャフト 31 g の周囲には、複数のシム 31 k が配置されていてもよい。

バネ 31 f は、シリンダ 31 b の内部に、ピストン 31 d と蓋 31 j との間に配置されていてもよい。ピストン 31 d は、電気絶縁部 20 に近づく方向に、バネ 31 f の反発力を受けていてもよい。

[0056] 複数のシム 31 k のうちの 1 つ以上を取り外すことにより、ピストン 31 d の位置が図 4 の下方に移動してもよい。具体的には、蓋 31 j を開けて、バネ 31 f を取り出し、ボルト 31 m を外すことによって、ピストン 31 d をシャフト 31 g から取り外して、複数のシム 31 k のうちの 1 つ以上を取り外すことができる。

[0057] 以上のようにして、電極ギャップ可変装置 31 が、電極 11 a を図 4 の下方に、すなわち放電方向と略平行な方向に移動させてもよい。

[0058] 3. 5 電極ギャップ可変装置（第 2 の例）

図 5 は、変形例に係る電極ギャップ可変装置 35 及び絶縁部 33 の詳細な構成を示す。上述の電極ギャップ可変装置 31 又は電極ギャップ可変装置 3

2の代わりに、図5に示される電極ギャップ可変装置35が用いられてもよい。

電極ギャップ可変装置35は、マイクロメータヘッド31aと、シリンダ31bと、スピンドル31cと、ピストン31dと、フレキシブル管31eと、バネ31fと、シャフト31gと、を含んでもよい。

[0059] シリンダ31bは、電気絶縁部20に固定されていてもよい。シリンダ31bと電気絶縁部20との接触面にはOリング31hが配置され、シリンダ31bと電気絶縁部20との接触面が気密状態に保持されていてもよい。

[0060] ピストン31dは、シリンダ31bの内部において移動可能に設けられていてもよい。シャフト31gの第1の端部は、シリンダ31bの内部においてピストン31dに固定されていてもよい。シャフト31gは、シリンダ31bの開口31i及び電気絶縁部20の貫通孔を貫通し、且つ、電気絶縁部20の貫通孔に沿って移動可能であってもよい。シャフト31gの第2の端部は、電気絶縁部20からみてシリンダ31bとは反対側に位置し、絶縁部33に固定されていてもよい。絶縁部33には、長穴36が形成されていてもよい。ピン37の一端が、電極11aに固定され、且つ、ピン37の他端が、長穴36の長手方向に移動可能な状態で長穴36の中に位置していてもよい。

[0061] シリンダ31bの内部に配置されたフレキシブル管31eを、シャフト31gが貫通していてもよい。フレキシブル管31eの第1の端部は、ピストン31dにシールされ、フレキシブル管31eの第2の端部は、シリンダ31bの開口31iの周囲にシールされていてもよい。これにより、電気絶縁部20の貫通孔は、フレキシブル管31e及びピストン31dによって気密にシールされてもよい。

[0062] バネ31fは、シリンダ31bの内部に、フレキシブル管31eを囲むように配置されていてもよい。ピストン31dは、電気絶縁部20から離れる方向に、バネ31fの反発力を受けていてもよい。

[0063] マイクロメータヘッド31aは、シリンダ31bに固定されていてもよい

。マイクロメータヘッド31aは、図1に示されたレーザ制御部29により、ドライバ39を介して駆動されてもよい。これにより、マイクロメータヘッド31aは、シリンダ31bの内部に位置するスピンドル31cを、電気絶縁部20に近づく方向に移動させるように構成されてもよい。スピンドル31cは、バネ31fの反発力に逆らってピストン31dを押してもよい。

[0064] 以上のようにして、電極ギャップ可変装置35が、電極11aを図5の下方に、すなわち放電方向と略平行な方向に移動させてもよい。

[0065] 4. 電界緩和機能を有する電極保持構造

図6A及び図6Bは、第2の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。図6Aは、電極11aを電極ギャップ可変装置によって移動させる前の状態を示し、図6Bは、電極11aを電極ギャップ可変装置によって若干移動させた後の状態を示す。図6A及び図6Bに示されるように、電極11aを電極ギャップ可変装置によって移動させると、複数の接続端子51a及び51bが変形してもよい。なお、図6Aにおいては、説明の簡略化のために接続端子51a及び51bが変形していないかのように図示されているが、電極11aの重さによって接続端子51a及び51bの第1の固定部分511は下方に引っ張られて接続端子51a及び51bが変形していてもよい。すなわち、接続端子51a及び51bは重力方向と逆方向に、電極11aをフレキシブルに支持していてもよい。

[0066] 第2の実施形態における電極保持構造は、電極ホルダ40と、複数の接続端子51a及び51bと、複数のガイド部材61a及び61bと、の他に、複数の電気絶縁部材71a及び71bを含んでいてもよい。

電極ホルダ40及び複数の接続端子51a及び51bの構成は、図3を参照しながら説明した第1の実施形態と同様でよい。

[0067] 4. 1 ガイド部材

第2の実施形態において、複数のガイド部材61a及び61bの各々は、凸部61cを有していてもよい。図6A及び図6Bにおいて、複数のガイド部材61a及び61bの各々に関しては、切断面にハッチングを付けて示す

。凸部 6 1 c については、切断面よりも図の奥行き側に見える構成部分であるので、ハッチングを付けずに示す。

[0068] 図 7 A 及び図 7 B は、第 2 の実施形態における複数のガイド部材 6 1 a 及び 6 1 b の全体と電極 1 1 a の全体とを抜き出して示す図である。図 7 A は、一対の電極間に生じる放電の放電方向に略平行な方向から見た図であり、図 7 B は、ガイド部材 6 1 a 及び 6 1 b の下方寄りの視点から見た斜視図である。

[0069] ガイド部材 6 1 a は 3 つの凸部 6 1 c を有し、ガイド部材 6 1 b は別の 3 つの凸部 6 1 c を有していてもよい。ガイド部材 6 1 a に設けられた 3 つの凸部 6 1 c と、ガイド部材 6 1 b に設けられた別の 3 つの凸部 6 1 c とが、それぞれ互いに対向するように配置されてもよい。これにより、電極 1 1 a は、電極 1 1 a の長手方向の複数の位置において凸部 6 1 c の間に挟まれ、且つ、それぞれの凸部 6 1 c に電極 1 1 a の側面が接していてもよい。電極 1 1 a は、複数の凸部 6 1 c に接しながら、放電方向と略平行に移動できるようになっていてもよい。

[0070] 複数のガイド部材 6 1 a 及び 6 1 b は、それらの下面側がなだらかな曲面状となってもよい。図 3 を参照しながら説明した第 1 の実施形態のように複数のガイド部材 6 3 a 及び 6 3 b の断面形状が略長方形である場合、ガイド部材 6 3 a 及び 6 3 b の角の部分に電界が集中しやすい場合がある。そのため、電極 1 1 a と電極 1 1 b との間に放電が生じるだけでなく、意図しない場所でも放電が生じることがあり得る。そこで、第 2 の実施形態においては、複数のガイド部材 6 1 a 及び 6 1 b の下面側をなだらかな曲面状とすることにより、電極 1 1 a と電極 1 1 b との間の領域以外の領域における電界の集中を緩和して、意図しない場所での放電を抑制し得る。

[0071] 4. 2 電気絶縁部材

図 8 A 及び図 8 B は、第 2 の実施形態における電気絶縁部材 7 1 a 及び 7 1 b の全体と、複数のガイド部材 6 1 a 及び 6 1 b の全体と、電極 1 1 a の全体と、を抜き出して、これらの構成部品を下方寄りの視点から見た斜視図

である。図 8 A は、電気絶縁部材 7 1 a 及び 7 1 b の間隔を空けて、複数のガイド部材 6 1 a 及び 6 1 b と、電極 1 1 a とが見えるようにした図である。図 8 B は、図 6 A 及び図 6 B に示された使用態様と同じように、複数のガイド部材 6 1 a 及び 6 1 b の下面を電気絶縁部材 7 1 a 及び 7 1 b が覆うように配置した状態を示す図である。

[0072] 電極 1 1 a は、電気絶縁部材 7 1 a 及び 7 1 b の間の隙間から、電気絶縁部材 7 1 a 及び 7 1 b の下方に突出していてもよい。第 2 の実施形態においては、複数のガイド部材 6 1 a 及び 6 1 b の下面を電気絶縁部材 7 1 が覆うように構成したので、意図しない場所での放電をさらに抑制し得る。

[0073] 4. 3 接続端子

図 9 は、第 2 の実施形態における複数の接続端子 5 1 a 及び 5 1 b の全体と、電極 1 1 a の全体と、を抜き出して、これらの構成部品を上方寄りの視点から見た斜視図である。図 9 に示されるように、電極 1 1 a の一方の側面において、2 つの接続端子 5 1 a が、電極 1 1 a の長手方向に並んで配置されてもよい。電極 1 1 a の他方の側面において、2 つの接続端子 5 1 b が、電極 1 1 a の長手方向に並んで配置されてもよい。

[0074] 第 1 の固定部分 5 1 1 を電極 1 1 a に固定するために、図示しない複数のボルトが用いられてもよい。この複数のボルトは、電極 1 1 a の長手方向に沿って配置されてもよい。第 2 の固定部分 5 1 2 を電極ホルダ 4 0 に固定するために、図示しない複数のボルトが用いられてもよい。この複数のボルトは、電極 1 1 a の長手方向に沿って配置されてもよい。

[0075] 上述のように、接続端子 5 1 a 及び 5 1 b は重力方向と逆方向に、電極 1 1 a をフレキシブルに支持していてもよい。接続端子 5 1 a が電極 1 1 a の長手方向に並んで配置され、接続端子 5 1 b が電極 1 1 a の長手方向に並んで配置されているので、電極 1 1 a を重力方向と逆方向に支持する構造が電極 1 1 a の長手方向の一部に偏ることを抑制し得る。従って、電極 1 1 a の一部が重力によって撓んで変形することを抑制し得る。

[0076] 4. 4 接続端子（第 1 の変形例）

図10は、第2の実施形態の第1の変形例における複数の接続端子52a及び52bの全体と、電極11aの全体と、を抜き出して、これらの構成部品を上方寄りの視点から見た斜視図である。図10に示されるように、第1の変形例において、複数の接続端子52a及び52bの各々は、複数の第2の固定部分522を有していてもよい。複数の第2の固定部分522は、電極11aの長手方向に沿って櫛歯状に配置されていてもよい。

[0077] 第1の変形例によれば、第2の固定部分522を櫛歯状に構成したので、電極ギャップ可変装置によって電極を移動させて接続端子52a及び52bを変形させたときの反力を低減することができる。

その他の点については、図9を参照しながら説明した第2の実施形態と同様でよい。

[0078] 4. 5 接続端子（第2の変形例）

図11Aは、第2の実施形態の第2の変形例における複数の接続端子53a及び53bの全体と、電極11aの全体と、を抜き出して、これらの構成部品を上方寄りの視点から見た斜視図である。第2の変形例においては、図11Aに示されるように、電極11aの一方の側面において、多数の接続端子53aが、電極11aの長手方向に並んで配置されてもよい。電極11aの他方の側面において、多数の接続端子53bが、電極11aの長手方向に並んで配置されてもよい。

[0079] 図11Bは、図11Aに示される囲み線X1Bの部分を拡大して示す斜視図である。図11Bに示されるように、複数の接続端子53a及び53bの各々は、電極11aに固定される第1の固定部分531と電極ホルダ40に固定される第2の固定部分532との間に、網目状の金属線を含む導電性部材533を含んでいてもよい。

[0080] 第2の変形例によれば、複数の接続端子53a及び53bの各々が網目状の金属線を含む導電性部材533を含むので、電極11aの熱膨張などによって電極11aが長手方向に伸長した場合でも、電極ホルダ40に対する寸法ずれを吸収し得る。従って、電極11aの折れ曲がりや接続端子53a及

び5 3 bの破損を抑制し得る。

その他の点については、図1 0を参照しながら説明した第1の変形例と同様でよい。

[0081] 5. 電界緩和機能を省略した電極保持構造

図1 2 A及び図1 2 Bは、第3の実施形態における複数のガイド部材6 2 a及び6 2 bの全体と電極1 1 aの全体とを抜き出して示す図である。図1 2 Aは、一对の電極間に生じる放電の放電方向に略平行な方向から見た図であり、図1 2 Bは、ガイド部材6 2 a及び6 2 bの下方寄りの視点から見た斜視図である。電極1 1 aの一方の側面において、3つのガイド部材6 2 aが、電極1 1 aの長手方向に並んで配置されてもよい。電極1 1 aの他方の側面において、3つのガイド部材6 2 bが、電極1 1 aの長手方向に並んで配置されてもよい。

[0082] 第3の実施形態における複数のガイド部材6 2 a及び6 2 bは、図7 A及び図7 Bを参照しながら説明した第2の実施形態における複数のガイド部材6 1 a及び6 1 bから、複数の凸部6 1 cを残して他の部分を取り去った構成に相当し得る。従って、第3の実施形態における複数のガイド部材6 2 a及び6 2 bは、電界を緩和する機能が第2の実施形態より低下し得るが、電極1 1 aが放電方向と略平行に移動する際のガイド機能を果たし得る。

その他の点については、第2の実施形態と同様でよい。

[0083] 6. 接続端子の長さを長くした電極保持構造

図1 3は、第4の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。第4の実施形態においては、電極ホルダ4 0 aの幅が、第2の実施形態における電極ホルダ4 0の幅より大きくてもよい。これにより、接続端子5 1 a及び5 1 bの長さLが、第2の実施形態における接続端子5 1 a及び5 1 bの長さより長くてもよい。接続端子5 1 a及び5 1 bの長さLは、ボルト5 1 dによる接続端子の固定位置からボルト5 1 eによる接続端子の固定位置まで、電極1 1 aの側面に対して垂直な方向に測った長さであってもよい。第4の実施形態において、接続端子5 1 a及び5 1

bの長さLは、電極11aの側面からボルト51eの軸中心までの距離に相当してもよい。

[0084] 図6Bを参照しながら説明したように、電極11aを電極ギャップ可変装置31及び32によって下方に移動させると、複数の接続端子51a及び51bが変形し得る。複数の接続端子51a及び51bは、複数の接続端子51a及び51bに蓄えられた反力によって、電極11aを上方に向けて支持し得る。この反力が強すぎる場合、電極11aが撓んでしまうことがある。

[0085] 説明を単純化するため複数の接続端子51a及び51bを片持ち梁と考えた場合、上述の反力は、接続端子51a及び51bの長さLの3乗の逆数に比例し得る。第4の実施形態によれば、接続端子51a及び51bの長さLを長くしたことにより、反力が強くなりすぎないようにし、電極11aの撓みを抑制し得る。接続端子51a及び51bの長さLは、例えば14mm以上、20mm以下でもよい。接続端子51a及び51bの材料は、例えば、真鍮、銅、ベリリウムと銅との合金、リン青銅であってもよい。

他の点については、上述の第2の実施形態と同様でよい。

[0086] 7. 接続端子を電極の上面に配置した電極保持構造

図14は、第5の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。第5の実施形態においては、接続端子51iの第1の固定部分511が、電極11aの上面に面接触して固定されてもよい。接続端子51hの第1の固定部分511が、接続端子51iの第1の固定部分511の上面に面接触して固定されてもよい。これらの固定部分511は、ボルト51fによって固定されてもよい。

接続端子51h及び51iの第2の固定部分512は、電極ホルダ40aの下面に面接触して、ボルト51eによって固定されていてもよい。接続端子51h及び51iは、電極11aの側面に面接触していなくてもよい。

[0087] 接続端子51h及び51iの各々において、第1の固定部分511が第2の固定部分512より高い位置にあってもよい。第1の固定部分511と第2の固定部分512との段差Hは、電極ギャップ可変装置31及び32によ

って電極 1 1 a が移動できる最大量と同じか、それ以下でもよい。第 1 の固定部分 5 1 1 と第 2 の固定部分 5 1 2 との間に、傾斜部分 5 1 3 があってもよい。

[0088] 第 5 の実施形態において、接続端子 5 1 h 及び 5 1 i の長さ L は、電極 1 1 a の両側面の中心からボルト 5 1 e の軸中心までの距離に相当してもよい。

他の点については、上述の第 4 の実施形態と同様でよい。第 5 の実施形態によれば、接続端子の長さ L が、第 4 の実施形態と同じ場合であっても、電極 1 1 a の幅だけ電極ホルダ 4 0 a の幅を短くすることができる。

[0089] 8. 電界緩和機能を有する電極

図 1 5 A 及び図 1 5 B は、第 6 の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。図 1 5 A は、電極 1 1 a を電極ギャップ可変装置によって移動させる前の状態を示し、図 1 5 B は、電極 1 1 a を電極ギャップ可変装置によって最大量移動させた後の状態を示す。図 1 5 A 及び図 1 5 B に示されるように、電極 1 1 a を電極ギャップ可変装置によって移動させると、複数の接続端子 5 1 h 及び 5 1 i が変形してもよい。

[0090] 第 6 の実施形態においては、電極 1 1 a の上端付近に幅広部分 1 1 c を有してもよい。これにより、電極 1 1 a と電極 1 1 b との間の放電領域以外の領域における電界の集中を緩和して、意図しない場所での放電を抑制し得る。

複数のガイド部材 6 1 h 及び 6 1 i は、電極 1 1 a の幅広部分 1 1 c の側面に位置してもよい。

[0091] 図 1 5 C は、第 6 の実施形態における複数の接続端子 5 1 h 及び 5 1 i の全体と、複数のガイド部材 6 1 h 及び 6 1 i の全体と、電極 1 1 a の全体と、を抜き出して、これらの構成部品を上方寄りの視点から見た斜視図である。第 6 の実施形態においては、幅広部分 1 1 c の一方の側面において、3つのガイド部材 6 1 h が、電極 1 1 a の長手方向に並んで配置されてもよい。幅広部分 1 1 c の他方の側面において、3つのガイド部材 6 1 i が、電極 1

1 a の長手方向に並んで配置されてもよい。複数のガイド部材 6 1 h 及び 6 1 i は、電極 1 1 a が放電方向と略平行に移動する際のガイド機能を果たし得る。

[0092] 電極 1 1 a の上面において、2つの接続端子 5 1 h が、電極 1 1 a の長手方向に並んで配置されてもよい。電極 1 1 a の上面において、2つの接続端子 5 1 i が、電極 1 1 a の長手方向に並んで配置されてもよい。

[0093] 図 1 5 D は、図 1 5 C に示される囲み線 X V D の部分を拡大して示す斜視図である。第 1 の固定部分 5 1 1 を電極 1 1 a の上面に固定するために、複数のボルト 5 1 f が、電極 1 1 a の長手方向に沿って配置されてもよい。

[0094] 接続端子 5 1 h 及び 5 1 i の各々には、複数の開口部 5 1 4 が電極 1 1 a の長手方向に沿って形成されていてもよい。これにより、接続端子 5 1 h 及び 5 1 i を変形させたときの反力をさらに低減することができる。例えば、電極 1 1 a の長手方向に沿った接続端子 5 1 h の長さの半分相当を、複数の開口部 5 1 4 で打ち抜いたとすると、接続端子 5 1 h の反力は半分となる。

他の点については、上述の第 5 の実施形態と同様でよい。

[0095] 9. 接続端子を一体化した電極保持構造

図 1 6 は、第 7 の実施形態に係るエキシマレーザ装置における電極保持構造を示す断面図である。第 7 の実施形態においては、接続端子 5 1 g が配置されてもよい。接続端子 5 1 g の中央部分 5 1 5 が、電極 1 1 a の上面に面接触して固定されてもよい。接続端子 5 1 g の両端部分 5 1 6 が、電極ホルダ 4 0 a の下面に面接触して固定されてもよい。接続端子 5 1 g は、第 6 の実施形態における接続端子 5 1 h 及び 5 1 i を一体化したものに相当し得る。

他の点については、第 6 の実施形態と同様でよい。

[0096] 10. その他（パルスパワーモジュールの構成）

図 1 7 は、上述のパルスパワーモジュールの構成を示す回路図である。パルスパワーモジュール 1 3 は、充電コンデンサ C 0 と、スイッチ 1 3 a と、磁気圧縮回路としての昇圧トランス T C 1 と、複数の磁気スイッチ S r 1 ~

S r 3 と、複数のコンデンサ C 1、C 2、C 3 と、を含んで構成されてもよい。コンデンサ C 3 の両端には、図 2 及び図 3 に示された接続部材 S 1 及び接続部材 S 2 が接続されていてもよい。

[0097] 磁気スイッチ S r 1 ～ S r 3 は、いずれも、可飽和リアクトルを含んでもよい。磁気スイッチ S r 1 ～ S r 3 の各々は、その両端に印加された電圧の時間積分値が、各磁気スイッチの特性で決まる所定の値になったときに、低インピーダンスになるようにしもよい。

[0098] 充電器 1 2 には、レーザ制御部 2 9 により充電電圧 V (n) が設定されてもよい。充電器 1 2 は、設定された充電電圧 V (n) に基づいて、充電コンデンサ C 0 を充電してもよい。

パルスパワーモジュール 1 3 のスイッチ 1 3 a には、レーザ制御部 2 9 によりスイッチ信号が入力されてもよい。スイッチ信号がスイッチ 1 3 a に入力されると、スイッチ 1 3 a が ON になってもよい。スイッチ 1 3 a が ON になると、充電コンデンサ C 0 から昇圧トランス T C 1 の 1 次側に電流が流れ得る。

[0099] 昇圧トランス T C 1 の 1 次側に電流が流れると、電磁誘導によって昇圧トランス T C 1 の 2 次側に逆方向の電流が流れ得る。昇圧トランス T C 1 の 2 次側に電流が流れると、やがて磁気スイッチ S r 1 に印加される電圧の時間積分値が閾値に達し得る。

[0100] 磁気スイッチ S r 1 に印加される電圧の時間積分値が閾値に達すると、磁気スイッチ S r 1 は磁気飽和した状態となり、磁気スイッチ S r 1 は閉じ得る。

磁気スイッチ S r 1 が閉じると、昇圧トランス T C 1 の 2 次側からコンデンサ C 1 に電流が流れ、コンデンサ C 1 が充電され得る。

[0101] コンデンサ C 1 が充電されることにより、やがて磁気スイッチ S r 2 は磁気飽和した状態となり、磁気スイッチ S r 2 は閉じ得る。

磁気スイッチ S r 2 が閉じると、コンデンサ C 1 からコンデンサ C 2 に電流が流れ、コンデンサ C 2 が充電され得る。このとき、コンデンサ C 1 を充

電する際の電流のパルス幅よりも短いパルス幅で、コンデンサC 2が充電されてもよい。

[0102] コンデンサC 2が充電されることにより、やがて磁気スイッチS r 3は磁気飽和した状態となり、磁気スイッチS r 3は閉じ得る。

磁気スイッチS r 3が閉じると、コンデンサC 2からコンデンサC 3に電流が流れ、コンデンサC 3が充電され得る。このとき、コンデンサC 2を充電する際の電流のパルス幅よりも短いパルス幅で、コンデンサC 3が充電されてもよい。

[0103] このように、コンデンサC 1からコンデンサC 2、コンデンサC 2からコンデンサC 3へと電流が順次流れることにより、当該電流のパルス幅は圧縮され、高電圧化され得る。

[0104] コンデンサC 3の電圧がレーザガスのブレイクダウン電圧に達したときに、一对の電極1 1 a及び1 1 b間のレーザガスに絶縁破壊が生じてもよい。これにより、レーザガスが励起され、レーザ発振して、パルスレーザ光が出力され得る。このような放電動作が、スイッチ1 3 aのスイッチング動作によって繰り返されることにより、所定の発振周波数で、パルスレーザ光が出力され得る。

[0105] 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。

[0106] 本明細書及び添付の特許請求の範囲全体で使用される用語は、「限定的でない」用語と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修飾句「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。

請求の範囲

- [請求項1] レーザチャンバと、
前記レーザチャンバ内に配置された第1の電極と、
前記レーザチャンバ内で前記第1の電極と対向して配置された第2の電極と、
前記レーザチャンバ内に配置され、高電圧と接続される電極ホルダと、
前記第1の電極に対する第1の固定部分と前記電極ホルダに対する第2の固定部分とを含み、前記第1の電極と前記電極ホルダとを電氣的に接続する少なくとも1つの接続端子と、
前記電極ホルダに保持され、前記第1の電極を、前記第1の電極と前記第2の電極との間の放電方向と前記第1の電極の長手方向との両方に略垂直な方向において位置決めするガイド部材と、
前記第1の電極を、前記放電方向と略平行に移動させる電極ギャップ可変装置と、
を備えるエキシマレーザチャンバ装置。
- [請求項2] 前記第1の電極は前記第2の電極の位置に対して重力方向にずれた位置に配置され、
前記少なくとも1つの接続端子は、前記第1の電極を重力方向に対して逆方向に且つフレキシブルに支持するように構成された、
請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。
- [請求項3] 前記少なくとも1つの接続端子は、金属製の板を含む、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。
- [請求項4] 前記金属製の板は、銅又はニッケルを含む、請求項3記載のエキシマレーザチャンバ装置。
- [請求項5] 前記少なくとも1つの接続端子は、網目状の金属線を含む、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。
- [請求項6] 前記第1の固定部分は、前記第1の電極の側面に面接触して固定さ

れ、前記第2の固定部分は、前記電極ホルダに面接触して固定された、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項7] 前記ガイド部材は、前記第1の電極の側面の少なくとも3か所で前記第1の電極に接触して前記第1の電極を位置決めする、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項8] 前記ガイド部材は、銅又はニッケルを含む、請求項7記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項9] 前記ガイド部材は、前記第1の電極の長手方向の複数の位置において、前記第1の電極の側面の両側から前記第1の電極を挟むことにより前記第1の電極を位置決めする、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項10] 前記ガイド部材は、電気伝導性を有し、且つ、前記第1の電極と前記第2の電極との間の領域以外の領域における電界の集中を緩和する形状を有する、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項11] 前記ガイド部材の下面を覆う電気絶縁部材をさらに備える、請求項10記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項12] 前記少なくとも1つの接続端子は、前記第1の電極の長手方向に並んで配置された複数の接続端子を含む、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項13] 前記第1の固定部分は、前記第1の電極の上面に固定され、前記第2の固定部分は、前記電極ホルダに固定された、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項14] 前記第1の固定部分と前記第2の固定部分との間に傾斜部を有する、請求項13記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項15] 前記第1の固定部分が、前記第2の固定部分よりも高い位置に位置する、請求項14記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項16] 前記第1の固定部分と前記第2の固定部分との段差が、電極ギャップ可変装置による前記第1の電極の移動量以下である、請求項15記

載のエキシマレーザチャンバ装置。

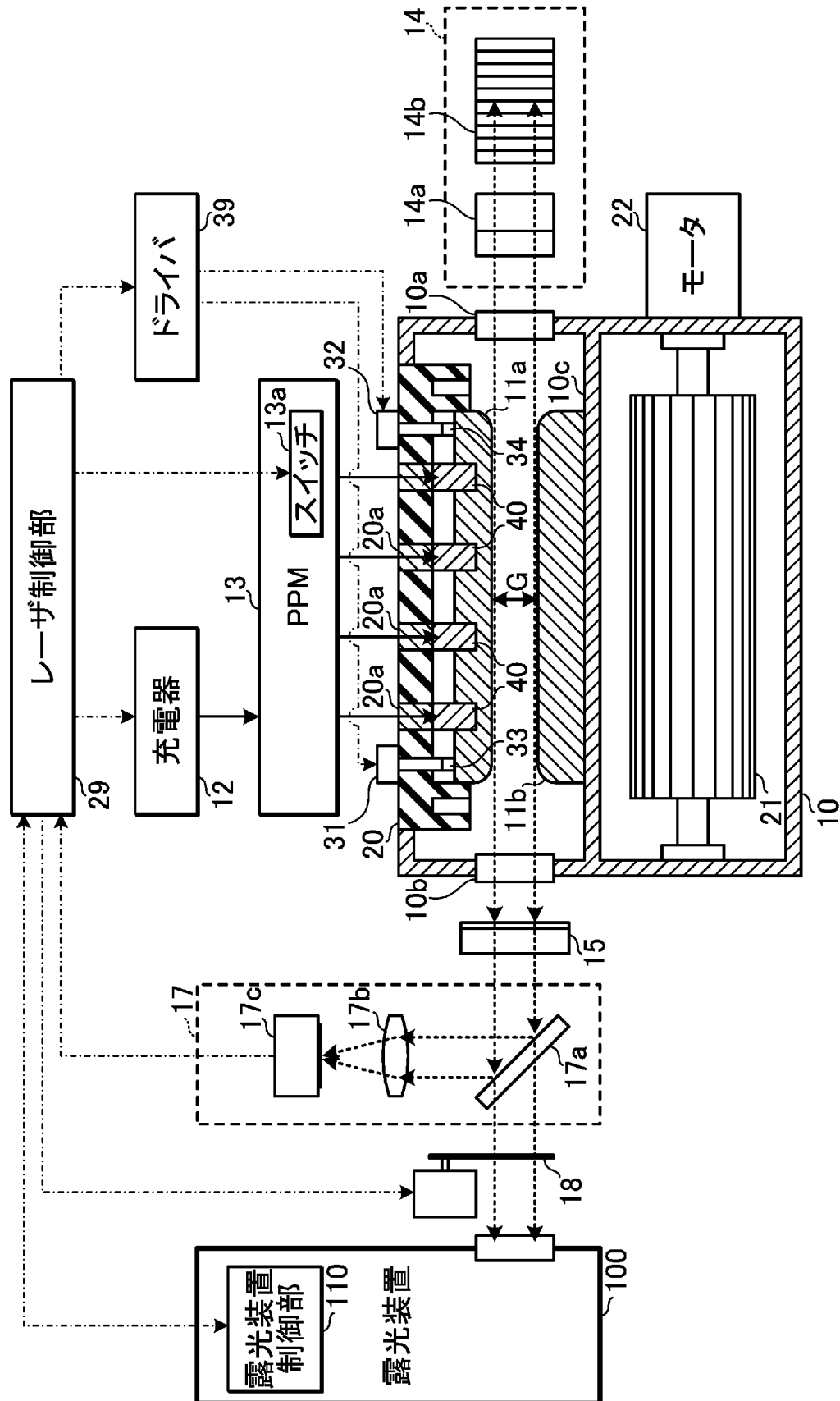
[請求項17] 前記第1の固定部分の両側に、前記第2の固定部分が位置する、請求項13記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項18] 前記少なくとも1つの接続端子は、真鍮、銅、ベリリウムと銅との合金、及びリン青銅のうちのいずれかである、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。

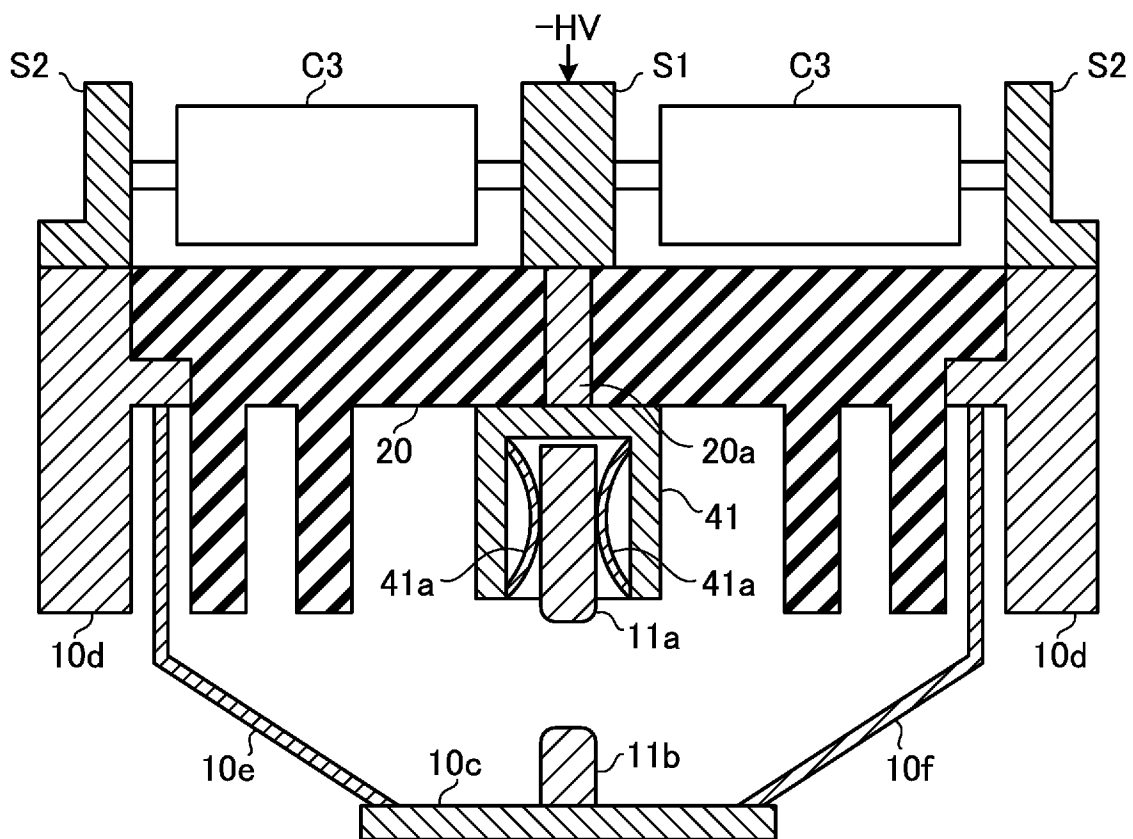
[請求項19] 前記少なくとも1つの接続端子に、複数の開口部が形成された、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。

[請求項20] 前記第1の電極の上端部分が、前記第1の電極の下端部分よりも幅広に形成された、請求項1記載のエキシマレーザチャンバ装置。

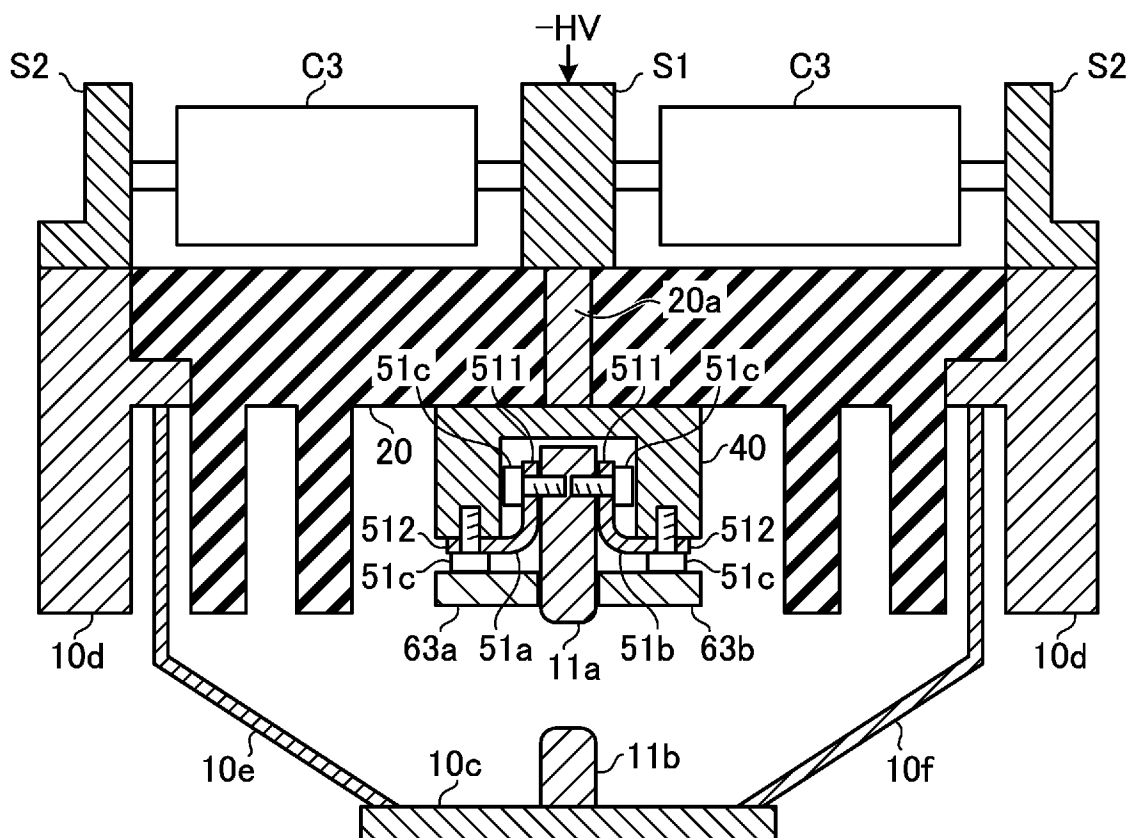
[図1]



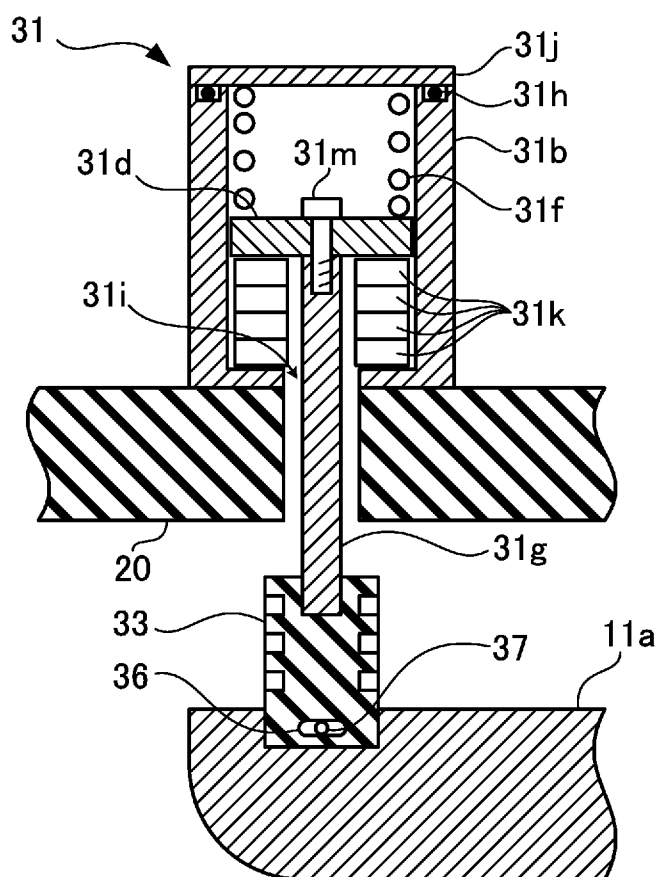
[図2]



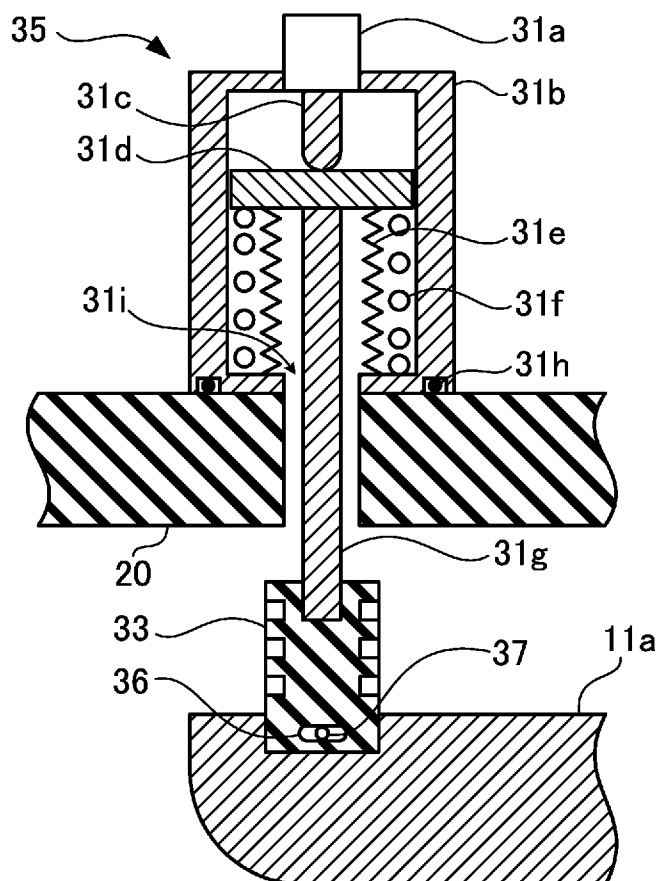
[図3]



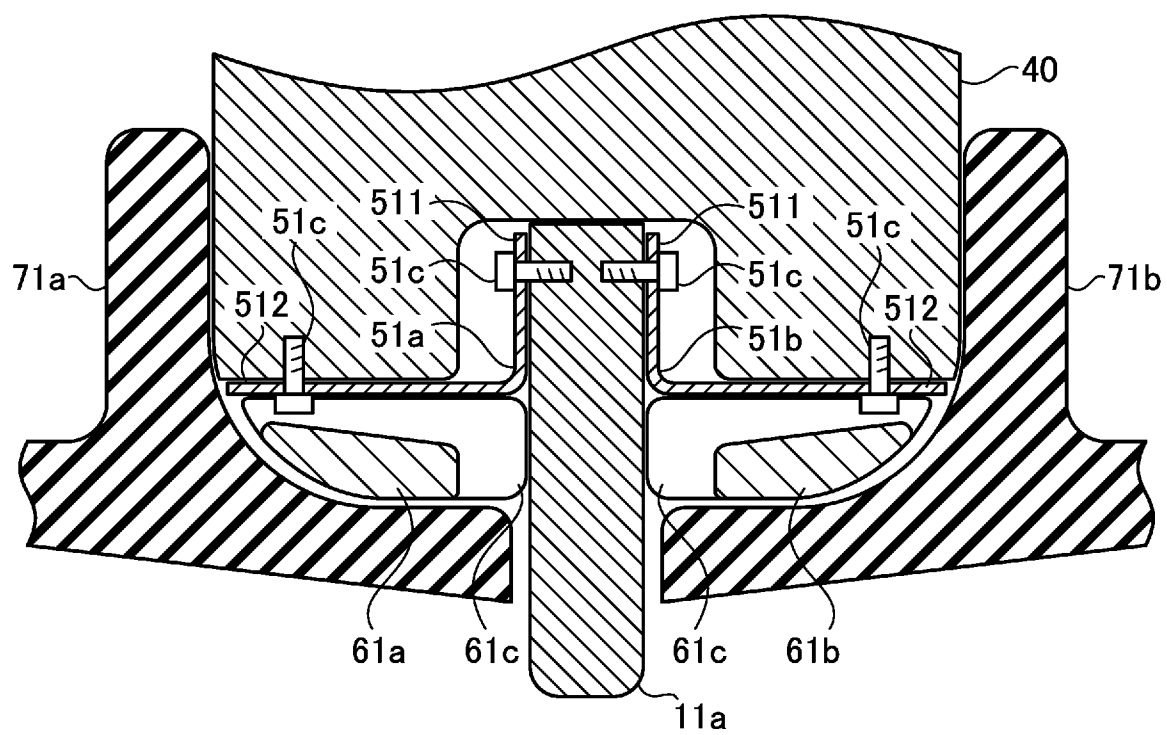
[図4]



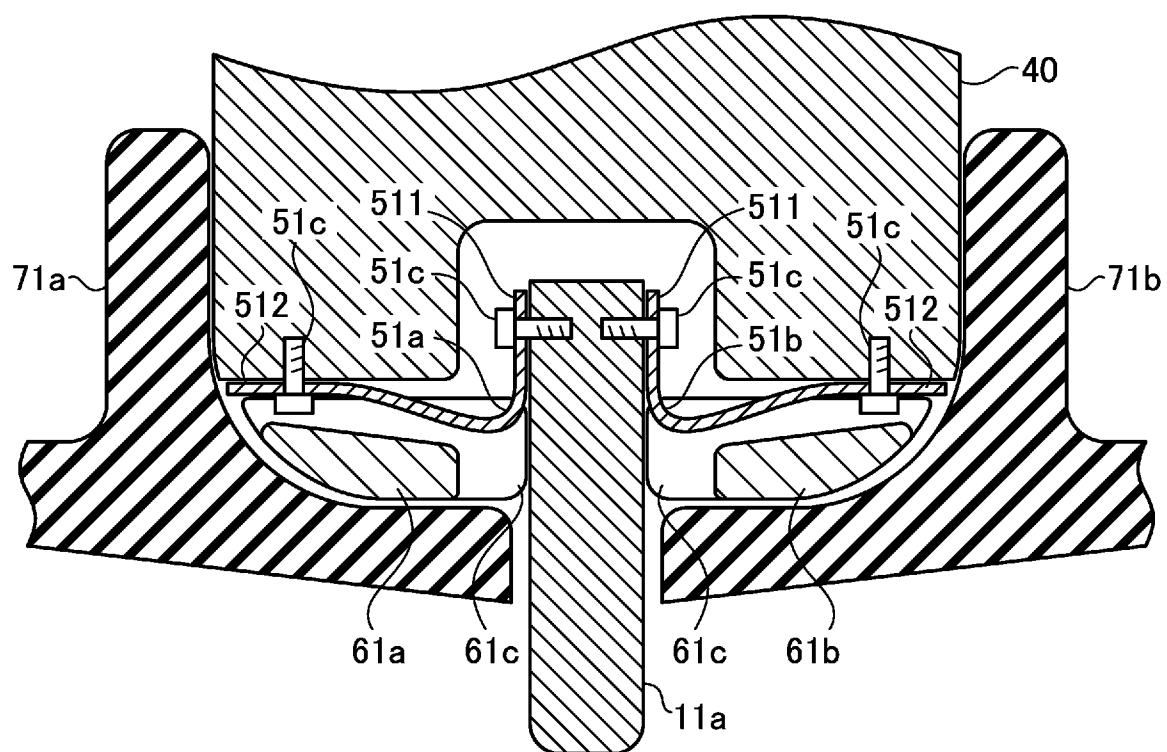
[図5]



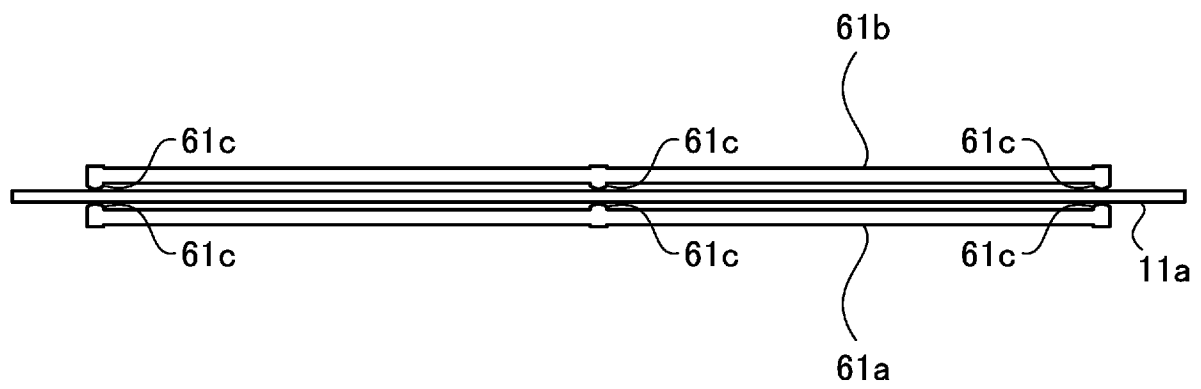
[図6A]



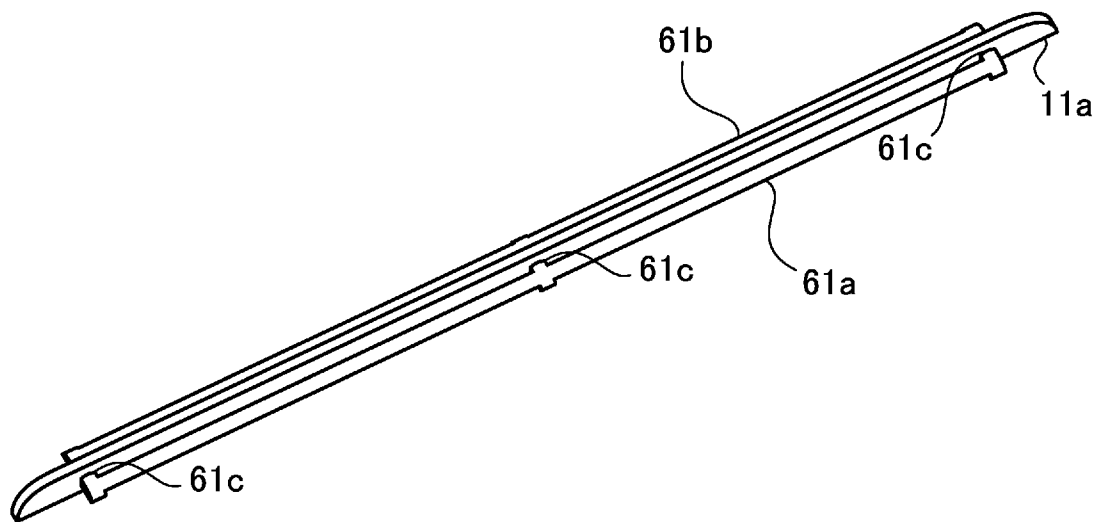
[図6B]



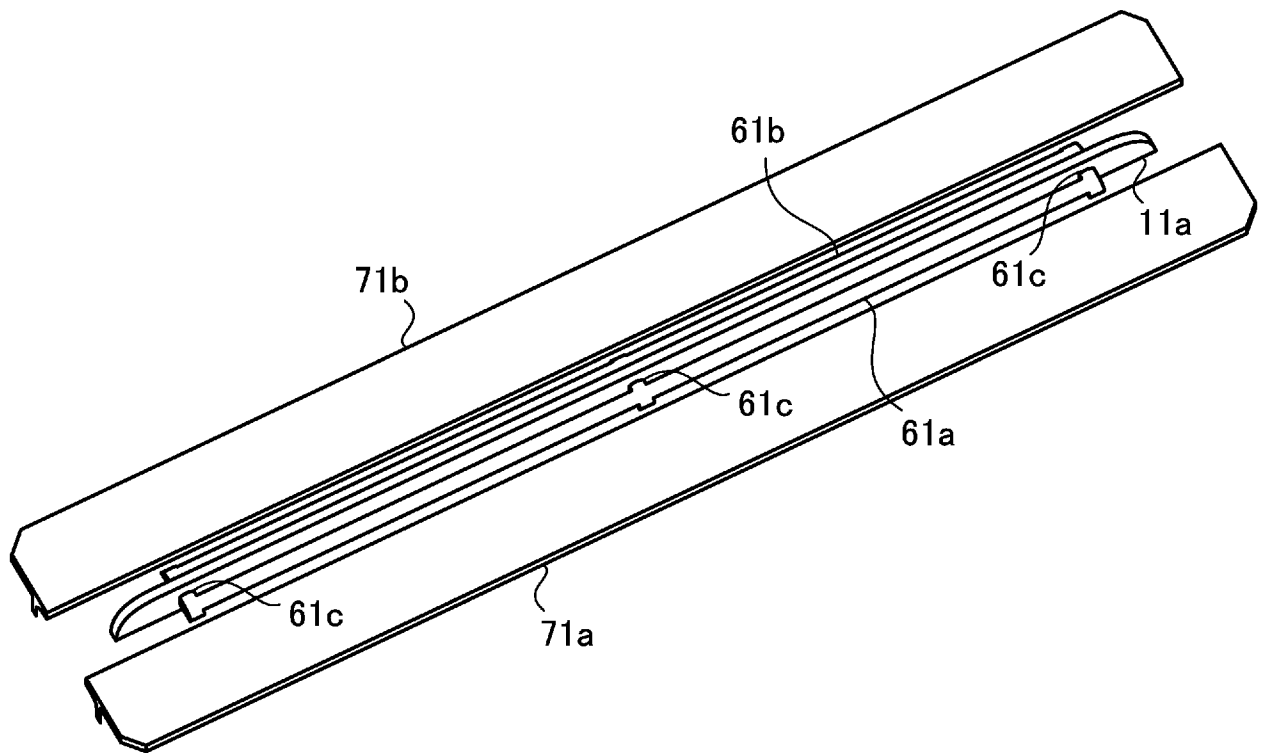
[図7A]



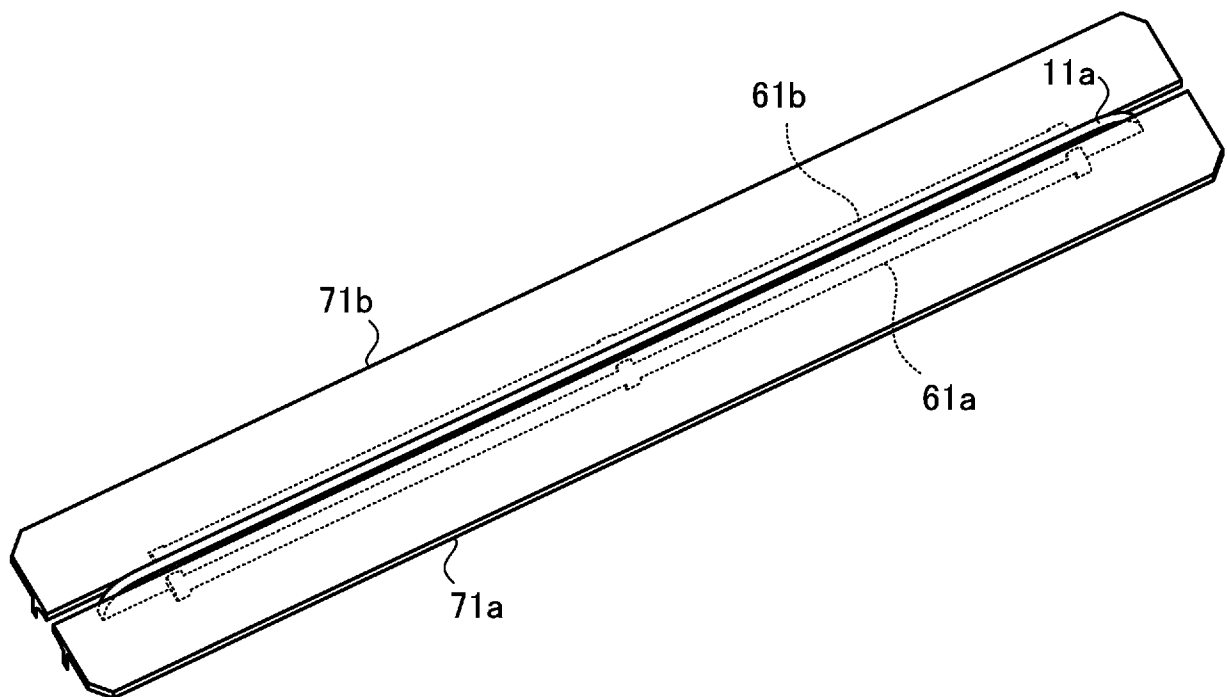
[図7B]



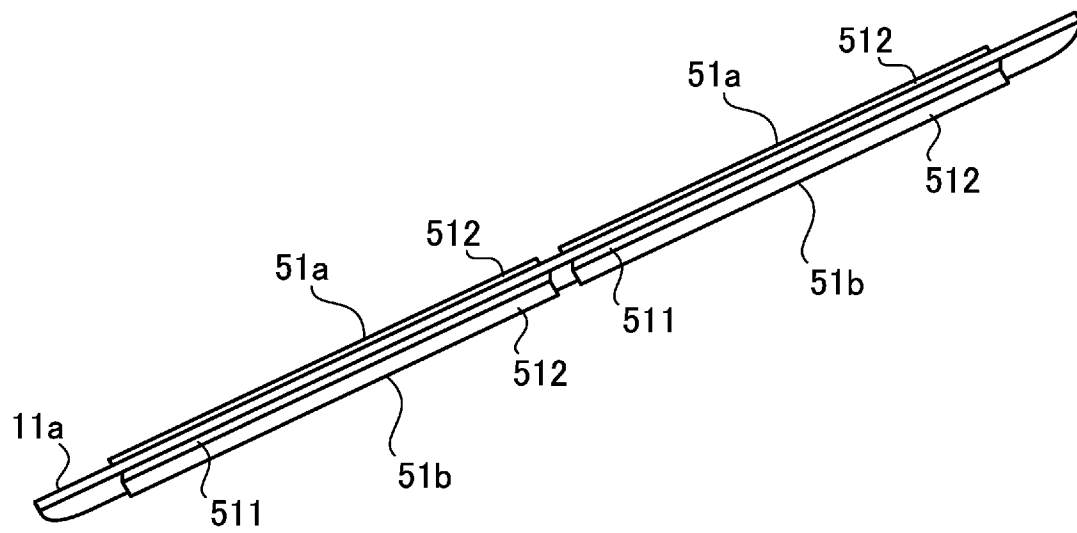
[図8A]



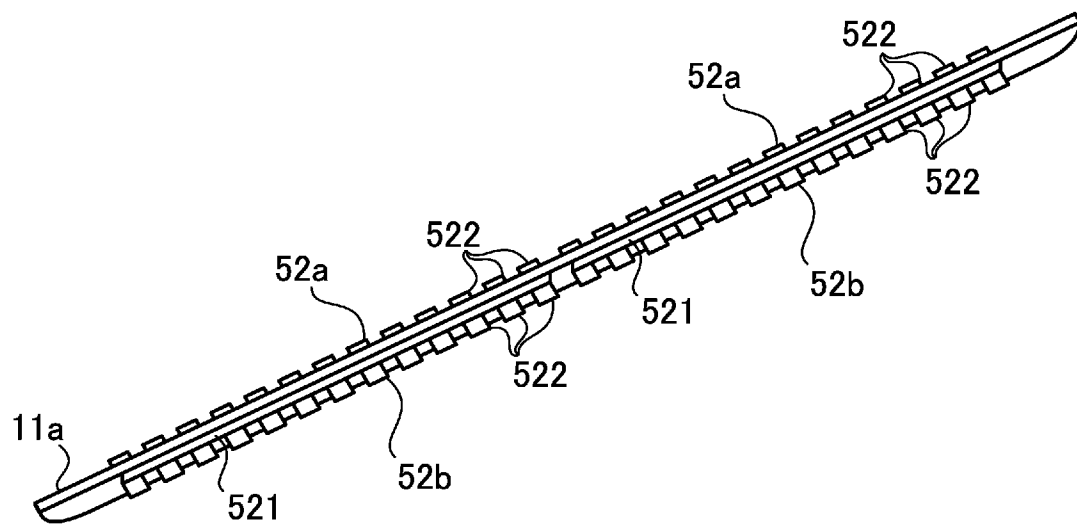
[図8B]



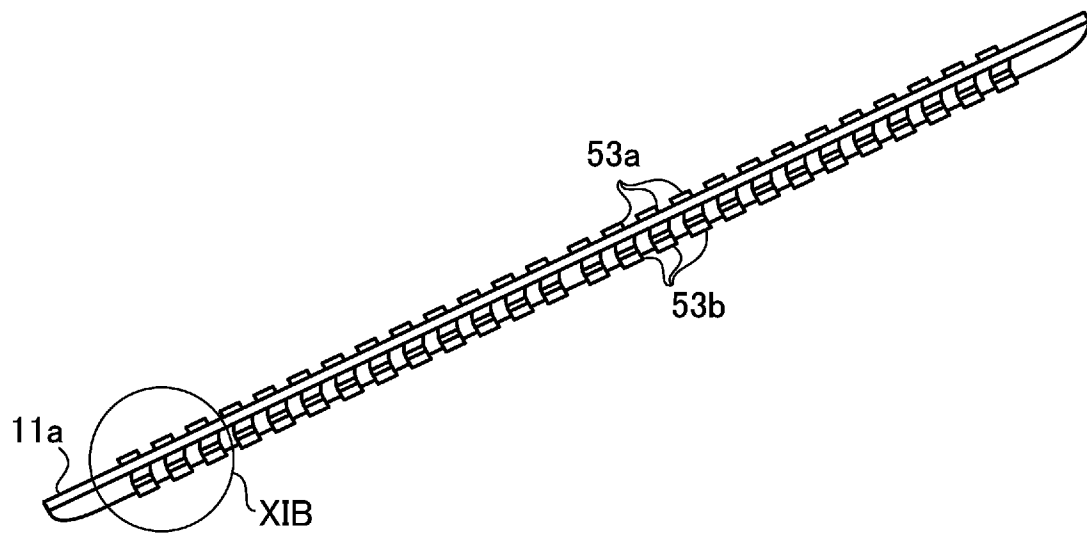
[図9]



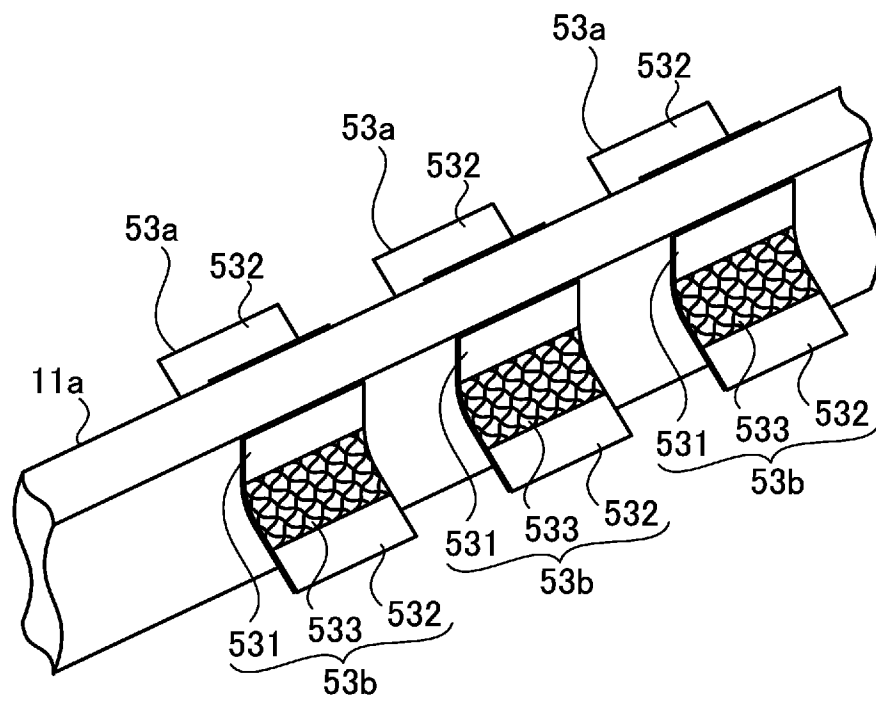
[図10]



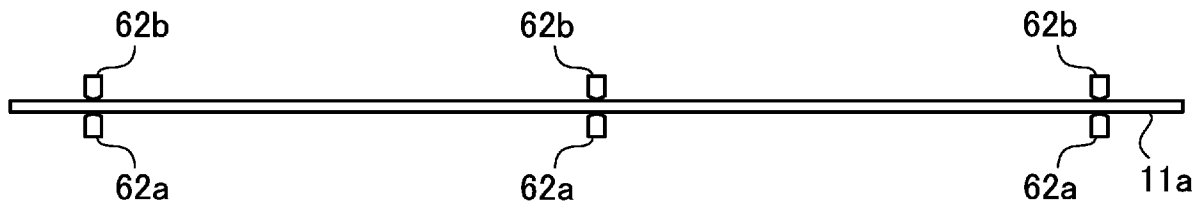
[図11A]



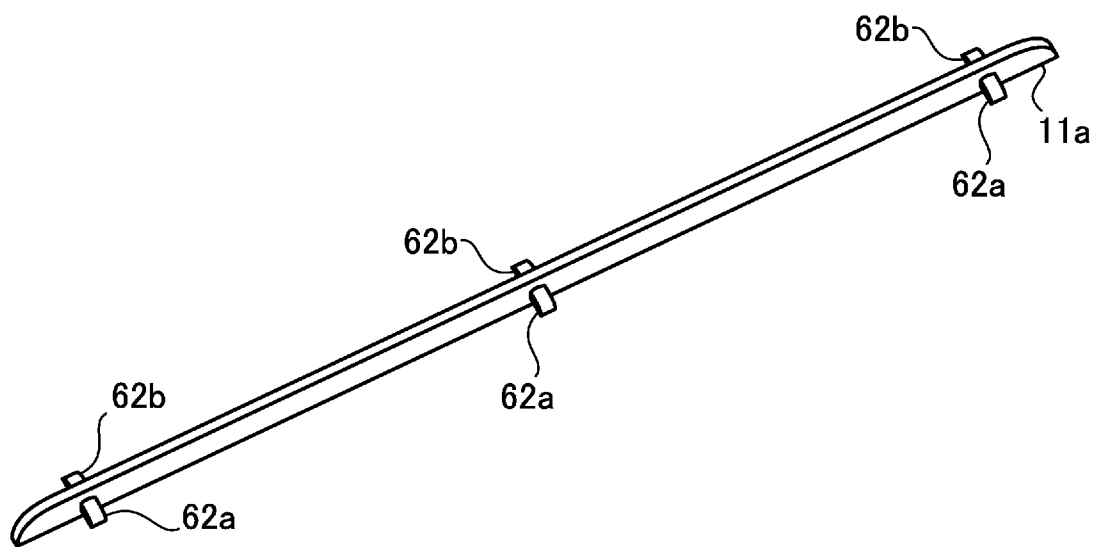
[図11B]



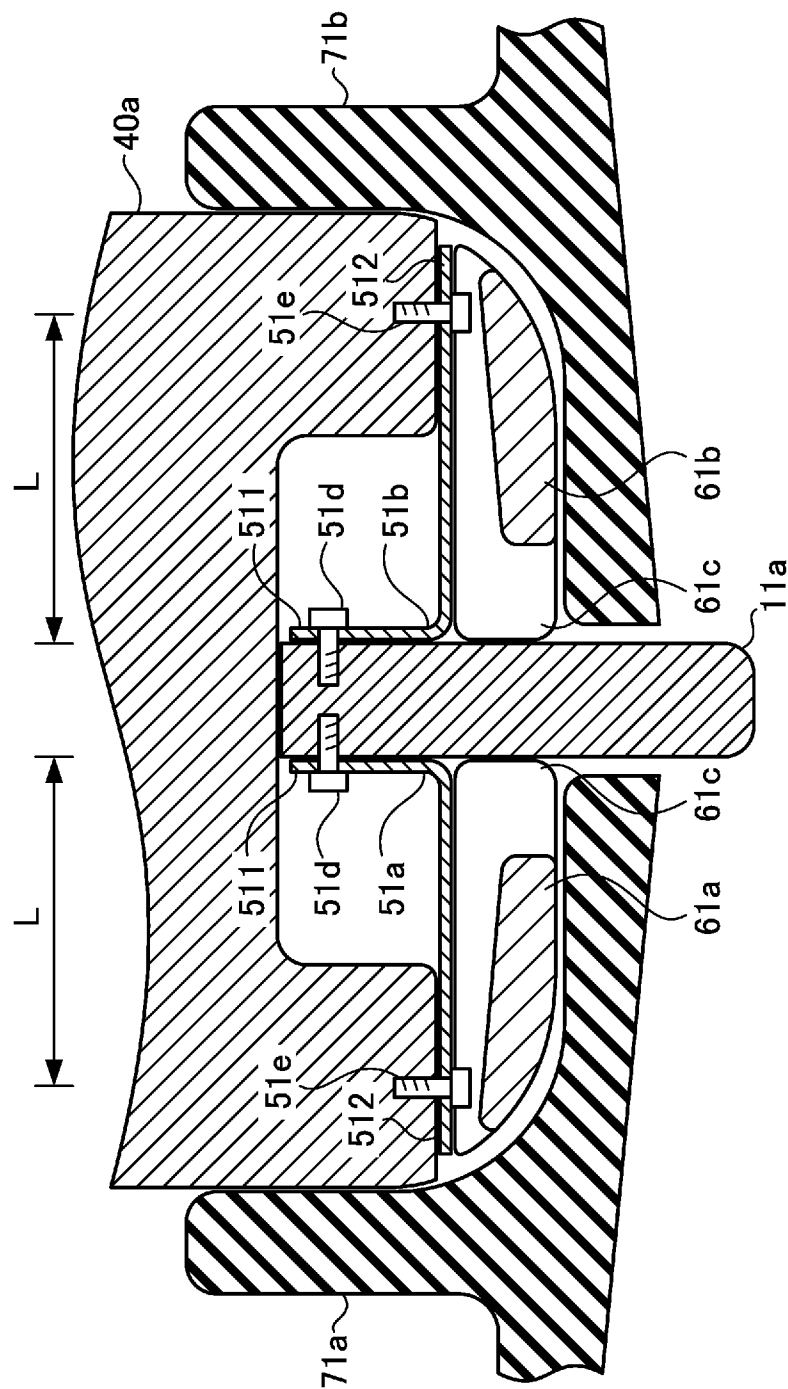
[図12A]



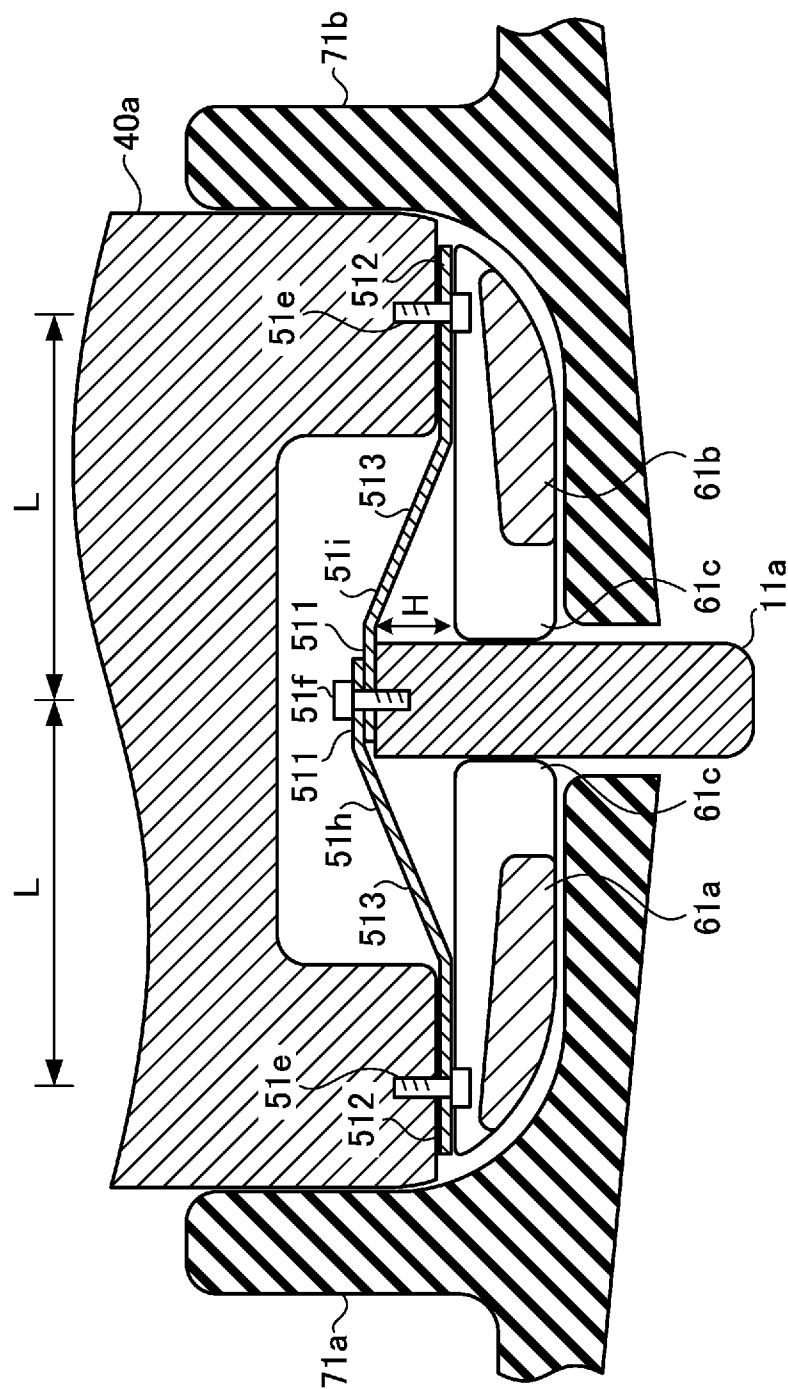
[図12B]



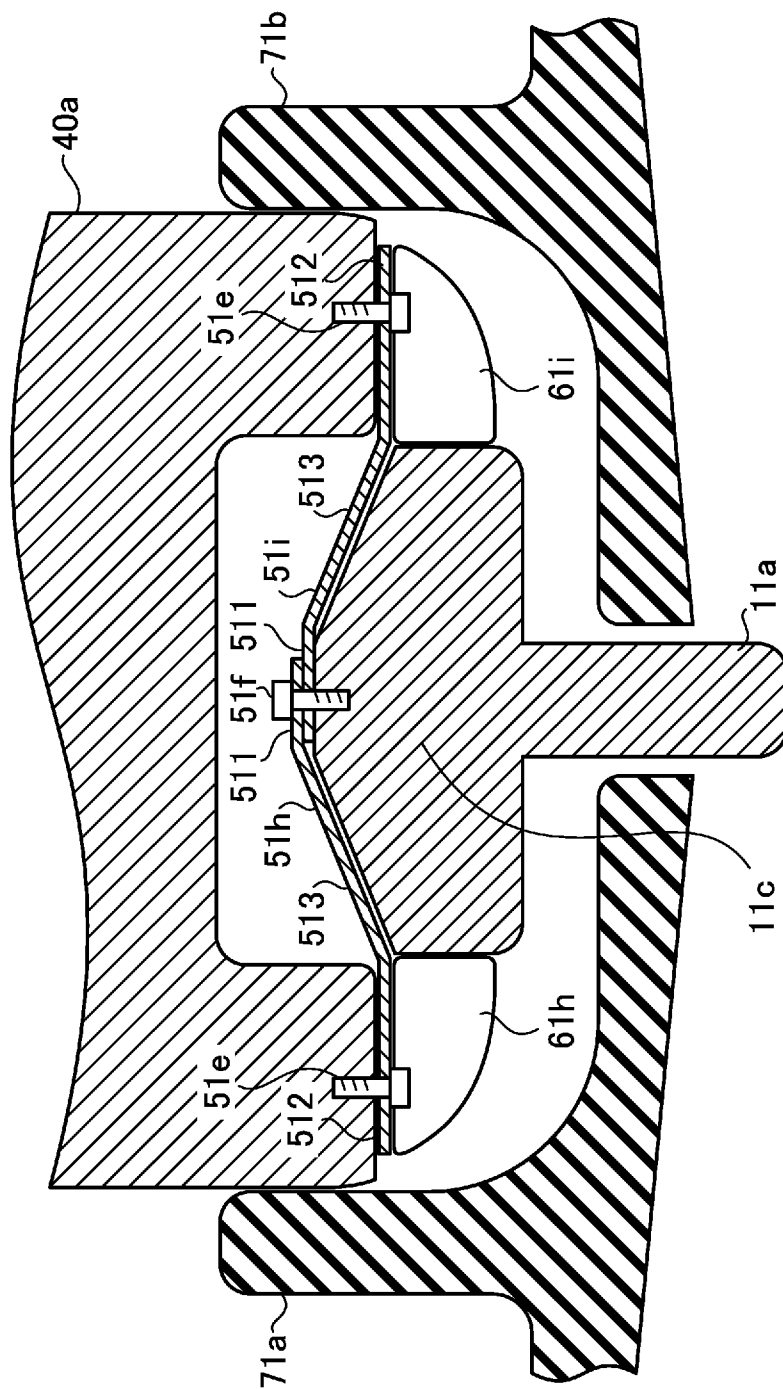
[図13]



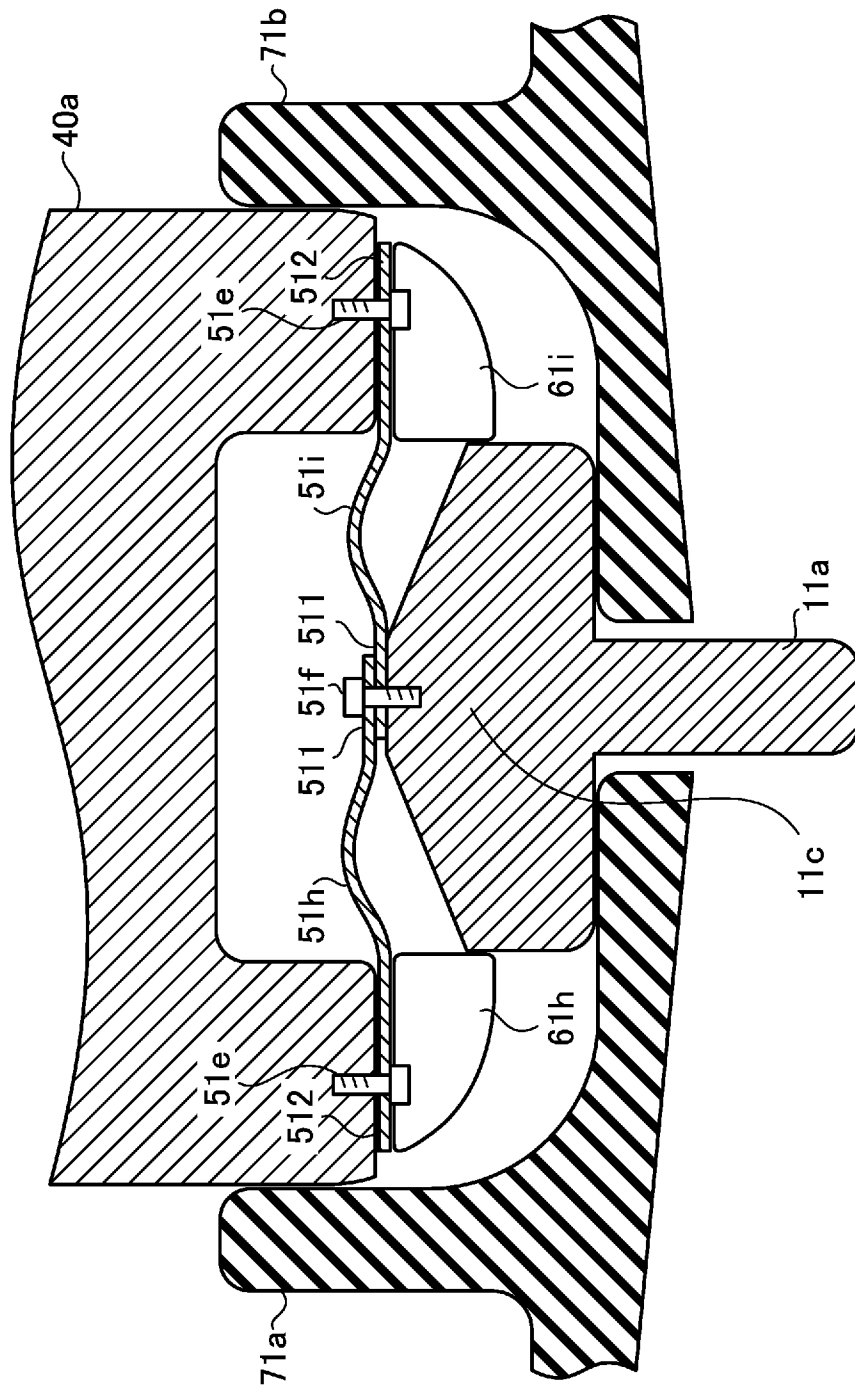
[図14]



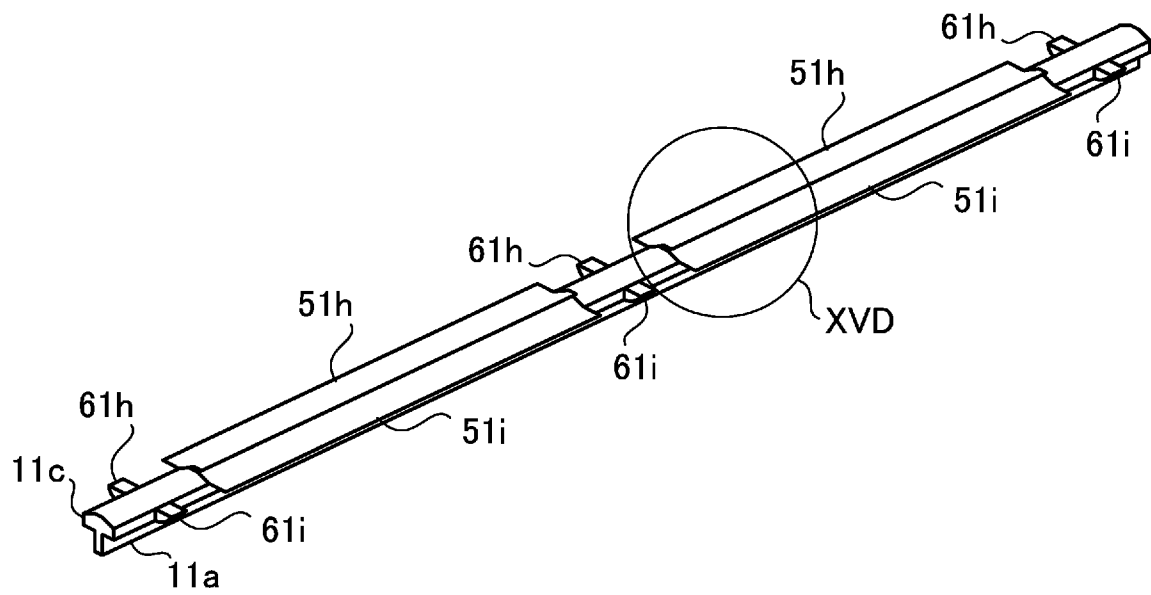
[図15A]



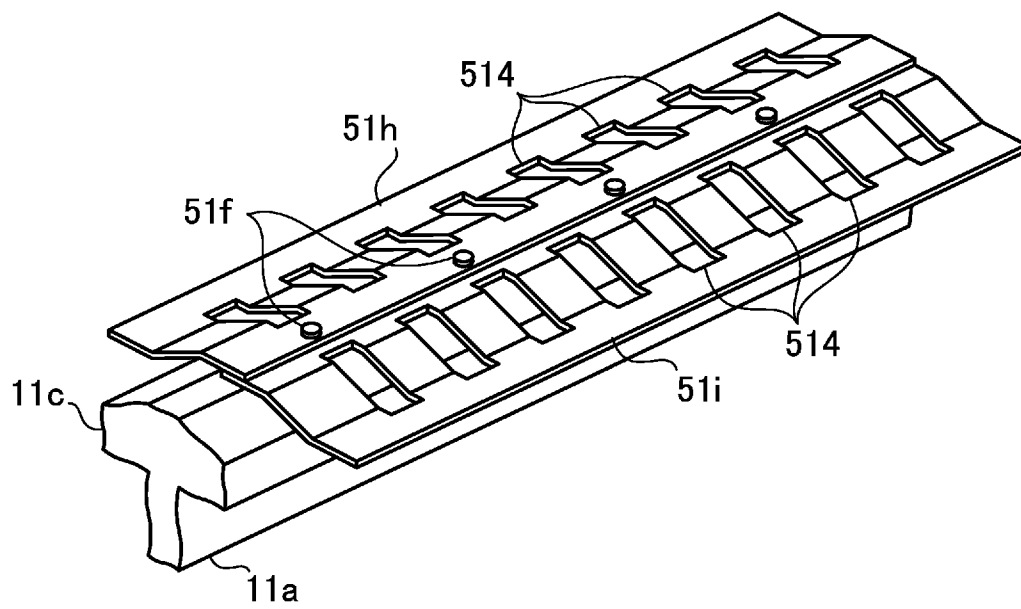
[図15B]



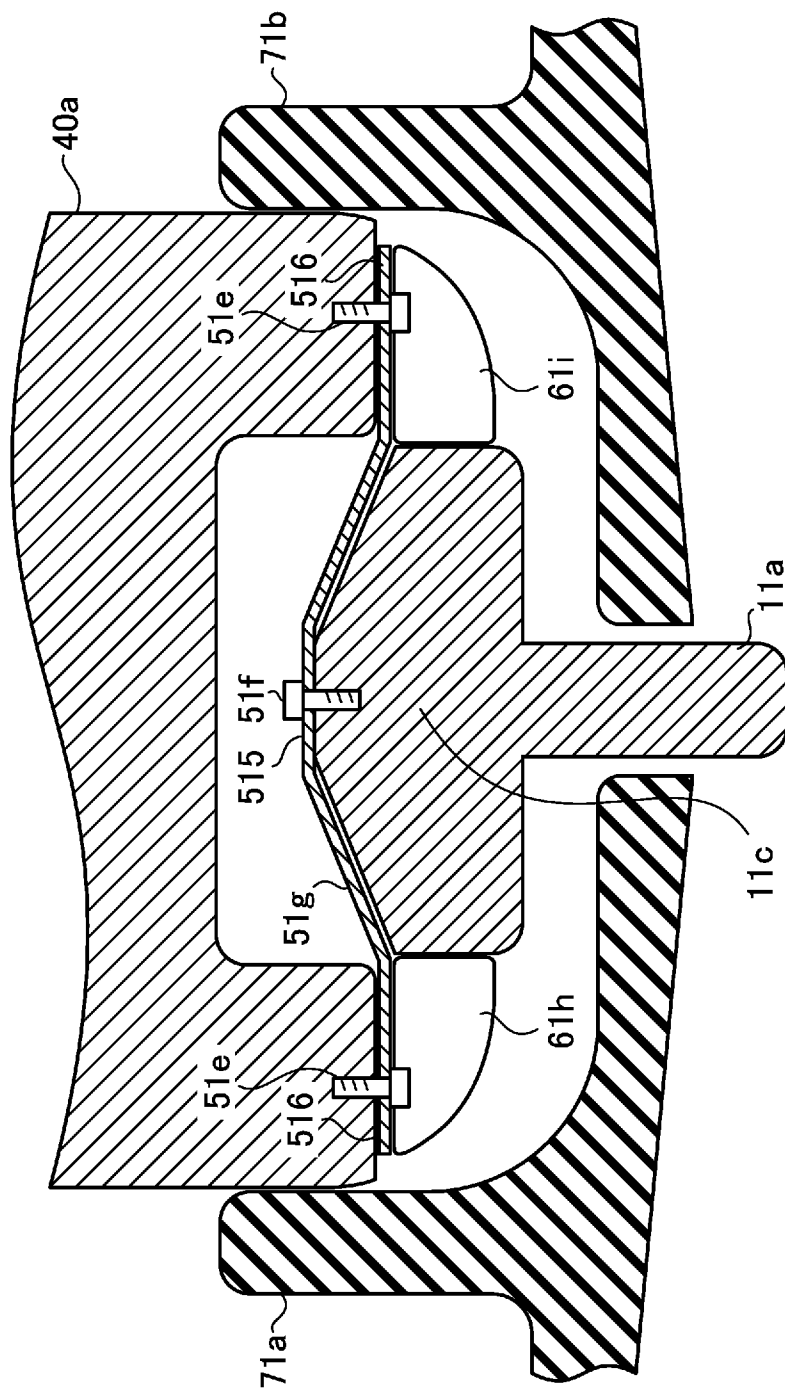
[図15C]



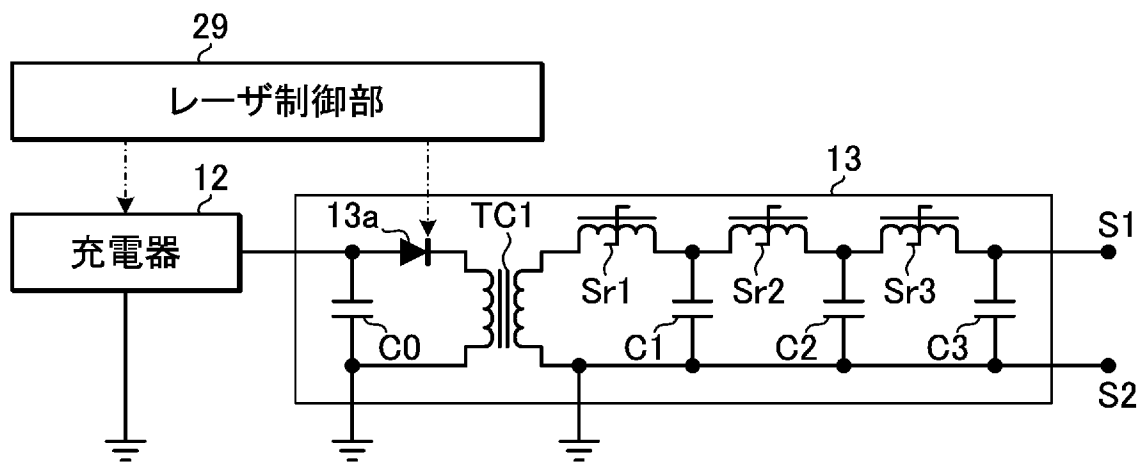
[図15D]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055137

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01S3/038(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		
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 1996-2016 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JST7580(JDreamIII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-298229 A (Tuilaser AG), 26 October 2001 (26.10.2001), entire text; all drawings & US 6480517 B1 & US 6859482 B1 & US 6522679 B1 & US 6804284 B1 & US 6782029 B1 & US 6493375 B1 & US 6603790 B1 & EP 1128501 A2 & EP 1128500 A2 & EP 1130698 A1 & EP 1128498 A2 & EP 1130699 A2 & EP 1128499 A2	1-20
A	JP 2006-229136 A (Komatsu Ltd., Ushio Inc.), 31 August 2006 (31.08.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
☒ 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 “T” 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 10 May 2016 (10.05.16)		Date of mailing of the international search report 24 May 2016 (24.05.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055137

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014/046186 A1 (Gigaphoton Inc.), 27 March 2014 (27.03.2014), entire text; all drawings & US 2015/0194781 A1	1-20
A	US 7856044 B2 (R.L.Sandstrom, et al.), 21 December 2010 (21.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 6-29592 A (Komatsu Ltd.), 04 February 1994 (04.02.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 63-229789 A (Toshiba Corp.), 26 September 1988 (26.09.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	US 2014/0023101 A1 (Y. Wang, et al.), 23 January 2014 (23.01.2014), entire text; all drawings & JP 2014-511036 A & WO 2013/127111 A & EP 2690723 A1 & CN 102810810 A & CN 103151679 A & KR 10-2014-0019319 A & RU 2013146022 A	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01S3/038 (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

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で利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）

JSTPlus /JST7580 (JDreamIII)

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
A	JP 2001-298229 A（ツィレイザー アクチエンゲゼルシャフト） 2001. 10. 26, 全文、全図 & US 6480517 B1 & US 6859482 B1 & US 6522679 B1 & US 6804284 B1 & US 6782029 B1 & US 6493375 B1 & US 6603790 B1 & EP 1128501 A2 & EP 1128500 A2 & EP 1130698 A1 & EP 1128498 A2 & EP 1130699 A2 & EP 1128499 A2	1-20

☒ 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

10. 05. 2016

国際調査報告の発送日

24. 05. 2016

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100-8915

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）

林 祥恵

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

2 K

4085

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 2006-229136 A (株式会社小松製作所、ウシオ電機株式会社) 2006.08.31, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-20
A	WO 2014/046186 A1 (ギガフォトン株式会社) 2014.03.27, 全文、全図 & US 2015/0194781 A1	1-20
A	US 7856044 B2 (R.L.Sandstrom, et al.) 2010.12.21, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 6-29592 A (株式会社小松製作所) 1994.02.04, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 63-229789 A (株式会社東芝) 1988.09.26, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-20
A	US 2014/0023101 A1 (Y. Wang, et al.) 2014.01.23, 全文、全図 & JP 2014-511036 A & WO 2013/127111 A & EP 2690723 A1 & CN 102810810 A & CN 103151679 A & KR 10-2014-0019319 A & RU 2013146022 A	1-20