

(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3月27日(27.03.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/046186 A1

- (51) 国際特許分類:
H01S 3/038 (2006.01) H01S 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/075311
- (22) 国際出願日: 2013年9月19日(19.09.2013)
- (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 2012-208716 2012年9月21日(21.09.2012) 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: 浅山 武志(ASAYAMA, Takeshi); 〒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). 柿崎 弘司(KAKIZAKI, Kouji); 〒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). 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). 若林 理(WAKABAYASHI, Osamu); 〒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). 竹澤 和也(TAKEZAWA, Kazuya); 〒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).

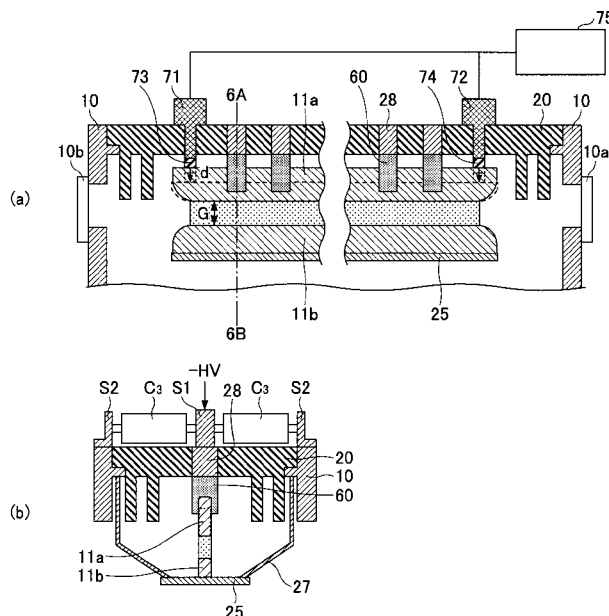
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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 DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ装置

[図6]



(57) Abstract: [Problem] To provide a laser device wherein it is possible to advance electrodes a predetermined amount when the electrodes degrade due to discharge. [Solution] The present invention may be provided with: a laser chamber housing a laser gain medium; a power source; a first electrode to which voltage from the power source is applied, and a second electrode which is grounded, the first electrode and the second electrode being disposed within the laser chamber; and a connector which is connected to the power source and which supports the first electrode in a manner such that the first electrode can move towards the side on which the second electrode is disposed.

(57) 要約: 【課題】電極が放電により削れたら所定量繰り出すことのできるレーザ装置を提供する。【解決手段】レーザゲイン媒質が入れられているレーザチャンバと、電源と、レーザチャンバ内に設けられ、電源より電圧が印加される第1の電極及び接地される第2の電極と、電源と接続されており、第1の電極を第2の電極が設けられている側に移動可能な状態で支持するコネクタと、を備えてもよい。



(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： レーザ装置

技術分野

[0001] 本開示は、レーザ装置に関する。

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およ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射するKrFエキシマレーザ装置、または、波長193nmの紫外線のレーザ光を出射するArFエキシマレーザ装置が用いられる。

[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エハとの間が液体で満たされる液浸露光が実用化されている。この液浸露光では、露光用レンズとウエハとの間の屈折率が変化するため、露光用光源の見かけの波長が短波長化する。ArFエキシマレーザ装置を露光用光源として液浸露光が行われた場合には、ウエハには水中において波長134nmの波長に相当する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）という。

[0004] KrFエキシマレーザ装置及びArFエキシマレーザ装置の自然発振幅は、約350～400pmと広い。そのため、KrF及びArFレーザ光のような紫外線を透過する材料で投影レンズを構成すると、色収差が発生してしまう場合がある。その結果、解像力が低下してしまう場合がある。そこで、ガスレーザ装置から出射されるレーザ光のスペクトル線幅を、色収差が無視できる程度となるまで狭帯域化する必要がある。そのため、ガスレーザ装置のレーザ共振器内には、スペクトル線幅を狭帯域化するために、狭帯域化素

子（エタロン、グレーティング等）を有する狭帯域化モジュール（Line Narrow Module : LNM）が設けられる場合がある。以下においては、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：特開平6－29592号公報

特許文献2：特開昭63－229789号公報

特許文献3：米国特許第7856044号明細書

概要

[0006] レーザ装置は、レーザゲイン媒質が入れられているレーザチャンバと、電源と、レーザチャンバ内に設けられ、電源より電圧が印加される第1の電極及び接地される第2の電極と、電源と接続されており、第1の電極を第2の電極が設けられている側に移動可能な状態で支持するコネクタと、を備えてもよい。

[0007] レーザ装置は、レーザゲイン媒質が入れられているレーザチャンバと、電源と、レーザチャンバ内に設けられ、電源より電圧が印加される第1の電極及び接地される第2の電極と、第2の電極を第1の電極が設けられている側に移動可能な状態で支持するコネクタと、を備えてもよい。

図面の簡単な説明

[0008] 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]レーザ装置の構造図

[図2]充電器及びパルスパワーモジュールの構造図

[図3]放電による電極の削れの説明図（1）

[図4]放電による電極の削れの説明図（2）

[図5]本開示のレーザ装置の構造図

[図6]本開示のレーザ装置におけるレーザチャンバの説明図

[図7]コネクタの実施形態1の説明図(1)

[図8]コネクタの実施形態1の説明図(2)

[図9]コネクタの実施形態2の説明図(1)

[図10]コネクタの実施形態2の説明図(2)

[図11]コネクタの実施形態2の説明図(3)

[図12]コネクタの実施形態3の説明図

[図13]電極移動機構部の実施形態1の説明図

[図14]電極移動機構部の実施形態2の説明図

[図15]電極移動機構部の実施形態3の説明図

[図16]電極移動機構部の実施形態4の説明図(1)

[図17]電極移動機構部の実施形態4の説明図(2)

[図18]電極移動機構部の実施形態4の説明図(3)

[図19]電極移動機構部の実施形態4の説明図(4)

[図20]電極移動機構部の実施形態5の説明図(1)

[図21]電極移動機構部の実施形態5の説明図(2)

[図22]電極移動機構部の実施形態6の説明図(1)

[図23]電極移動機構部の実施形態6の説明図(2)

[図24]電極移動機構部の実施形態6の説明図(3)

[図25]電極移動機構部の実施形態6の説明図(4)

[図26]電極移動機構部の実施形態6の説明図(5)

[図27]電極移動機構部の実施形態6の説明図(6)

[図28]電極移動機構部の実施形態7の説明図(1)

[図29]電極移動機構部の実施形態7の説明図(2)

[図30]電極移動機構部の実施形態8の説明図

[図31]電極移動機構部の実施形態9の説明図

[図32]本開示のレーザ装置の制御方法1を説明するフローチャート

[図33]本開示のレーザ装置の制御方法2を説明するフローチャート

[図34]本開示のレーザ装置の制御方法3を説明するフローチャート

[図35]本開示のレーザ装置の制御方法4を説明するフローチャート

[図36]本開示のレーザ装置に用いられる他のパルスパワーモジュールの構造図

[図37]本開示のレーザ装置に用いられる他のレーザチャンバの構造図

実施形態

[0009] 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、本開示の一例を示し、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。尚、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。

[0010] 目次

1. エキシマレーザ装置

1. 1 課題

1. 2 構成

1. 3 動作

1. 4 PPMの構成、充電器及びPPMの動作

1. 5 レーザチャンバの構成及び動作

1. 6 一対の電極の削れ

2. 放電方向に電極を移動させる機構を含むレーザ装置

3. 放電方向に電極を移動させる機構を含むレーザチャンバ

3. 1 構成

3. 2 動作

3. 3 作用

4. エキシマレーザ装置における電極のコネクタの説明

4. 1 コネクタの実施形態1

4. 2 コネクタの実施形態2

4. 3 コネクタの実施形態3

5. エキシマレーザ装置における電極移動機構部の説明

- 5. 1 電極移動機構部の実施形態 1
- 5. 2 電極移動機構部の実施形態 2
- 5. 3 電極移動機構部の実施形態 3
- 5. 4 電極移動機構部の実施形態 4
- 5. 5 電極移動機構部の実施形態 5
- 5. 6 電極移動機構部の実施形態 6
- 5. 7 電極移動機構部の実施形態 7
- 5. 8 電極移動機構部の実施形態 8
- 5. 9 電極移動機構部の実施形態 9

6. レーザ装置の制御方法

- 6. 1 レーザ装置の制御方法 1
- 6. 2 レーザ装置の制御方法 2
- 6. 3 レーザ装置の制御方法 3
- 6. 4 レーザ装置の制御方法 4

7. その他

- 7. 1 パルスパワーモジュール
- 7. 2 レーザチャンバ

[0011] 1. エキシマレーザ装置

1. 1 課題

一般的に、エキシマレーザ装置である半導体露光装置用の放電励起式ガスレーザ装置は、レーザガスが入れられているレーザチャンバ内に設けられた一対の電極間に、高電圧を印加し放電を発生させ、レーザガスを励起させることによりレーザ発振させている。

[0012] このような放電を発生させるため、一対の電極間には数十 kV の高電圧が印加されるが、電極間に高電圧を印加して放電をさせると、放電の度に電極表面が削れてしまい、一対の電極間における距離、即ち、一対の電極間における間隔が次第に長くなってしまふ。このように、一対の電極間における間

隔が長くなると、レーザチャンバ内における放電の状態等が変化し、所望とするレーザ光のパルスエネルギー等が得られなくなってしまう。この場合、一对の電極間における間隔が所定の間隔となるように調整することができれば、レーザチャンバを長く使用することが可能である。しかしながら、一对の電極間における間隔が所定の間隔となるように調節する方法であって、実現性が高く、容易に行うことが可能な方法は、従来はなかった。よって、一对の電極間における間隔が所定の間隔となるように調整することのできる方法であって、実現性が高く、容易に行うことが可能な方法が求められている。

[0013] 1. 2 構成

図1に本開示の一態様であるエキシマレーザ装置を示す。このエキシマレーザ装置は、レーザチャンバ10、充電器12、パルスパワーモジュール（PPM：Pulse Power Module）13、レーザ共振器、エネルギーモニタユニット17、制御部30を含んでもよい。以下の説明においては、充電器12とパルスパワーモジュール13とをまとめて電源と記載する場合がある。また、制御部30は記憶部31を含んでもよい。更に、このエキシマレーザ装置は、レーザガス供給部23と、レーザガス排気部24とを含んでもよい。尚、本願においては、「エキシマレーザ装置」を単に「レーザ装置」と記載する場合がある。

[0014] レーザチャンバ10は、一对の電極11a及び11bと、レーザ光を透過する2つのウインド10a及び10bと、圧力センサ16と、を含んでもよい。また、レーザチャンバ10には、レーザガス供給部23等より供給されたレーザゲイン媒質となるレーザガスが入れられていてもよい。尚、本願においては、一对の電極11a及び11bのうちの一方を第1の電極11a、他方を第2の電極11bと記載する場合がある。

[0015] レーザチャンバ10の一部は、絶縁材料により形成された電気絶縁部20により形成されていてもよい。また、第1の電極11aは、電気絶縁部20が設けられている側に設置されていてもよい。

[0016] レーザ共振器は、狭帯域化モジュール（LNM：Line Narrowing Module

）１４と、出力結合ミラー（ＯＣ：Output Coupler）１５を含んでもよい。図示はしないが、レーザ共振器の他の形態は、狭帯域化モジュール１４の代わりに高反射ミラー（ＨＲ：High Reflection Mirror）を含んでもよい。また、レーザチャンバ１０は、レーザ共振器の光路上に配置されてもよい。

[0017] ウインド１０ａと狭帯域化モジュール１４との間には、スリット板１８ａが設けられていてもよく、ウインド１０ｂと出力結合ミラー１５との間には、スリット板１８ｂが設けられていてもよい。

[0018] 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を含んでもよい。プリズム１４ａはビームの幅を拡大してもよい。グレーティング１４ｂがリトロ配置され、レーザ装置が目標波長で発振してもよい。

[0019] 出力結合ミラー１５は、レーザ光の一部を反射し、他の一部を透過させる部分反射ミラーであってもよい。

[0020] エネルギーモニタユニット１７は、出力結合ミラー１５を透過したレーザ光の光路上に配置されるビームスプリッタ１７ａと集光レンズ１７ｂと光センサ１７ｃとを含んでもよい。尚、本願においては、光センサ１７ｃはエネルギー検出器と記載する場合がある。

[0021] パルスパワーモジュール１３は、図１には示されていないコンデンサを含み、一对の電極１１ａ及び１１ｂに接続されていてもよい。また、パルスパワーモジュール１３はスイッチ１３ａを含んでもよく、制御部３０からスイッチ１３ａにトリガ信号が入力されることにより、一对の電極１１ａ及び１１ｂ間において放電が生じてもよい。充電器１２は、パルスパワーモジュール１３に設けられているコンデンサに接続されていてもよい。

[0022] レーザチャンバ１０内に入れられているレーザガスは、ＡｒまたはＫｒ等の希ガス、Ｆ₂等のハロゲンガス、Ｎｅ、Ｈｅまたはこれらの混合ガスであるバッファガスを含んでもよい。

[0023] レーザチャンバ１０内には、図２に示されるように、クロスフローファン

21と、熱交換器26とを含んでいてもよい。また、レーザチャンバ10の外には、クロスフローファン21を回転させるモータ22を備えていてもよい。

[0024] レーザガス供給部23は、不図示のバルブ及び流量制御弁を含んでいてもよい。また、レーザガス供給部23は、不図示のレーザガスが入れられているガスボンベと接続されていてもよい。

[0025] レーザガス排気部24は、不図示のバルブと排気ポンプ含んでいてもよい。

[0026] 尚、開示のレーザ装置は、後述する図5に示されるように、コネクタ60、電極移動機構部71及び72等を含んでいてもよいが、図1等においては省略されている。

[0027] 1. 3 動作

制御部30は、露光装置100に設けられた露光装置コントローラ110から送信された目標のパルスエネルギー E_t と発振トリガとなるトリガ信号を受信してもよい。

[0028] 制御部30は、受信した目標のパルスエネルギー E_t とトリガ信号に基づき、レーザ光のパルスエネルギーが目標のパルスエネルギー E_t となるように充電器12に所定の充電電圧 V_{hv} を設定してもよい。制御部30は、トリガ信号受信から所定時間後にパルスパワーモジュール13内に設けられたスイッチ13aを動作させて、第1の電極11aと第2の電極11bとの間に、電圧を印加してもよい。

[0029] この電圧印加により、第1の電極11aと第2の電極11bとの間で放電を発生させ、レーザガスを励起し、励起されたレーザガスより発せられた光を狭帯域化モジュール14と出力結合ミラー15との間で共振させ、レーザ発振させてもよい。この際、プリズム14aとグレーティング14bによって狭帯域化されたレーザ光が出力結合ミラー15を透過して出射されてもよい。

[0030] レーザチャンバ10よりウインド10a及び10bを介して出射されたレ

ーザ光は、スリット板 18 a 及び 18 b により、レーザビームの断面の形状が所定の形状となるように制限されてもよい。

[0031] 出力結合ミラー 15 を透過し、ビームスプリッタ 17 a において一部反射されたレーザ光は、集光レンズ 17 b を介し光センサ 17 c に入射してもよい。これにより、光センサ 17 c により光センサ 17 c に入射したレーザ光のエネルギーの値を測定してもよい。光センサ 17 c において測定されたレーザ光のエネルギーの値に、例えば、所定の係数を掛けることにより、換算値となるレーザ光のパルスエネルギー E を算出してもよい。この所定の係数は、ビームスプリッタ 17 a の反射率の逆数であってもよい。本願においては、光センサ 17 c において測定されたレーザ光のエネルギーの値に基づき、換算値となるレーザ光のパルスエネルギー E を算出することを、光センサ 17 c によりレーザ光のパルスエネルギー E を測定すると記載する場合がある。ビームスプリッタ 17 a を透過したレーザ光は、露光装置 100 に入射してもよい。

[0032] 制御部 30 に設けられた記憶部 31 において、充電電圧 V_{hv} 及びパルスエネルギー E を記憶してもよい。

[0033] 制御部 30 は、目標パルスエネルギー E_t と実際に出射されたパルスエネルギー E の換算値との差 ΔE に基づいて、充電電圧をフィードバック制御してもよい。

[0034] 制御部 30 は、充電電圧 V_{hv} が、許容範囲の最大値より高くなったら、レーザガス供給部 23 により、レーザチャンバ 10 内における圧力が所定の圧力となるまでレーザガスをレーザチャンバ 10 内に供給する制御を行ってもよい。また、制御部 30 は、充電電圧 V_{hv} が、許容範囲の最小値より低くなったら、レーザガス排気部 24 により、レーザチャンバ 10 内における圧力が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。

[0035] 尚、レーザ装置は、狭帯域化レーザ装置でなくともよく、自然発振光を出射するレーザ装置であってもよい。例えば、狭帯域化モジュール 14 に代えて、高反射ミラーを配置してもよい。

[0036] 1. 4 パルスパワーモジュールの構成、充電器及びパルスパワーモジュールの動作

最初に、図2に基づきパルスパワーモジュール13の構成について説明する。

[0037] パルスパワーモジュール13は、上述したスイッチ13aである半導体スイッチと、トランスTC₁と、磁気スイッチMS₁、MS₂、MS₃と、充電コンデンサC₀と、コンデンサC₁、C₂、C₃と、を含んでもよい。尚、磁気スイッチに印加される電圧の時間積分値が、しきい値に達すると、その磁気スイッチに電流が流れ易くなる。本願においては、磁気スイッチに電流が流れ易くなっている状態を、磁気スイッチが閉じていると記載する場合がある。しきい値は磁気スイッチ毎に異なる値である。

[0038] また、スイッチ13aは充電コンデンサC₀とトランスTC₁の1次側との間に設けられていてもよい。磁気スイッチMS₁はトランスTC₁の2次側とコンデンサC₁との間に設けられていてもよい。磁気スイッチMS₂はコンデンサC₁とコンデンサC₂との間に設けられていてもよい。磁気スイッチMS₃はコンデンサC₂とコンデンサC₃との間に設けられていてもよい。

[0039] トランスTC₁は、1次側と2次側が電氣的に絶縁されていてもよい。また、1次側と2次側の巻き線の方法が逆であってもよい。

[0040] レーザチャンバ10と電極11bとは接続されており、ともに接地されていてもよい。

[0041] 次に、充電器12及びパルスパワーモジュール13の動作について説明する。

[0042] 充電器12は、制御部30による制御により、充電電圧V_{h v}が設定されてもよい。また、充電器12は、設定された充電電圧V_{h v}に基づき、充電コンデンサC₀を充電してもよい。

[0043] パルスパワーモジュール13においては、制御部30よりスイッチ13aにレーザ発振させるための信号が送信されると、スイッチ13aが閉じ、充電コンデンサC₀よりトランスTC₁の1次側に電流が流れてもよい。

- [0044] トランスTC₁においては、トランスTC₁の1次側に電流が流れることにより、電磁誘導により、トランスTC₁の2次側において、逆の方向に電流が流れてもよい。
- [0045] この後、トランスTC₁の2次側において電流が流れることにより生じた起電力により、磁気スイッチMS₁が閉じ、トランスTC₂の2次側からコンデンサC₁へ電流が流れ、コンデンサC₁が充電されてもよい。
- [0046] この後、コンデンサC₁が充電されることにより、磁気スイッチMS₂が閉じ、コンデンサC₁からコンデンサC₂へ電流が流れて、コンデンサC₂が充電されてもよい。この際、コンデンサC₁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C₂が充電されてもよい。
- [0047] この後、コンデンサC₂が充電されることにより、磁気スイッチMS₃が閉じ、コンデンサC₂からコンデンサC₃へ電流が流れて、コンデンサC₃が充電されてもよい。この際、コンデンサC₂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C₃が充電されてもよい。
- [0048] このように、コンデンサC₁からコンデンサC₂、コンデンサC₂からコンデンサC₃へと電流が順次流れることにより、パルス幅が短くなり、コンデンサC₃に電荷が充電されてもよい。
- [0049] この後、コンデンサC₃からレーザチャンバ10内に設けられた第1の電極11aと第2の電極11bとの間に電圧が印加され、第1の電極11aと第2の電極11bとの間におけるレーザガス中において放電が生じてもよい。この際、第1の電極11aには、負の電位（-HV）が印加されてもよい。
- [0050] 電極11a及び11bに投入される投入エネルギーは、充電コンデンサC₀に印加された電圧V_{h v}と充電コンデンサC₀の容量C_{0 c}から計算されてもよい。即ち、電極への投入エネルギーE_{i n}は、下記（1）に示す式で表わされてもよい。尚、kは図2の電気回路の電荷の減衰量を示す係数である。

$$E_{i n} = k \times C_{0 c} \times (V_{h v})^2 / 2 \cdots \cdots (1)$$

[0051] 1. 5 レーザチャンバの構成及び動作

図2に基づき、レーザチャンバの構成についてより詳細に説明する。

[0052] レーザチャンバ10は、第2の電極11bが設置される電極ホルダ25、熱交換器26、金属配線部27等を含んでもよい。

[0053] レーザチャンバ10には、電気絶縁部20を貫通している電流導入端子28が設けられていてもよい。上述したように、電気絶縁部20には第1の電極11aが設置されており、電流導入端子28により、第1の電極11aとパルスパワーモジュール13とが接続されていてもよい。これにより、パルスパワーモジュール13より、第1の電極11aに、 $-HV$ となる負の電位が印加されてもよい。電気絶縁部20は、セラミックス等の絶縁材料により形成されており、例えば、アルミナにより形成されていてもよい。

[0054] 第2の電極11bは、第1の電極11aと対向するように、電極ホルダ25に設置されていてもよい。第1の電極11a及び第2の電極11bは、Cu（銅）を含む金属材料により形成されていてもよい。

[0055] 電極ホルダ25は、AlまたはCuを含む金属材料により形成されていてもよい。電極ホルダ25は、金属材料等により形成された導電性を有する金属配線部27を介し、レーザチャンバ10の筐体の金属部分及びパルスパワーモジュール13の接地端子とともに接地されていてもよい。

[0056] 金属配線部27は、第2の電極11bの長手方向に沿って、一定間隔で設置されていてもよい。

[0057] 次に、レーザチャンバの動作についてより詳細に説明する。

[0058] レーザチャンバ10内のクロスフローファン21を回転させ、レーザチャンバ10内のレーザガスを矢印に示す方向に循環させてもよい。

[0059] レーザチャンバ10内において、レーザガスは金属配線部27の間を流れ、更に、第1の電極10aと第2の電極10bとの間を流れてもよい。

[0060] 第1の電極10aと第2の電極10bとの間で放電が生じると放電生成物が生成されるが、この放電生成物は循環しているレーザガスによって矢印に示される方向に流されてもよい。また、循環しているレーザガスは、熱交換

器 26 が設けられている部分を通過することにより冷却されてもよい。クロ
スフローファン 21 は、冷却されたレーザガスを更に循環してもよい。

[0061] 尚、第 1 の電極 10a と第 2 の電極 10b との間における放電の周期が短
い場合、即ち、第 1 の電極 10a と第 2 の電極 10b との間に印加される電
圧の周波数が高い場合には、安定な放電を得るためには、循環しているレー
ザガスの流速を高くすることが求められる。これは、放電により生じた放電
生成物が、第 1 の電極 10a 及び第 2 の電極 10b の近傍に存在していると
、放電が不安定になるからである。

[0062] 1. 6 一対の電極の削れ

図 3 に示されるように、新品の状態においては、第 1 の電極 11a と第 2
の電極 11b との間隔（電極間ギャップ G）と、スリット板 18a 及び 18
b における図中の上下方向の開口部分の幅とは略同じであってもよい。尚、
図 3（a）は、図 1 に示される面と同じ面におけるレーザチャンバ 10 の要
部断面図であり、図 3（b）は、図 3（a）における一点鎖線 3A-3B に
おいて切断したレーザチャンバ 10 の要部断面図である。

[0063] ところが、第 1 の電極 11a と第 2 の電極 11b との間に電圧を印加し放
電を繰り返し行くと、第 1 の電極 11a および／または第 2 の電極 11b の
表面が削れ、図 4 に示されるように、第 1 の電極 11a と第 2 の電極 11b
との間隔が広がってしまう。即ち、電極間ギャップ G が広がってしまう。こ
の場合、電極間ギャップ G がスリット板 18a 及び 18b における開口部分
の幅よりも広がってしまい、出射されるレーザ光におけるパルスエネルギーが
小さくなってしまう。尚、図 4（a）は、図 1 に示される面と同じ面におけ
るレーザチャンバ 10 の要部断面図であり、図 4（b）は、図 4（a）にお
ける一点鎖線 4A-4B において切断したレーザチャンバ 10 の要部断面図
である。

[0064] また、第 1 の電極 11a および／または第 2 の電極 11b が放電により削
れ、電極間ギャップ G が広がると、第 1 の電極 11a と第 2 の電極 11b と
の間を流れるレーザガスの流速が低下し、放電が不安定となりやすい。この

結果、出射されるレーザ光のパルスエネルギーの安定性が低下する場合がある。

[0065] 尚、図4においては、第1の電極11aが放電により削れている場合を例示しているが、第2の電極11bが放電により削れる場合もある。

[0066] 2. 放電方向に電極を移動させる機構を含むレーザ装置

開示のレーザ装置は、図5に示されるように、コネクタ60、電極移動機構部71及び72等を含んでもよい。コネクタ60は、第1の電極11aと電氣的に接続されていてもよい。電極移動機構部71及び72は、絶縁体部材73及び74を介し、第1の電極11aと接していてもよい。電極移動機構部71及び72は、制御部30による制御により、ドライバ75を介し駆動されてもよい。これにより、制御部30は第1の電極11aを所定のタイミングで移動させる制御を行なってもよい。

[0067] 3. 放電方向に電極を移動させる機構を含むレーザチャンバ

3. 1 構成

図6に基づき、開示のレーザ装置におけるレーザチャンバ10を説明する。尚、図6はレーザチャンバ10の要部を示す断面図であり、図6(a)は、図1に示される面と同じ面におけるレーザチャンバ10の断面図であり、図6(b)は、図6(a)における一点鎖線6A-6Bにおいて切断した断面図である。尚、図6(b)においては、パルスパワーモジュール13におけるコンデンサC₃が2つ設けられている場合を例示している。各コンデンサC₃の一方の端子は、電流導入端子28に接続されている接続電極S1と接続されており、他方の端子は、接地されている接続電極S2と接続されていてもよい。

[0068] 開示のレーザ装置は、電流導入端子28の先端部分にコネクタ60が設けられており、コネクタ60を介し、電流導入端子28と第1の電極11aとが電氣的に接続されてもよい。また、コネクタ60は、第1の電極11aを第2の電極11bが設けられている側に移動可能な状態で支持してもよい。コネクタ60は、第1の電極11aが第2の電極11bの設けられている側

に、所定の範囲内で移動したとしても、電流導入端子 28 と第 1 の電極 11 a との電氣的な接続が維持されるよう構成されてもよい。

[0069] また、電気絶縁部 20 には、電極移動機構部 71 及び 72 が設置されていてもよい。電極移動機構部 71 と第 1 の電極 11 a との間には、絶縁体部材 73 が設けられており、電極移動機構部 72 と第 1 の電極 11 a との間には、絶縁体部材 74 が設けられていてもよい。電極移動機構部 71 は、第 1 の電極 11 a の長手方向の一方の端部の近傍に設けられており、電極移動機構部 72 は、第 1 の電極 11 a の長手方向の他方の端部の近傍に設けられていてもよい。

[0070] 電極移動機構部 71 は絶縁体部材 73 を介し、電極移動機構部 72 は絶縁体部材 74 を介し第 1 の電極 11 a を第 2 の電極 11 b の設けられている側に移動させてもよい。これにより、第 1 の電極 11 a と第 2 の電極 11 b との間隔、即ち、電極間ギャップ G の長さを調整してもよい。

[0071] 尚、電極移動機構部 71 及び 72 は、一部または全部が絶縁体により形成されている場合には、絶縁体部材 73 及び 74 を設けなくともよい場合がある。

[0072] 3. 2 動作

第 1 の電極 11 a と第 2 の電極 11 b との間で、放電が繰り返されることにより、例えば、第 1 の電極 11 a において第 2 の電極 11 b に対向する面が削れるため、第 1 の電極 11 a と第 2 の電極 11 b との間隔が広がる。

[0073] このように、第 1 の電極 11 a と第 2 の電極 11 b との間が所定の長さよりも広がった場合には、ドライバ 75 により電極移動機構部 71 及び 72 を駆動させて、第 1 の電極 11 a を第 2 の電極 11 b が設けられている側に、移動量 d 移動させてもよい。この移動量 d は、第 1 の電極 11 a が削れた長さと略同じであってもよい。このように、削れた第 1 の電極 11 a を移動させることにより、第 1 の電極 11 a と第 2 の電極 11 b との間隔を所定の間隔にしてもよい。例えば、第 1 の電極 11 a と第 2 の電極 11 b との間隔を初期状態における間隔と略同じにしてもよい。

[0074] 3. 3 作用

開示のレーザ装置においては、第1の電極11aは、電極移動機構部71及び72により、絶縁体部材73及び74を介し押されてもよい。よって、電極移動機構部71と第1の電極11aとの間は、絶縁体部材73により電氣的に絶縁されていてもよく、電極移動機構部72と第1の電極11aとの間は、絶縁体部材74により電氣的に絶縁されていてもよい。第2の電極11bの側に第1の電極11aが所定の範囲内で移動しても、コネクタ60により電流導入端子28と第1の電極11aとの電氣的な接続が維持されるため、第1の電極11aと第2の電極11bとの間で放電を生じさせ得る。

[0075] 4. エキシマレーザ装置における電極のコネクタの説明

次に、開示のレーザ装置に用いられる電極のコネクタ60の形態について説明する。

[0076] 4. 1 コネクタの実施形態1

第1の電極11aと接触するコネクタは、図7及び図8に示されるように、フォーク型コネクタ61であってもよい。フォーク型とは、例えば枝分かれした構造を意味する。フォーク型コネクタ61は、第1の電極11aと接触する部分がフォーク状に形成された板バネ部61aを備えていてもよい。図8(a)に示されるフォーク型コネクタ61内には、図8(b)に示される弾性部材である板バネ部61aを別途形成した部材を嵌装してもよい。この板バネ部61aは弾性を有する金属材料により形成されていてもよい。図6等におけるコネクタ60は、本開示のフォーク型コネクタ61により形成されていてもよい。尚、図7は、フォーク型コネクタ61が設置されているレーザチャンバ10の構造を例示的に示し、図8(a)は、フォーク型コネクタ61を示す斜視図であり、図8(b)は、フォーク型コネクタ61における板バネ部61aを示す斜視図である。

[0077] フォーク型コネクタ61では、第1の電極11aにおける温度が上昇し熱膨張したとしても、第1の電極11aは、板バネ部61aとの接触部分をすべるように、長手方向に伸びるため、熱膨張による応力によって第1の電極

11aが曲がることを防ぎ得る。また、第1の電極11aは、板バネ部61aとの接触部分をすべるように伸びるため、熱膨張による第1の電極11aと電極移動機構部71及び72との間に加わる応力によって、絶縁体部材73及び74が破壊されることを防ぎ得る。

[0078] フォーク型コネクタ61を形成している板バネ部61aは、ベリリウム（Be）と銅（Cu）との合金、真鍮により形成されていてもよい。また、板バネ部61aの表面はニッケル（Ni）メッキがされていてもよい。レーザチャンバ10内におけるレーザガスにはフッ素（F₂）ガスが含まれているため、フッ素ガスに対して耐食性のあるニッケルメッキを板バネ部61aの表面に施すことにより、板バネ部61aのフッ素ガスに対する耐食性を高められていてもよい。

[0079] 4. 2 コネクタの実施形態2

第1の電極11aと接触するコネクタは、図9及び図10に示されるように、ソケット部62aと弾性部62bとプラグ部62cとを含む構造のコネクタ62であってもよい。このコネクタ62において、ソケット部62aは電流導入端子28と電氣的に接続されており、プラグ部62cは第1の電極11aと電氣的に接続されていてもよい。プラグ部62cは、弾性部62bを介し、ソケット部62aの内部に挿入されて、弾性部62bを介し、プラグ部62cとソケット部62aとが、電氣的に接触してもよい。図6等におけるコネクタ60は、本開示のコネクタ62により形成されていてもよい。尚、図9は、コネクタ62が設置されているレーザチャンバ10の構造を例示的に示し、図10は、コネクタ62の構造を示す斜視図である。

[0080] 図11に示されるように、コネクタ62を用いて、プラグ部62cを電流導入端子28に電氣的に接続し、ソケット部62aを第1の電極11aに電氣的に接続してもよい。

[0081] 4. 3 コネクタの実施形態3

また、第1の電極11aと接触するコネクタは、図12に示されるように、ソケット部63aとプラグ部63bとを含む構造のコネクタ63であって

もよい。プラグ部 63 b は弾性を有していてもよい。コネクタ 63 は、ソケット部 63 a の内部とプラグ部 63 b とが接触することにより、電氣的に接続されてもよい。コネクタ 63 においては、例えば、ソケット部 63 a は電流導入端子 28 と電氣的に接続されており、プラグ部 63 b は第 1 の電極 11 a と電氣的に接続されていてもよい。図 6 等におけるコネクタ 60 は、本開示のコネクタ 63 により形成されていてもよい。尚、図 12 (a) は、コネクタ 63 の構造を示し、図 12 (b) は、プラグ部 63 b を示す。

[0082] 5. エキシマレーザ装置における電極移動機構部の説明

次に、開示のレーザ装置に用いられる電極の電極移動機構部 71 及び 72 の形態について説明する。尚、後述する電極移動機構部 81、82、83 は、いずれも電極移動機構部 71 及び 72 として用いてもよい。また、下記における絶縁体部材 73 は絶縁体部材 74 であってもよい。

[0083] 5. 1 電極移動機構部の実施形態 1

第 1 の電極 11 a を移動させる電極移動機構部は、図 13 に示されるように、マイクロメータヘッド 81 a を用いた電極移動機構部 81 であってもよい。具体的には、電極移動機構部 81 は、マイクロメータヘッド 81 a、シリンダ 81 b、スピンドル 81 c、ピストン 81 d、ベローズ 81 e、バネ 81 f、シャフト 81 g 等を含んでいてもよい。シリンダ 81 b は、電気絶縁部 20 に、Oリング 81 h を介し接続されていてもよい。シリンダ 81 b の内部には、ピストン 81 d が設けられており、ピストン 81 d の電気絶縁部 20 側には、ベローズ 81 e 及びバネ 81 f が設けられていてもよい。ピストン 81 d の電気絶縁部 20 側は、シャフト 81 g の一方の端部と接続されており、シャフト 81 g の他方の端部は絶縁体部材 73 と接続されていてもよい。

[0084] マイクロメータヘッド 81 a は、ドライバ 75 を介し制御部 30 による制御により駆動されてもよい。マイクロメータヘッド 81 a を駆動することにより、スピンドル 81 c を介し、シリンダ 81 b 内のピストン 81 d が押されてもよい。これにより、ピストン 81 d はシャフト 81 g 及び絶縁体部材

73を介し第1の電極11aを押してもよい。ピストン81dにおいてシャフト81gと接続されている側は、ベローズ81eが設けられており、ベローズ81eにより、レーザチャンバ10の内と外とが隔離されてもよい。

[0085] 従って、電極移動機構部81では、ベローズ81eによりレーザチャンバ10内におけるレーザガスのガス漏れを防ぐことができ、かつ、マイクロメータヘッド81aにより、シャフト81g等を介し第1の電極11aを第2の電極11b側に移動させることができる。

[0086] 尚、第1の電極11aの移動を手動で行う場合には、マイクロメータヘッド81aを手動式としてもよい。この場合、ドライバ75は用いなくてもよい。

[0087] 5. 2 電極移動機構部の実施形態2

第1の電極11aを移動させる電極移動機構部は、図14に示されるように、磁気カップリングを用いた電極移動機構部82であってもよい。具体的には、電極移動機構部82は、パルスモータ82a、ブラケット82b、第1のディスク82c、第2のディスク82e、密閉容器82g、シャフト82h、プレート82j等を含んでいてもよい。プレート82jは、電気絶縁部20に、Oリング82mを介し接続されていてもよい。シャフト82hにはネジタップ82iが形成されており、プレート82jには、ネジタップ82iに対応するネジタップ82kが形成されていてもよい。密閉容器82gは、Oリング82nを介しプレート82jに接続されていてもよい。密閉容器82g内には第2のディスク82eが設けられており、第2のディスク82eは、シャフト82hの一方の端部と接続されていてもよい。尚、シャフト82hの他方の端部は、絶縁体部材73と接続されていてもよい。密閉容器82gの外には第1のディスク82cが設けられており、第1のディスク82cはパルスモータ82aと接続されていてもよい。密閉容器82gはパルスモータ82aを設置するためのブラケット82bが設けられていてもよい。第1のディスク82cには、永久磁石82dが設けられており、第2のディスク82eには永久磁石82fが設けられていてもよい。第1のディス

ク 8 2 c と第 2 のディスク 8 2 e とは、永久磁石 8 2 d が設けられている面と永久磁石 8 2 f が設けられている面とを対向させて、密閉容器 8 2 g の壁を介し設置されていてもよい。

[0088] パルスモータ 8 2 a は、ドライバ 7 5 を介し制御部 3 0 による制御により駆動されてもよい。パルスモータ 8 2 a が回転することにより、第 1 のディスク 8 2 c が回転し、更に、第 1 のディスク 8 2 c の永久磁石 8 2 d と磁気カップリングしている永久磁石 8 2 f が設けられている第 2 のディスク 8 2 e が回転してもよい。第 2 のディスク 8 2 e が回転することにより、シャフト 8 2 h が回転し、シャフト 8 2 h に形成されたネジタップ 8 2 i に沿って、シャフト 8 2 h が下に移動してもよい。シャフト 8 2 h が下に移動することにより、絶縁体部材 7 3 を介し第 1 の電極 1 1 a を第 2 の電極 1 1 b が設けられている側に押してもよい。密閉容器 8 2 g と O リング 8 2 n により、レーザチャンバ 1 0 の内と外とが隔離されてもよい。

[0089] 5. 3 電極移動機構部の実施形態 3

第 1 の電極 1 1 a を移動させる電極移動機構部は、図 1 5 に示されるように、別の磁気カップリングを用いた電極移動機構部 8 3 であってもよい。具体的には、電極移動機構部 8 3 は、マイクロメータヘッド 8 3 a、覆部 8 3 b、スピンドル 8 3 c、シリンダ 8 3 d、シャフト 8 3 e、永久磁石 8 3 f、8 3 g 等を含んでいてもよい。シリンダ 8 3 d は、O リング 8 3 i を介し、レーザチャンバ 1 0 の電気絶縁部 2 0 に接続されていてもよい。シリンダ 8 3 d の内部には、シャフト 8 3 e の一方の端部が挿入されており、シャフト 8 3 e の側面には永久磁石 8 3 g が接続されていてもよい。シャフト 8 3 e は、シリンダ 8 3 d に対して移動することができるよう、シリンダ 8 3 d とは、ベアリング 8 3 h を介して設置されていてもよい。

[0090] シリンダ 8 3 d の外側には、シリンダ 8 3 d を覆うように外側移動部 8 3 b が設けられており、外側移動部 8 3 b には永久磁石 8 3 f が設けられていてもよい。永久磁石 8 3 g と永久磁石 8 3 f とは、シリンダ 8 3 d の側壁を介し磁気カップリングされてもよい。本開示においては、永久磁石 8 3 f と

永久磁石 8 3 g とが向かい合う部分の一方は N 極、他方は S 極であってもよい。また、永久磁石 8 3 f 及び永久磁石 8 3 g のいずれか一方が、永久磁石であれば、他方は永久磁石に代えて強磁性体材料、例えば、鉄 (F e)、ニッケル (N i)、コバルト (C o) のいずれかを含む材料により形成されていてもよい。外側移動部 8 3 b には、マイクロメータヘッド 8 3 a が取り付けられており、マイクロメータヘッド 8 3 a に接続されたスピンドル 8 3 c がシリンダ 8 3 d と接していてもよい。外側移動部 8 3 b の内側には、シリンダ 8 3 d との間にバネ 8 3 j が設けられていてもよい。

[0091] マイクロメータヘッド 8 3 a は、ドライバ 7 5 を介し制御部 3 0 により駆動されてもよい。マイクロメータヘッド 8 3 a を駆動することにより、シリンダ 8 3 d に対し、外側移動部 8 3 b が下方方向に移動してもよい。外側移動部 8 3 b が下方方向に移動することにより、外側移動部 8 3 b に設けられている永久磁石 8 3 f も下方方向に移動し、永久磁石 8 3 f と磁気カップリングされている永久磁石 8 3 g も下方方向に移動してもよい。このように永久磁石 8 3 g が下方方向に移動することにより、永久磁石 8 3 g が接続されているシャフト 8 3 e がシリンダ 8 3 d 内を下方方向に移動し、絶縁体部材 7 3 を介し第 1 の電極 1 1 a を第 2 の電極 1 1 b の側に押してもよい。絶縁体部材 7 3 は、第 1 の電極 1 1 a と固定ネジ 7 6 により接続されていてもよい。このように、固定ネジ 7 6 により、絶縁体部材 7 3 と第 1 の電極 1 1 a とを接続することにより、第 1 の電極 1 1 a を上下方向に移動させてもよい。シリンダ 8 3 d と O リング 8 3 i により、レーザチャンバ 1 0 の内と外とが隔離されてもよい。

[0092] 5. 4 電極移動機構部の実施形態 4

第 1 の電極 1 1 a を移動させる電極移動機構部は、図 1 3 に示される電極移動機構部 8 1 を 2 つ用いたもので、各々独立に駆動させることができるものであってもよい。具体的には、図 1 6 に示されるように、一方の電極移動機構部 8 1₁ は、マイクロメータヘッド 8 1 a₁、シリンダ 8 1 b₁、スピンドル 8 1 c₁、ピストン 8 1 d₁、ベローズ 8 1 e₁、バネ 8 1 f₁、シャフト 8

1 g₁等を含んでもよい。シリンダ8 1 b₁は、電気絶縁部2 0に、Oリング8 1 h₁を介し接続されていてもよい。また、他方の電極移動機構部8 1₂は、マイクロメータヘッド8 1 a₂、シリンダ8 1 b₂、スピンドル8 1 c₂、ピストン8 1 d₂、ベローズ8 1 e₂、バネ8 1 f₂、シャフト8 1 g₂等を含んでもよい。シリンダ8 1 b₂は、電気絶縁部2 0に、Oリング8 1 h₂を介し接続されていてもよい。

[0093] 一方の電極移動機構部8 1₁のシャフト8 1 g₁の端部に絶縁体部材1 1 1が接続され、他方の電極移動機構部8 1₂のシャフト8 1 g₂の端部に絶縁体部材1 1 3が接続されていてもよい。尚、図1 7は、図1 6における一点鎖線1 6 A－1 6 Bにおいて切断した断面図である。

[0094] 具体的には、第1の電極1 1 aの両端のうち的一方の端部には、一方の電極移動機構部8 1₁のシャフト8 1 g₁の端部に配置された絶縁体部材1 1 1が、電極固定ピン1 1 2により接続されていてもよい。また、第1の電極1 1 aの両端のうち他方の端部には、他方の電極移動機構部8 1₂のシャフト8 1 g₂の端部に配置された絶縁体部材1 1 3が、電極固定ピン1 1 4により接続されていてもよい。

[0095] 絶縁体部材1 1 1には、電極固定ピン1 1 2が、第1の電極1 1 aの長手方向に移動することができるように、横長の開口部1 1 1 aが設けられていてもよい。第1の電極1 1 aは、絶縁体部材1 1 1に設けられた横長の開口部1 1 1 a内において、電極固定ピン1 1 2により接続されており、電極固定ピン1 1 2は、開口部1 1 1 a内を移動することができるものであってもよい。また、絶縁体部材1 1 3には、電極固定ピン1 1 4により、第1の電極1 1 aが回転可能な状態で接続されていてもよい。

[0096] 第1の電極1 1 aが削れた場合には、2つの電極移動機構部8 1₁及び8 1₂より、第1の電極1 1 aを第2の電極1 1 b側に移動させるが、この際、第1の電極1 1 aの両端が均一な速度となるように移動させることができない場合がある。また、第1の電極1 1 aの両端のうち一方の端部を先に第2の電極1 1 b側に近づけ、その後、第1の電極1 1 aの両端のうち他方の

端部を第2の電極11b側に近づけたい場合がある。これらの場合、第1の電極11aの両端が、各々に対応する絶縁体部材に固定されていると、第1の電極11aを第2の電極11b側に近づける際、第1の電極11aに応力が生じ、第1の電極11aやシャフト81g₁及び81g₂が変形する場合がある。しかしながら、第1の電極11aの一方の端部に接続される絶縁体部材111に電極固定ピン112が移動することのできる横長の開口部111aを設けることにより、第1の電極11aまたは、シャフト81g₁及び81g₂の変形を抑制することができる。即ち、第1の電極11aと接続されている電極固定ピン112は、開口部111a内を移動することができるため、第1の電極11aまたは、シャフト81g₁及び81g₂の変形を抑制することができる。

[0097] 具体的には、最初に、図16に示される状態から、一方の電極移動機構部81₁のマイクロメータヘッド81a₁を駆動することにより、スピンドル81c₁を介し、シリンダ81b₁内のピストン81d₁が押されてもよい。これにより、ピストン81d₁はシャフト81g₁を介し、絶縁体部材111を押し、絶縁体部材111と電極固定ピン112を介し接続されている第1の電極11aの一方の端部が押されてもよい。この状態を図18に示す。図18に示されるように、この状態においては、電極固定ピン112は、絶縁体部材111に設けられた横長の開口部111a内を移動するため、第1の電極11aに応力が発生するのを抑制し得る。よって、第1の電極11a₁やシャフト81g₁及び81g₂の変形は抑制され得る。

[0098] 次に、他方の電極移動機構部81₂のマイクロメータヘッド81a₂を駆動することにより、スピンドル81c₂を介し、シリンダ81b₂内のピストン81d₂が押されてもよい。これにより、ピストン81d₂はシャフト81g₂を介し、絶縁体部材113を押し、絶縁体部材113と電極固定ピン114を介し接続されている第1の電極11aの他方の端部が押されてもよい。この状態を図19に示す。これにより、第1の電極11aと第2の電極11bとの間隔が均一になるように、第1の電極11aを近づけることができる。

尚、図19に示されるように、この状態においては、電極固定ピン112は、絶縁体部材111に設けられた横長の開口部111a内を移動するため、第1の電極11aに応力が発生するのを抑制し得る。よって、第1の電極11aやシャフト81g₁及び81g₂の変形が抑制され得る。

[0099] 5. 5 電極移動機構部の実施形態5

第1の電極11aを移動させる電極移動機構部は、図20に示されるように、シムを用いた電極移動機構部84であってもよい。具体的には、電極移動機構部84は、カバー円筒部84a、カバー蓋部84b、ピストン84c、シャフト84d、バネ84e、複数のシム84f等を含んでもよい。

[0100] カバー円筒部84aは電気絶縁部20にOリング84gを介し接続されていてもよい。カバー蓋部84bはカバー円筒部84aにOリング84hを介し接続されていてもよい。カバー円筒部84aとカバー蓋部84bとが接続されたものの内部には、バネ84e、ピストン84c、複数のシム84f等が設けられていてもよい。

[0101] 複数のシム84fは積層されており、複数のシム84fの上には、ピストン84cが設置されていてもよい。シム84fはコの字状に形成されており、開口部が形成されていてもよい。積層されたシム84fは、シム84fの開口部にシャフト84dが入るように設置されていてもよい。尚、図21(a)は、図20における一点鎖線20A-20Bにおいて切断した断面図である。また、図21(b)は、図20の他の例における一点鎖線20A-20Bにおいて切断した断面図である。

[0102] ピストン84cはバネ84eの復元力により、電気絶縁部20側に押されていてもよい。ピストン84cには、ボルト84iにより、シャフト84dの一方の端部が接続されており、シャフト84dの他方の端部は絶縁体部材111が接続されていてもよい。

[0103] 第1の電極11aが削れた場合には、複数のシム84fの一部を取り除くことにより、第1の電極11aを第2の電極11b側に近づけてもよい。具体的には、レーザチャンバ10内を希ガスで数回パージし、レーザチャンバ

10内が希ガスの略大気圧状態となるようにしてもよい。この後、カバー円筒部84aからカバー蓋部84bを取り外し、更に、バネ84eを外してもよい。この後、ボルト84iを外すことにより、シャフト84dからピストン84cを取り外して、第1の電極11aが削れた量に対応する分のシム84fを取り除いてもよい。これにより、第1の電極11aと第2の11bとの間隔が所望の間隔となるようにしてもよい。この後、ボルト84iによりピストン84cとシャフト84dとを接続し、バネ84iをもとの位置に取り付けた後、カバー円筒部84aにカバー蓋部84bを取り付けてもよい。この後、レーザチャンバ10内のリークチェックを行ない、レーザチャンバ10内の希ガスを所定の圧力のレーザガスに交換してもよい。

[0104] 尚、シム84fを取り除く方法としては、図21(a)に示すように、シム84fを1枚毎めくり取り除く方法と、図21(b)に示すように、カバー円筒部84aを大きく形成し、シム84fを抜き取る方法とがある。図21(b)に示すようなシム84fを抜き取る方法は、シャフト84dからピストン84cを取り外すことなく、シム84fを取り除くことができる。また、自動的にシム84fを抜き取る機構を設けた場合には、カバー円筒部84aからカバー蓋部84bを取り外す必要もなくなるため、レーザチャンバ10内における希ガス等のページも必要なくなるため好ましい。

[0105] 5. 6 電極移動機構部の実施形態6

第1の電極11aを移動させる電極移動機構部は、図22に示されるように、シムを用いた電極移動機構部85であってもよい。具体的には、電極移動機構部85は、平板部85a、押出用ボルト85b、複数のシム85c、シャフト85d、固定ボルト85e、85f等を含んでもよい。電気絶縁部20と絶縁体部材121との間には、Oリング85gが設けられていてもよい。尚、図22(a)は、第1の電極11aの長手方向に対し垂直な断面図であり、図22(b)は、図22(a)における一点鎖線22A-22Bにおいて切断した断面図である。

[0106] 複数のシム85cは積層されており、積層されているシム85cは、押出

用ボルト 8 5 b の頭部と平板部 8 5 a との間に設置されていてもよい。シム 8 5 c はコの字状に形成されており、開口部が形成されていてもよい。積層されたシム 8 5 c は、シム 8 5 c の開口部に押出用ボルト 8 5 b のネジが形成されている軸部（雄ネジ部）が位置するように設置されていてもよい。

[0107] 平板部 8 5 a には、押出用ボルト 8 5 b の雄ネジ部に対応する雌ネジ部が設けられていてもよい。平板部 8 5 a における雌ネジ部には、押出用ボルト 8 5 b の雄ネジ部が入っていてもよい。絶縁体部材 1 2 1 には、固定ボルト 8 5 e 及び 8 5 f のネジが形成されている軸部（雄ネジ部）に対応する雌ネジ部が設けられていてもよい。絶縁体部材 1 2 1 における雌ネジ部には、固定ボルト 8 5 e 及び 8 5 f の雄ネジ部が入っていてもよい。固定ボルト 8 5 e 及び 8 5 f は、絶縁体材料により形成されていてもよい。

[0108] 次に、第 1 の電極 1 1 a の押出方法について説明する。第 1 の電極 1 1 a が削れた場合には、最初に、図 2 2 に示す状態において、レーザチャンバ 1 0 内を希ガスで数回パージし、レーザチャンバ 1 0 内が希ガスの略大気圧状態となるようにしてもよい。

[0109] 次に、図 2 3 に示すように、固定ボルト 8 5 e 及び 8 5 f を緩めてもよい。具体的には、絶縁体部材 1 2 1 における雌ネジ部から固定ボルト 8 5 e 及び 8 5 f の雄ネジ部が離れる向きに固定ボルト 8 5 e 及び 8 5 f の頭部を回転させてもよい。これにより、固定ボルト 8 5 e 及び 8 5 f の頭部は、平板部 8 5 a より浮き上がってもよい。尚、図 2 3 (a) は、第 1 の電極 1 1 a の長手方向に対し垂直な断面図であり、図 2 3 (b) は、図 2 3 (a) における一点鎖線 2 3 A - 2 3 B において切断した断面図である。

[0110] 次に、図 2 4 及び図 2 5 に示すように、押出用ボルト 8 5 b を僅かに緩め、積層されているシム 8 5 c のうち、第 1 の電極 1 1 a が削れた量に対応する分のシム 8 5 c を抜き取ってもよい。尚、図 2 4 (a) は、第 1 の電極 1 1 a の長手方向に対し垂直な断面図であり、図 2 4 (b) は、図 2 4 (a) における一点鎖線 2 4 A - 2 4 B において切断した断面図である。また、図 2 5 は、図 2 4 (a) における一点鎖線 2 4 C - 2 4 D において切断した断

面図である。

[0111] 次に、図26に示すように、押出用ボルト85bを締めて押し込んでもよい。具体的には、押出用ボルト85bを押出用ボルト85bの頭部がシム85cと接触するまで、押出用ボルト85bの頭部を回転させて締めることにより、押し込んでもよい。これにより、第1の電極11aと第2の電極11bとの間隔が所定の間隔となるように、第1の電極11aは、第2の電極11b側に押出されてもよい。尚、図26(a)は、第1の電極11aの長手方向に対し垂直な断面図であり、図26(b)は、図26(a)における一点鎖線26A-26Bにおいて切断した断面図である。

[0112] 次に、図27に示すように、押出ボルト85bを緩めた後、固定ボルト85e及び85fを締めてもよい。尚、図27(a)は、第1の電極11aの長手方向に対し垂直な断面図であり、図27(b)は、図27(a)における一点鎖線27A-27Bにおいて切断した断面図である。この後、レーザチャンバ10内のリークチェックを行ない、レーザチャンバ10内の希ガスを所定の圧力のレーザガスに交換してもよい。

[0113] 5. 7 電極移動機構部の実施形態7

第1の電極11aを移動させる電極移動機構部は、電気絶縁部20に開口部が設けられており、電極押出治具を用いて第1の電極11aを押出すものであってもよい。具体的には、図28(a)に示すように、電気絶縁部20には、開口部120aが設けられており、通常は、開口部120aは蓋部86により塞がれていてもよい。電気絶縁部20と蓋部86との間には、シールのためのOリング86aが設けられており、不図示の固定機構部によって、蓋部86が開口部120aを塞ぐように固定されていてもよい。第1の電極11aは、図29に示すような長さの異なる電極押出治具87及び88を用いて押出してもよい。電極押出治具87は、頭部87aとシャフト87bにより形成されており、電極押出治具88は、頭部88aとシャフト88bにより形成されていてもよい。電極押出治具87におけるシャフト87bの長さと、電極押出治具88におけるシャフト88bの長さは異なっても

よい。

[0114] 第1の電極11aが削れた場合には、最初に、図28(a)に示す状態において、レーザチャンバ10内を希ガスで数回パージし、レーザチャンバ10内が希ガスの略大気圧状態となるようにしてもよい。

[0115] 次に、図28(b)に示すように、蓋部86を外し、所定の電極押出治具、例えば、電極押出治具87のシャフト87bを開口部120aよりレーザチャンバ10内に入れて、第1の電極11aが削れた分に対応する長さを押出してもよい。

[0116] 次に、図28(c)に示すように、第1の電極11aを押出した後、リング86aを介し開口部120aを塞ぐように蓋部86を取り付けてもよい。この後、レーザチャンバ10内のリークチェックを行ない、レーザチャンバ10内の希ガスを所定の圧力のレーザガスに交換してもよい。

[0117] 第1の電極11aが更に削れた場合には、同様の手順において電極押出治具88を用いて第1の電極11aを押出してもよい。電極押出治具のシャフトは、長さを調節可能に構成してもよい。

[0118] 5. 8 電極移動機構部の実施形態8

第1の電極11aを移動させる電極移動機構部は、図30に示されるように、ネジを用いた電極移動機構部89であってもよい。具体的には、電極移動機構部89は、カバー89a、ネジ部89b、平板部89c等を含んでもよい。ネジ部89bは、雄ネジ部（軸部にネジが形成されている部分）89dと雄ネジ部89dよりも先端部分のシャフト89eとを有していてもよい。シャフト89eの先端は絶縁体部材73等が接続されていてもよい。カバー89aは、リング89fを介し、電気絶縁部20に固定されていてもよい。

[0119] 第1の電極11aが削れた場合には、最初に、図30(a)に示す状態において、レーザチャンバ10内を希ガスで数回パージし、レーザチャンバ10内が希ガスの略大気圧状態となるようにしてもよい。

[0120] 次に、図30(b)に示すように、カバー89aを取り外し、ネジ部89

bを締めることにより、絶縁体部材73等を介して、第1の電極11aが削れた分に対応する長さを押出してもよい。

[0121] 次に、図30(c)に示すように、第1の電極11aを押出した後、リング89fを介しカバー89aを取り付けてもよい。この後、レーザチャンバ10内のリークチェックを行ない、レーザチャンバ10内の希ガスを所定の圧力のレーザガスに交換してもよい。

[0122] 5. 9 電極移動機構部の実施形態9

電極移動機構部は、図31に示されるように3つ以上設けてもよい。例えば、図31に示されるように、第1の電極11aの両端に対応する電極移動機構部71及び72と、第1の電極11aの中央に対応する電極移動機構部171を設けてもよい。電極移動機構部171の先端、即ち、電極移動機構部171と第1の電極11aとの間には、絶縁体部材172が設置されていてもよい。電極移動機構部171は、電極移動機構部71等と同様の構造のものであって、絶縁体部材172は、絶縁体部材73等と同様の構造のものであってもよい。

[0123] 第1の電極11aが長手方向に長い場合には、2つの電極移動機構部71及び72により第1の電極11aを押出した場合に、中央部分において撓んでしまい、第1の電極11aと第2の電極11bとの間隔が均一にならない場合がある。よって、電極移動機構部を3つ以上設けて、3つ以上の電極移動機構部によって、第1の電極11aを押出すことにより、第1の電極11aが撓むことなく、第1の電極11aを押出すことができる。これにより、第1の電極11aを第2の電極11b側に押出して、第1の電極11aと第2の電極11bとの間隔を均一にすることができる。

6. レーザ装置の制御方法

6. 1 レーザ装置の制御方法1

図32に基づき、レーザ装置の制御方法、特にレーザ装置における電極の移動方法について説明する。この方法は、放電回数と電極の放電による削れ量とは、略比例関係にあることから、放電回数に基づき、電極を移動させる

方法であってもよい。

[0124] 最初に、ステップS 1 0 2において、制御部3 0は、現在レーザチャンバ1 0内に設置されている第1の電極1 1 a等の移動量を読み込み、読み込まれた移動量を移動量dとしてもよい。具体的には、既に、レーザチャンバ1 0内に設置されている第1の電極1 1 aを第2の電極1 1 bの側に移動させている場合には、第1の電極1 1 aの移動量を読み込み、読み込まれた移動量を移動量dとしてもよい。尚、第1の電極1 1 aを第2の電極1 1 bの側に移動させていない場合には、 $d = 0$ としてもよい。

[0125] 次に、ステップS 1 0 4において、制御部3 0は、第1の電極1 1 a等の現在の位置における放電回数を読み込み、読み込まれた放電回数を放電回数Nとしてもよい。また、第1の電極1 1 aを移動させていない場合には、当初からの放電回数を読み込み、読み込まれた放電回数をNとしてもよい。

[0126] 次に、ステップS 1 0 6において、制御部3 0は、レーザチャンバ1 0内における第1の電極1 1 aと第2の電極1 1 bとの間に電圧を印加し、第1の電極1 1 aと第2の電極1 1 bとの間において、放電したか否かを判断してもよい。放電したものと判断された場合には、ステップS 1 0 8に移行してもよい。一方、放電していないものと判断された場合には、再び、ステップS 1 0 6を行ってもよい。放電したか否かの判断については、例えば、スイッチ1 3 aにトリガ信号が送信されたか否かにより判断してもよい。また、レーザ光がエネルギーモニタユニット1 7により検出されたか否かにより判断してもよい。

[0127] 次に、ステップS 1 0 8において、制御部3 0は、現在の放電回数Nに1を加え、新たな放電回数Nとしてもよい。

[0128] 次に、ステップS 1 1 0において、制御部3 0は、放電回数Nの値が、電極移動放電回数 N_{drive} 以上であるか否かを判断してもよい。電極移動放電回数 N_{drive} は、第1の電極1 1 a等の移動が必要であると認められる放電回数であってもよい。放電回数Nの値が、電極移動放電回数 N_{drive} 以上であると判断された場合には、ステップS 1 1 2に移行してもよ

い。また、放電回数 N の値が、電極移動放電回数 N_{drive} 以上ではないものと判断された場合には、ステップ $S106$ に移行してもよい。

[0129] 次に、ステップ $S112$ において、電極移動機構部 71 及び 72 により、第 1 の電極 $11a$ を第 2 の電極 $11b$ の側に移動量 Δd 移動させてもよい。尚、移動量 Δd は、第 1 の電極 $11a$ を移動させる際に、一回の移動量として定められた値であってもよい。

[0130] 次に、ステップ $S114$ において、制御部 30 は、現在の移動量 d に Δd を加え、新たな移動量 d としてもよい。

[0131] 次に、ステップ $S116$ において、制御部 30 は、移動量 d の値が、最大移動量 d_{max} 以上であるか否かを判断してもよい。最大移動量 d_{max} は、第 1 の電極 $11a$ 等を移動させることのできる移動量の最大値であってもよい。移動量 d の値が、最大移動量 d_{max} 以上であると判断された場合には、ステップ $S120$ に移行してもよい。また、移動量 d の値が、最大移動量 d_{max} 以上ではないものと判断された場合には、ステップ $S118$ に移行してもよい。

[0132] 次に、ステップ $S118$ において、制御部 30 は、放電回数 N を 0 にしてもよい。放電回数 N を 0 にした後、ステップ $S106$ に移行してもよい。

[0133] 次に、ステップ $S120$ において、制御部 30 は、メンテナンスが必要である旨の信号を送信してもよい。具体的には、第 1 の電極 $11a$ 等を移動することによる調整では限界であるため、レーザチャンバ交換等のメンテナンスが必要となる。従って、レーザチャンバ交換等のメンテナンスが必要である旨の信号を送信してもよい。

[0134] 6. 2 レーザ装置の制御方法2

図 33 に基づき、レーザ装置の制御方法、特にレーザ装置における電極の移動方法について説明する。この方法は、一対の電極間への投入エネルギーの積算値と電極の放電による削れ量とは、略比例関係にあることから、投入エネルギーの積算値に基づき、電極を移動させる方法であってもよい。

[0135] 最初に、ステップ $S202$ において、制御部 30 は、現在レーザチャンバ

10内に設置されている第1の電極11a等の移動量を読み込み、読み込まれた移動量を移動量dとしてもよい。具体的には、既に、レーザチャンバ10内に設置されている第1の電極11aを第2の電極11bの側に移動させている場合には、第1の電極11aの移動量を読み込み、読み込まれた移動量を移動量dとしてもよい。尚、第1の電極11aを第2の電極11bの側に移動させていない場合には、 $d = 0$ としてもよい。

[0136] 次に、ステップS204において、制御部30は、既に第1の電極11aと第2の電極11bとの間に投入された投入エネルギーの積算値を読み込み、読み込まれた投入エネルギーの積算値を E_{insum} としてもよい。既に第1の電極11aと第2の電極11bとの間に投入された投入エネルギーの積算値は、レーザチャンバ10がレーザ装置に設置されたときまでに第1の電極11aと第2の電極11bとの間に投入された投入エネルギーの積算値であってもよい。具体的には、既に他のレーザ装置において、第1の電極11aと第2の電極11bとの間で放電が行われていた場合等が挙げられる。また、第1の電極11aと第2の電極11bとの間において、未だ放電がなされていない場合には、投入エネルギーの積算値 $E_{insum} = 0$ としてもよい。

[0137] 次に、ステップS206において、制御部30は、充電器12に設定されている充電電圧 V_{hv} を読み込んでもよい。

[0138] 次に、ステップS208において、制御部30は、充電器12により、パルスパワーモジュール13におけるコンデンサ C_0 に電圧 V_{hv} を印加してもよい。

[0139] 次に、ステップS210において、制御部30は、レーザチャンバ10内における第1の電極11aと第2の電極11bとの間に電圧を印加し、第1の電極11aと第2の電極11bとの間において、放電したか否かを判断してもよい。放電したものと判断された場合には、ステップS212に移行してもよい。一方、放電していないものと判断された場合には、再び、ステップS206を行ってもよい。放電したか否かの判断については、例えば、スイッチ13aにトリガ信号が送信されたか否かにより判断してもよい。また

、レーザ光がエネルギーモニタユニット 17 により検出されたか否かにより判断してもよい。

[0140] 次に、ステップ S 2 1 2 において、制御部 30 は、投入エネルギー E_{in} を算出してもよい。具体的には、下記 (1) 式に基づき投入エネルギー E_{in} を算出してもよい。尚、 k は係数であり、 C_{oc} はコンデンサ C_o の容量である。

$$E_{in} = k \times C_{oc} \times (V_{hv})^2 / 2 \dots \dots \dots (1)$$

[0141] 次に、ステップ S 2 1 4 において、制御部 30 は、現在記憶されている積算値 E_{insum} に、ステップ S 2 1 2 において算出した投入エネルギー E_{in} を加え、新たな投入エネルギーの積算値 E_{insum} としてもよい。

[0142] 次に、ステップ S 2 1 6 において、制御部 30 は、投入エネルギーの積算値 E_{insum} が、電極移動投入エネルギー積算値 $E_{insumdrive}$ を超えているか否かを判断してもよい。電極移動投入エネルギー積算値 $E_{insumdrive}$ は、第 1 の電極 11 a 等の移動が必要であると認められる投入エネルギー積算値である。 E_{insum} が、 $E_{insumdrive}$ を超えているものと判断された場合には、ステップ S 2 1 8 に移行してもよい。一方、 E_{insum} が、 $E_{insumdrive}$ を超えてはいないものと判断された場合には、ステップ S 2 0 6 に移行してもよい。

[0143] 次に、ステップ S 2 1 8 において、電極移動機構部 71 及び 72 により、第 1 の電極 11 a を第 2 の電極 11 b の側に移動量 Δd 移動させてもよい。尚、移動量 Δd は、第 1 の電極 11 a を移動させる際に、一回の移動量として定められた値であってもよい。

[0144] 次に、ステップ S 2 2 0 において、制御部 30 は、現在の移動量 d に Δd を加え、新たな移動量 d としてもよい。

[0145] 次に、ステップ S 2 2 2 において、制御部 30 は、移動量 d の値が、最大移動量 d_{max} 以上であるか否かを判断してもよい。最大移動量 d_{max} は、第 1 の電極 11 a 等を移動させることのできる移動量の最大値であっても

よい。移動量 d の値が、最大移動量 d_{max} 以上であると判断された場合には、ステップ S 2 2 6 に移行してもよい。また、移動量 d の値が、最大移動量 d_{max} 以上ではないものと判断された場合には、ステップ S 2 2 4 に移行してもよい。

[0146] 次に、ステップ S 2 2 4 において、制御部 3 0 は、投入エネルギーの積算値 E_{insum} を 0 にしてもよい。投入エネルギーの積算値 E_{insum} を 0 にした後、ステップ S 2 0 6 に移行してもよい。

[0147] 次に、ステップ S 2 2 6 において、制御部 3 0 は、メンテナンスが必要である旨の信号を送信してもよい。具体的には、第 1 の電極 1 1 a 等を移動することによる調整では限界であるため、レーザチャンバ交換等のメンテナンスが必要となる。従って、レーザチャンバ交換等のメンテナンスが必要である旨の信号を送信してもよい。

[0148] 6. 3 レーザ装置の制御方法 3

図 3 4 に基づき、レーザ装置の制御方法、特にレーザ装置における電極の移動方法について説明する。放電により電極が削れた場合には、レーザチャンバ 1 0 内のガス圧が同一であって、充電電圧が同一の条件でレーザ発振させると、レーザ光のパルスエネルギーが低下する。このようにレーザ光のパルスエネルギーが低下した場合、充電電圧を高くしたり、レーザチャンバ 1 0 内のガス圧を高くすることにより、レーザ光のパルスエネルギーを高くして、所望のパルスエネルギーを得ることは可能である。しかしながら、放電により一定量以上電極が削れた場合には、充電電圧を高くしたり、レーザチャンバ 1 0 内のガス圧を高くしても、所望のパルスエネルギーを得ることができない場合がある。この方法は、充電電圧と、レーザチャンバ 1 0 内のガス圧とが、ともに一定の値を超えた場合に、電極を移動させる方法であってもよい。

[0149] 最初に、ステップ S 3 0 2 において、制御部 3 0 は、現在レーザチャンバ 1 0 内に設置されている第 1 の電極 1 1 a 等の移動量を読み込み、読み込まれた移動量を移動量 d としてもよい。具体的には、既に、レーザチャンバ 1 0 内に設置されている第 1 の電極 1 1 a を第 2 の電極 1 1 b の側に移動させ

ている場合には、第1の電極11aの移動量を読み込み、読み込まれた移動量を移動量 d としてもよい。尚、第1の電極11aを第2の電極11bの側に移動させていない場合には、 $d = 0$ としてもよい。

[0150] 次に、ステップS304において、制御部30は、圧力センサ16により測定されたレーザチャンバ10内におけるガス圧 P を読み込んでもよい。

[0151] 次に、ステップS306において、制御部30は、第1の電極11aと第2の電極11bとの間で放電を生じさせるため、充電器12に設定される充電電圧 V_{hv} を読み込んでもよい。

[0152] 次に、ステップS308において、制御部30は、充電電圧 V_{hv} が最大充電電圧 $V_{hvm\max}$ を超え、かつ、レーザチャンバ10内のガス圧 P が最大ガス圧 $P_{m\max}$ を超えるか否かを判断してもよい。最大充電電圧 $V_{hvm\max}$ は、充電器12が供給することのできる充電電圧の最大値であり、最大ガス圧 $P_{m\max}$ は、所望のパルスエネルギーのレーザ光を出射させることのできるレーザチャンバ10内のガス圧の最大値であってもよい。充電電圧 V_{hv} が最大充電電圧 $V_{hvm\max}$ を超え、かつ、レーザチャンバ10内のガス圧 P が最大ガス圧 $P_{m\max}$ を超えるものと判断した場合には、ステップS310に移行してもよい。充電電圧 V_{hv} が最大充電電圧 $V_{hvm\max}$ を超えていないか、レーザチャンバ10内のガス圧 P が最大ガス圧 $P_{m\max}$ を超えていないと判断した場合には、ステップS304に移行してもよい。

[0153] 次に、ステップS310において、電極移動機構部71及び72により、第1の電極11aを第2の電極11bの側に移動量 Δd 移動させてもよい。尚、移動量 Δd は、第1の電極11aを移動させる際に、一回の移動量として定められた値であってもよい。

[0154] 次に、ステップS312において、制御部30は、現在の移動量 d に Δd を加え、新たな移動量 d としてもよい。

[0155] 次に、ステップS314において、制御部30は、移動量 d の値が、最大移動量 $d_{m\max}$ 以上であるか否かを判断してもよい。最大移動量 $d_{m\max}$ は、第1の電極11a等を移動させることのできる移動量の最大値であっても

よい。移動量 d の値が、最大移動量 d_{max} 以上であると判断された場合には、ステップ S 3 1 6 に移行してもよい。また、移動量 d の値が、最大移動量 d_{max} 以上ではないものと判断された場合には、ステップ S 3 0 4 に移行してもよい。

[0156] 次に、ステップ S 3 1 6 において、制御部 3 0 は、メンテナンスが必要である旨の信号を送信してもよい。具体的には、第 1 の電極 1 1 a 等を移動することによる調整では限界であるため、レーザチャンバ交換等のメンテナンスが必要となる。従って、レーザチャンバ交換等のメンテナンスが必要である旨の信号を送信してもよい。

[0157] 6. 4 レーザ装置の制御方法 4

図 3 5 に基づき、レーザ装置の制御方法、特にレーザ装置における電極の移動方法について説明する。この方法は、レーザチャンバ 1 0 内のガス圧と充電電圧とレーザ光のエネルギー安定性に基づき、電極を移動させる方法であってもよい。

[0158] 最初に、ステップ S 4 0 2 において、制御部 3 0 は、現在レーザチャンバ 1 0 内に設置されている第 1 の電極 1 1 a 等の移動量を読み込み、読み込まれた移動量を移動量 d としてもよい。具体的には、既に、レーザチャンバ 1 0 内に設置されている第 1 の電極 1 1 a を第 2 の電極 1 1 b の側に移動させている場合には、第 1 の電極 1 1 a の移動量を読み込み、読み込まれた移動量を移動量 d としてもよい。尚、第 1 の電極 1 1 a を第 2 の電極 1 1 b の側に移動させていない場合には、 $d = 0$ としてもよい。

[0159] 次に、ステップ S 4 0 4 において、制御部 3 0 は、放電回数 i を 1 としてもよい。

[0160] 次に、ステップ S 4 0 6 において、制御部 3 0 は、圧力センサ 1 6 により測定されたレーザチャンバ 1 0 内のガス圧 P を読み込んでもよい。

[0161] 次に、ステップ S 4 0 8 において、制御部 3 0 は、第 1 の電極 1 1 a と第 2 の電極 1 1 b との間で放電を生じさせるため、充電器 1 2 に設定される充電電圧 V_{hv} を読み込んでもよい。

[0162] 次に、ステップS 4 1 0において、制御部3 0は、レーザチャンバ1 0内における第1の電極1 1 aと第2の電極1 1 bとの間に電圧を印加し、第1の電極1 1 aと第2の電極1 1 bとの間において、放電したか否かを判断してもよい。放電したものと判断された場合には、ステップS 4 1 2に移行してもよい。一方、放電していないものと判断された場合には、再び、ステップS 4 0 6を行ってもよい。放電したか否かの判断については、例えば、スイッチ1 3 aにトリガ信号が送信されたか否かにより判断してもよい。また、レーザ光がエネルギーモニタユニット1 7により検出されたか否かにより判断してもよい。

[0163] 次に、ステップS 4 1 2において、光センサ1 7 cにおいて測定されたレーザ光のエネルギーに基づき、出射されたレーザ光のパルスエネルギーEを算出してもよい。

[0164] 次に、ステップS 4 1 4において、制御部3 0は、ステップS 4 1 2において測定されたパルスエネルギーEをパルスエネルギー E_i としてもよい。

[0165] 次に、ステップS 4 1 6において、制御部3 0は、現在の放電回数iに1を加え、新たな放電回数iとしてもよい。

[0166] 次に、ステップS 4 1 8において、制御部3 0は、放電回数iが所定の放電回数n以上であるか否かを判断してもよい。放電回数iが所定の放電回数nより多いと判断された場合には、ステップS 4 2 0に移行してもよい。また、放電回数iが所定の放電回数nより多くないと判断された場合には、ステップS 4 0 6に移行してもよい。

[0167] 次に、ステップS 4 2 0において、制御部3 0は、放電回数nとパルスエネルギー E_1 、 E_2 、 $\dots$ 、 E_n より、パルスエネルギー E_1 、 E_2 、 $\dots$ 、 E_n におけるレーザ光のパルスエネルギーの標準偏差 σ 、パルスエネルギーの平均値 E_{av} を算出してもよい。

[0168] 次に、ステップS 4 2 2において、制御部3 0は、 $E_s = \sigma / E_{av}$ に基づきレーザ光のエネルギー安定性 E_s を算出してもよい。

[0169] 次に、ステップS 4 2 4において、制御部3 0はガス圧Pが所定のガス圧

P_{max} を超え、かつ、充電電圧 V_{hv} が所定の充電電圧 V_{hvmax} を超え、かつ、エネルギー安定性 E_s が所定のエネルギー安定性 E_{smax} を超えるか否かを判断してもよい。第1の電極11aが削れた場合には、出射されるレーザ光のパルスエネルギーのエネルギー安定性が悪化する場合がある。また、エネルギー安定性のみが悪くなっても、レーザチャンバ10内におけるガス圧 P 及び受電電圧 V_{hv} を調整することにより、エネルギー安定性を改善させることが可能である。従って、ガス圧 P が所定のガス圧 P_{max} を超え、かつ、充電電圧 V_{hv} が所定の充電電圧 V_{hvmax} を超え、かつ、エネルギー安定性 E_s が所定のエネルギー安定性 E_{smax} を超える場合には、ステップS426に移行してもよい。また、ガス圧 P が所定のガス圧 P_{max} を超えていない場合、充電電圧 V_{hv} が所定の充電電圧 V_{hvmax} を超えていない場合、または、エネルギー安定性 E_s が所定のエネルギー安定性 E_{smax} を超えていない場合には、ステップS404に移行してもよい。尚、所定のガス圧 P_{max} は、エネルギー安定性が維持されているレーザ光を出射させることのできるガス圧の最大値であり、所定の充電電圧 V_{hvmax} は、エネルギー安定性が維持されているレーザ光を出射させることのできる充電電圧の最大値であってもよい。

[0170] 次に、ステップS426において、電極移動機構部71及び72により、第1の電極11aを第2の電極11bの側に移動量 Δd 移動させてもよい。尚、移動量 Δd は、第1の電極11aを移動させる際に、一回の移動量として定められた値であってもよい。

[0171] 次に、ステップS428において、制御部30は、現在の移動量 d に Δd を加え、新たな移動量 d としてもよい。

[0172] 次に、ステップS430において、制御部30は、移動量 d の値が、最大移動量 d_{max} 以上であるか否かを判断してもよい。最大移動量 d_{max} は、第1の電極11a等を移動させることのできる移動量の最大値であってもよい。移動量 d の値が、最大移動量 d_{max} 以上であると判断された場合には、ステップS432に移行してもよい。また、移動量 d の値が、最大移動

量 d_{max} 以上ではないものと判断された場合には、ステップ S 4 0 6 に移行してもよい。

[0173] 次に、ステップ S 4 3 2 において、制御部 3 0 は、メンテナンスが必要である旨の信号を送信してもよい。具体的には、第 1 の電極 1 1 a 等を移動することによる調整では限界であるため、レーザチャンバ交換等のメンテナンスが必要となる。従って、レーザチャンバ交換等のメンテナンスが必要である旨の信号を送信してもよい。

[0174] 図 3 5 に示される方法では、レーザ光のパルスエネルギーのみならず、エネルギー安定性を考慮して第 1 の電極 1 1 a を移動させているため、良好な品質のレーザ光を出射することが可能となる。尚、図 3 4 に示される方法との関係においては、一般的に、 $P_{maxs} < P_{max}$ 、 $V_{hvm} s \leq V_{hvm}$ となる。通常、レーザ光のエネルギー安定性 E_s の劣化は、レーザ光のパルスエネルギーの低下よりも早くなるからである。

[0175] 上述したレーザ光の制御方法の説明では、第 1 の電極 1 1 a を移動させる場合について説明したが、第 2 の電極 1 1 b を同様の方法により移動させてもよい。また、第 1 の電極 1 1 a と第 2 の電極 1 1 b の双方を移動させてもよい。

7. その他

7. 1 パルスパワーモジュール

図 3 6 に示されるように、パルスパワーモジュール 1 3 におけるトランス TC_1 は、1 次側と 2 次側の巻き線の向きが同じ向きのものを用いてもよい。具体的には、図 2 に示されるパルスパワーモジュール 1 3 におけるトランス TC_1 では、1 次側と 2 次側の巻き線の方法を逆向きのものを用いた場合を示したが、図 3 6 に示されるように、1 次側と 2 次側の巻き線の方法は同じ向きであってもよい。この場合、第 1 の電極 1 1 a に +HV が印加される。

[0176] 7. 2 レーザチャンバ

図 3 7 に示されるように、レーザチャンバ 1 0 内において、第 2 の電極 1 1 b を上方向に移動させてもよい。尚、図 3 7 はレーザチャンバ 1 0 の要部

を示す断面図であり、図37(a)は、図1に示される面と同じ面におけるレーザチャンバ10の断面図であり、図37(b)は、図37(a)における一点鎖線37A-37Bにおいて切断した断面図である。

[0177] 具体的には、第2の電極11bは、コネクタ260により電流導入端子228と電氣的に接続されていてもよい。また、ドライバ75に接続された電極移動機構部271及び272が設けられており、電極移動機構部271の先端には、スライド部273が設けられており、電極移動機構部272の先端には、スライド部274が設けられていてもよい。スライド部273は第1のブロック273aと第2のブロック273bとにより形成されており、スライド部274は第1のブロック274aと第2のブロック274bとにより形成されていてもよい。電極移動機構部271及び272を駆動させることにより、第1のブロック273a及び274aが内側に押され、第2のブロック273b及び274bが上昇してもよい。第2のブロック273b及び274bが上昇することにより、第2の電極11bは、第2のブロック273b及び274bに押されて第1の電極11aが設けられている方向に移動してもよい。また、第2の電極11bには、第1の電極11aから離れる方向に力が働くバネ277が設けられていてもよい。

[0178] 上記の説明は、制限ではなく単なる例示を意図している。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。

[0179] 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。

[0180] 本国際出願は、2012年9月21日に出願された日本国特許出願201

2-208716号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願
2012-208716号の全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

[0181]	1 0	レーザチャンバ
	1 0 a	ウインド
	1 0 b	ウインド
	1 1 a	第1の電極
	1 1 b	第2の電極
	1 2	充電器
	1 3	パルスパワーモジュール (P P M)
	1 3 a	スイッチ
	1 4	狭帯域化モジュール (L N M)
	1 4 a	プリズム
	1 4 b	グレーティング
	1 5	出力結合ミラー
	1 7	エネルギーモニタユニット
	1 7 a	ビームスプリッタ
	1 7 b	集光レンズ
	1 7 c	光センサ
	1 8 a	スリット板
	1 8 b	スリット板
	2 0	電気絶縁部
	2 1	クロスフローファン
	2 2	モータ
	2 3	レーザガス供給部
	2 4	レーザガス排気部
	2 5	電極ホルダ
	2 6	熱交換器

2 7	金属配線部
2 8	電流導入端子
3 0	制御部
3 1	記憶部
6 0	コネクタ
7 1	電極移動機構部
7 2	電極移動機構部
7 3	絶縁体部材
7 4	絶縁体部材
7 5	ドライバ
7 6	固定ネジ
1 0 0	露光装置
1 1 0	露光装置コントローラ
C ₀	充電コンデンサ
C ₁ ～C ₃	コンデンサ
T C ₁	トランス
M S ₁ ～M S ₃	磁気スイッチ

請求の範囲

- [請求項1] レーザゲイン媒質が入れられているレーザチャンバと、
電源と、
前記レーザチャンバ内に設けられ、前記電源より電圧が印加される第1の電極及び接地される第2の電極と、
前記電源と接続されており、前記第1の電極を前記第2の電極が設けられている側に移動可能な状態で支持するコネクタと、
を備えるレーザ装置。
- [請求項2] 前記コネクタは、前記第1の電極と接する部分が弾性を有する金属材料により形成されている請求項1に記載のレーザ装置。
- [請求項3] 前記コネクタは、前記コネクタの内部に金属材料により形成された弾性部材を有する、請求項1に記載のレーザ装置。
- [請求項4] 前記コネクタは、前記第1の電極と接する部分が弾性を有する金属材料により形成されており、前記第1の電極とは、複数の接触部分において接触している請求項1に記載のレーザ装置。
- [請求項5] 前記レーザチャンバの一部は電気絶縁部により形成されており、
前記コネクタは、前記電気絶縁部に固定されている請求項1に記載のレーザ装置。
- [請求項6] 前記レーザチャンバの外より、前記第1の電極を前記第2の電極が設けられている側に移動させる電極移動機構部
を更に備える請求項1に記載のレーザ装置。
- [請求項7] 前記電極移動機構部と前記第1の電極との間には、絶縁体部材が設けられている請求項6に記載のレーザ装置。
- [請求項8] 前記電極移動機構部の一部と前記第1の電極とは接続されている請求項6に記載のレーザ装置。
- [請求項9] 前記第1の電極には前記コネクタを介して前記電源より電圧が印加され、前記第2の電極は接地されている請求項6に記載のレーザ装置。
。

- [請求項10] 前記レーザチャンバの一部は電気絶縁部により形成されており、
前記コネクタは、前記電気絶縁部に固定されている請求項6に記載
のレーザ装置。
- [請求項11] レーザゲイン媒質が入れられているレーザチャンバと、
電源と、
前記レーザチャンバ内に設けられ、前記電源より電圧が印加される
第1の電極及び接地される第2の電極と、
前記第2の電極を前記第1の電極が設けられている側に移動可能な
状態で支持するコネクタと、
を備えるレーザ装置。
- [請求項12] 前記コネクタは、前記第2の電極と接する部分が弾性を有する金属
材料により形成されている請求項11に記載のレーザ装置。
- [請求項13] 前記コネクタは、前記コネクタの内部に金属材料により形成された
弾性部材を有する請求項11に記載のレーザ装置。
- [請求項14] 前記コネクタは、前記第2の電極と接する部分が弾性を有する金属
材料により形成されており、前記第2の電極とは、複数の接触部分に
おいて接触している請求項11に記載のレーザ装置。
- [請求項15] 前記レーザチャンバの外より、前記第2の電極を前記第1の電極が
設けられている側に移動させる電極移動機構部、
を更に備える請求項11に記載のレーザ装置。
- [請求項16] 前記電極移動機構部と前記第2の電極との間には、絶縁体部材が設
けられている請求項15に記載のレーザ装置。
- [請求項17] 前記電極移動機構部の一部と前記第2の電極とは接続されている請
求項15に記載のレーザ装置。
- [請求項18] 前記第1の電極を前記第2の電極が設けられている側に移動させる
電極移動機構部と、
前記電極移動機構部により、前記第1の電極を所定のタイミングで
移動させる制御を行う制御部と、

を有する請求項 1 に記載のレーザ装置。

[請求項19] 前記所定のタイミングは、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間における放電回数、または、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電圧を印加するための充電電圧に基づいて設定される請求項 18 に記載のレーザ装置。

[請求項20] 前記電極移動機構部により、前記第 1 の電極を所定のタイミングで移動させる制御を行う制御部を有する請求項 6 に記載のレーザ装置。

[請求項21] 前記所定のタイミングは、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間における放電回数、または、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電圧を印加するための充電電圧に基づいて設定される請求項 20 に記載のレーザ装置。

[請求項22] 前記第 2 の電極を前記第 1 の電極が設けられている側に移動させる電極移動機構部と、

前記電極移動機構部により、前記第 2 の電極を所定のタイミングで移動させる制御を行う制御部と、

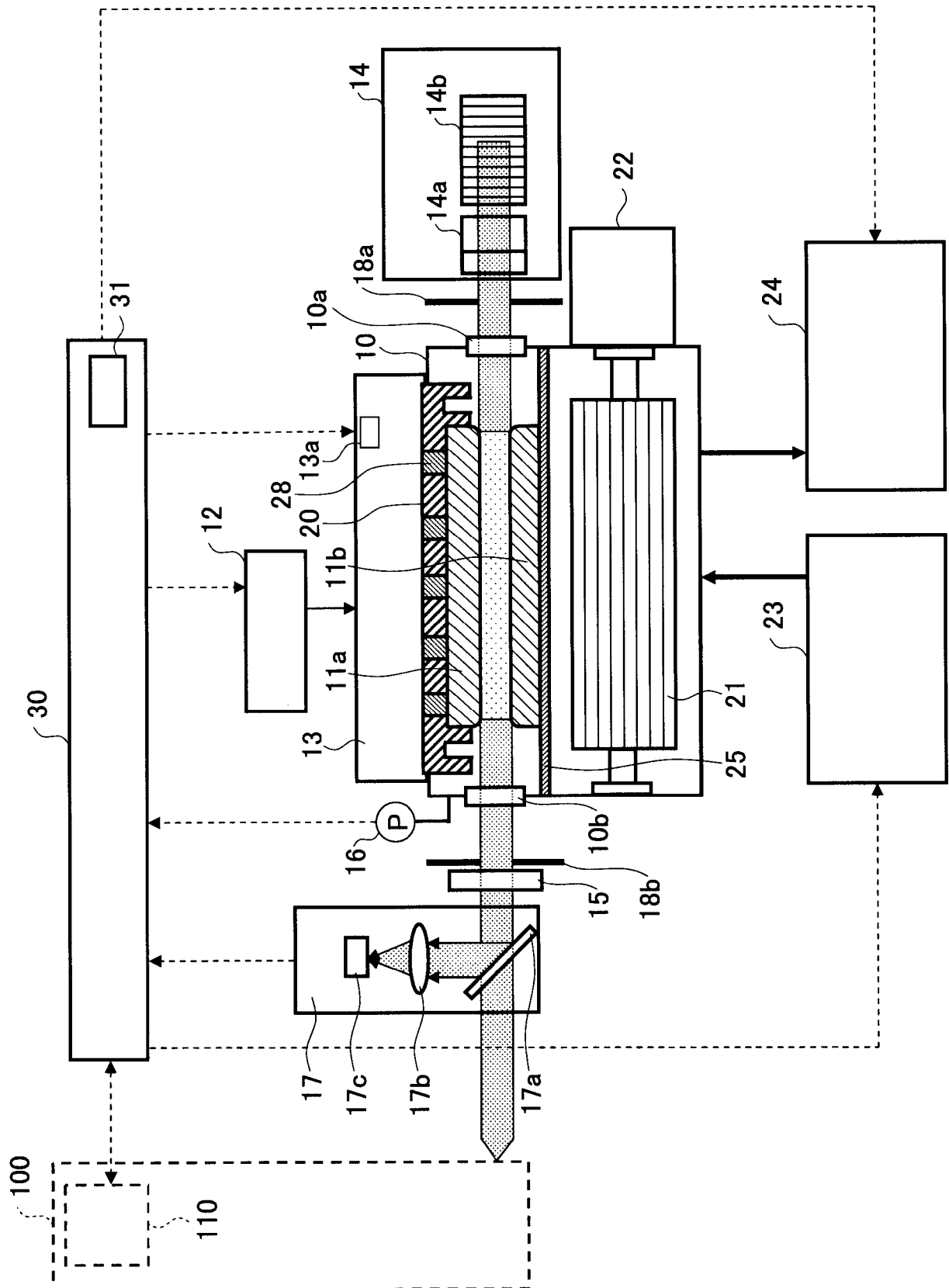
を有する請求項 11 に記載のレーザ装置。

[請求項23] 前記所定のタイミングは、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間における放電回数、または、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電圧を印加するための充電電圧に基づいて設定される請求項 22 に記載のレーザ装置。

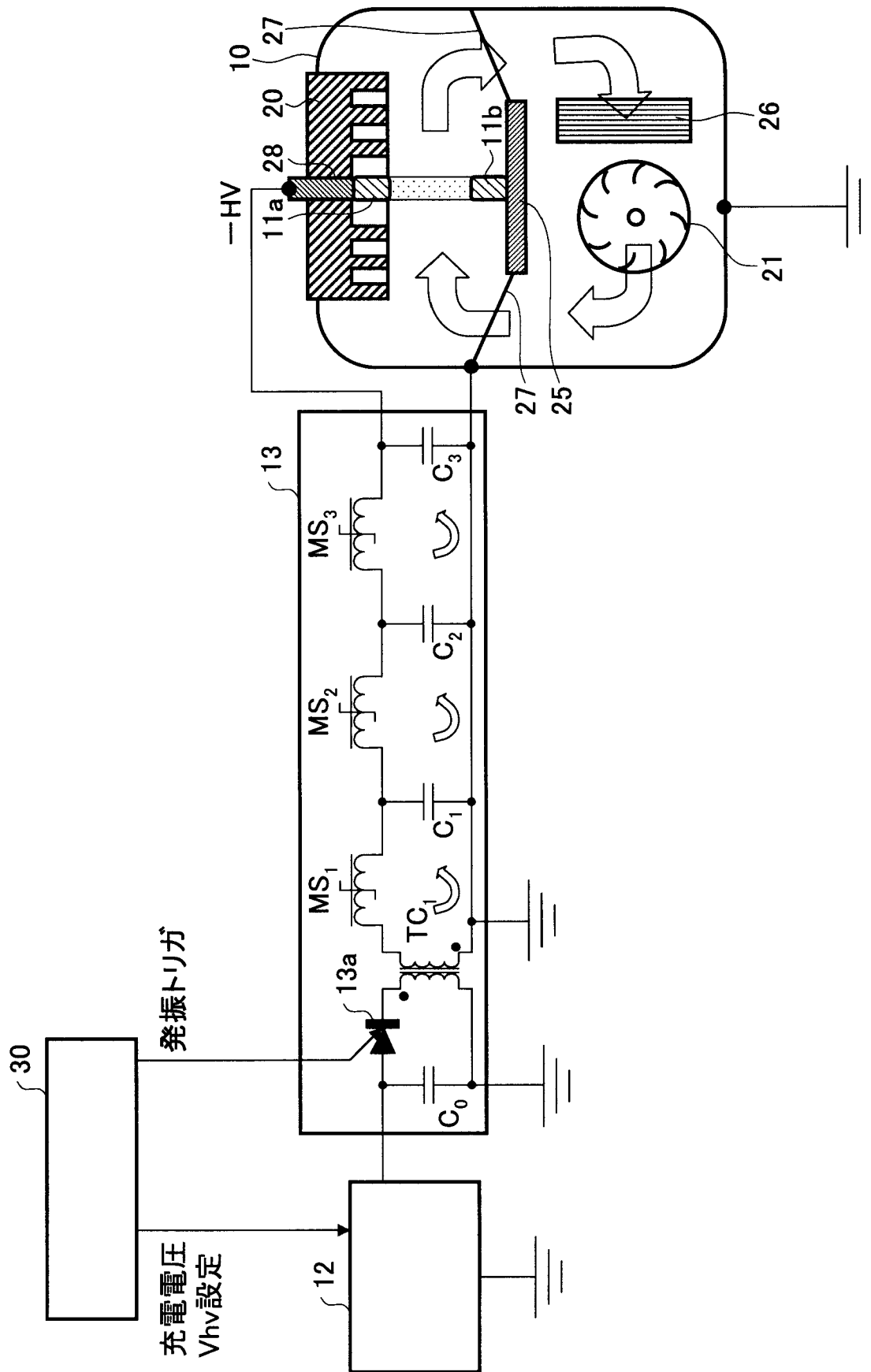
[請求項24] 前記電極移動機構部により、前記第 2 の電極を所定のタイミングで移動させる制御を行う制御部を有する請求項 15 に記載のレーザ装置。

[請求項25] 前記所定のタイミングは、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間における放電回数、または、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極との間に電圧を印加するための充電電圧に基づいて設定される請求項 24 に記載のレーザ装置。

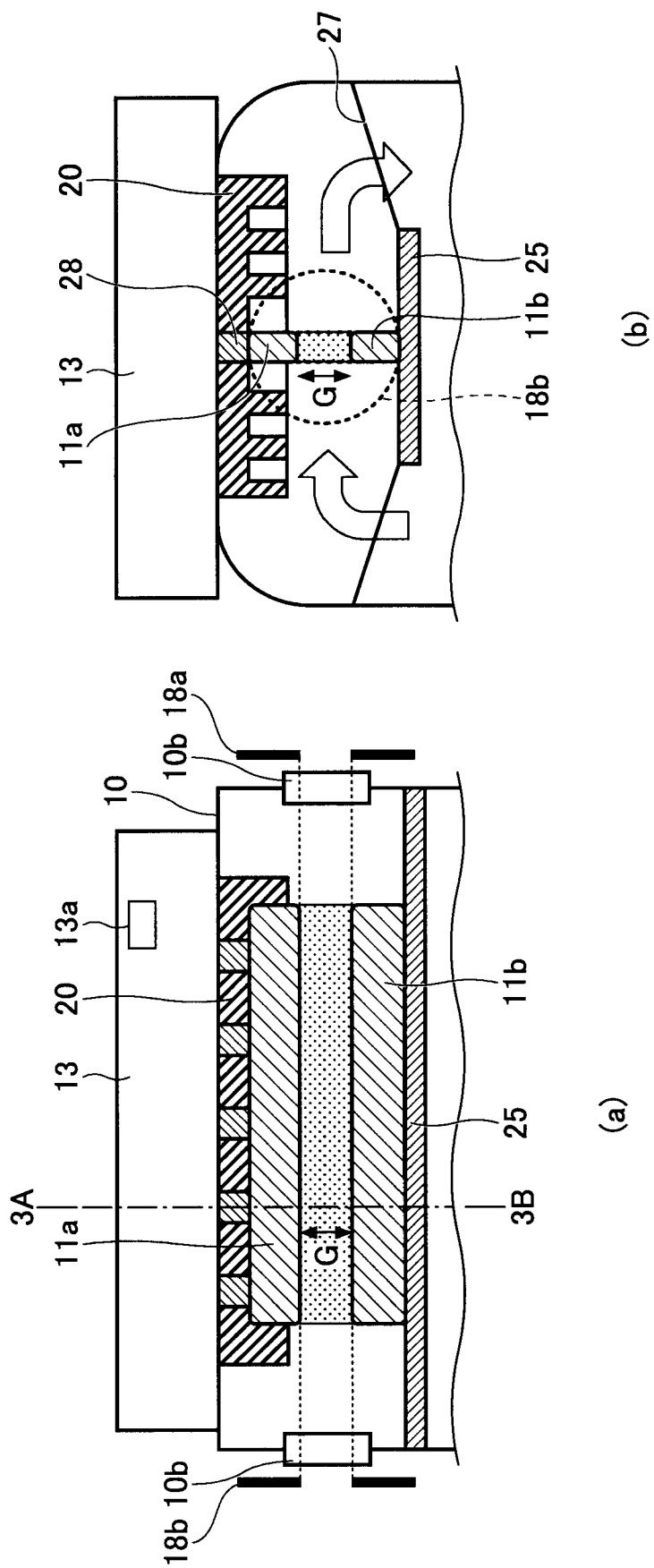
[図1]



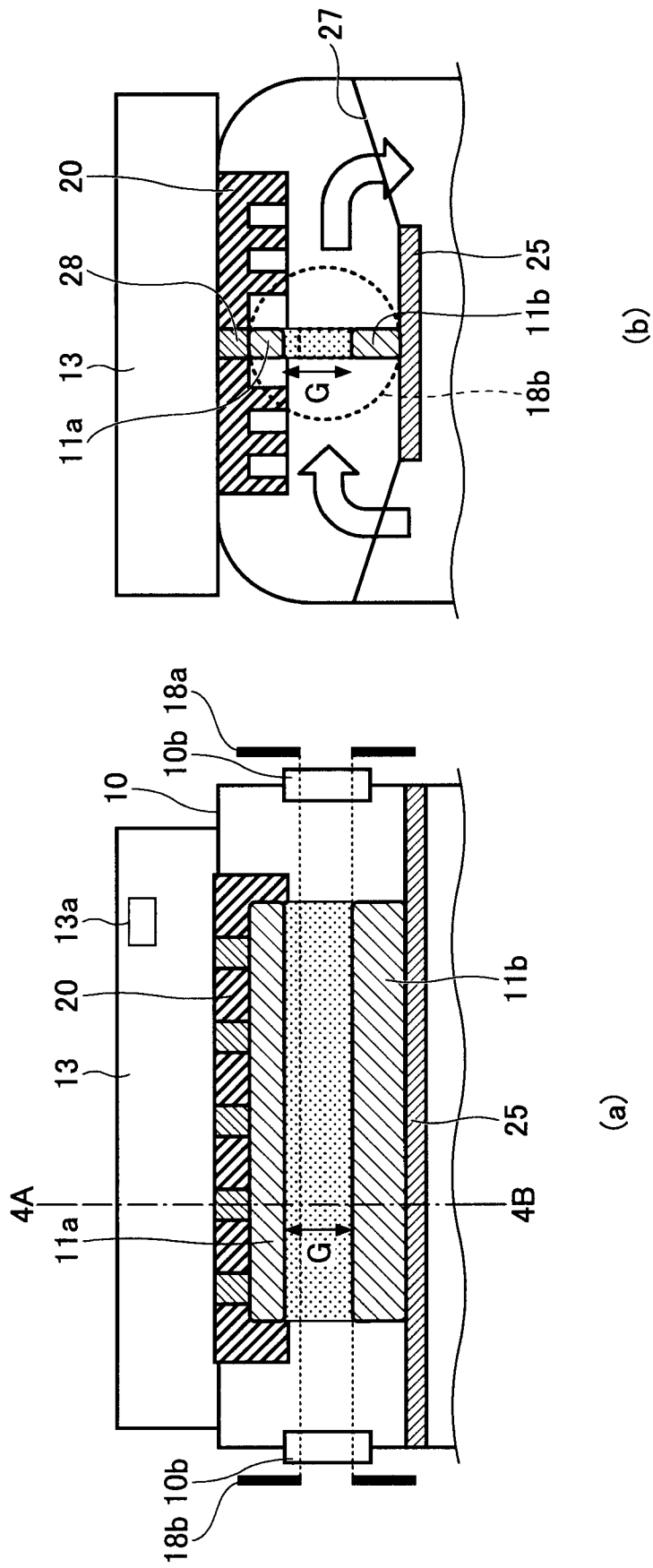
[図2]



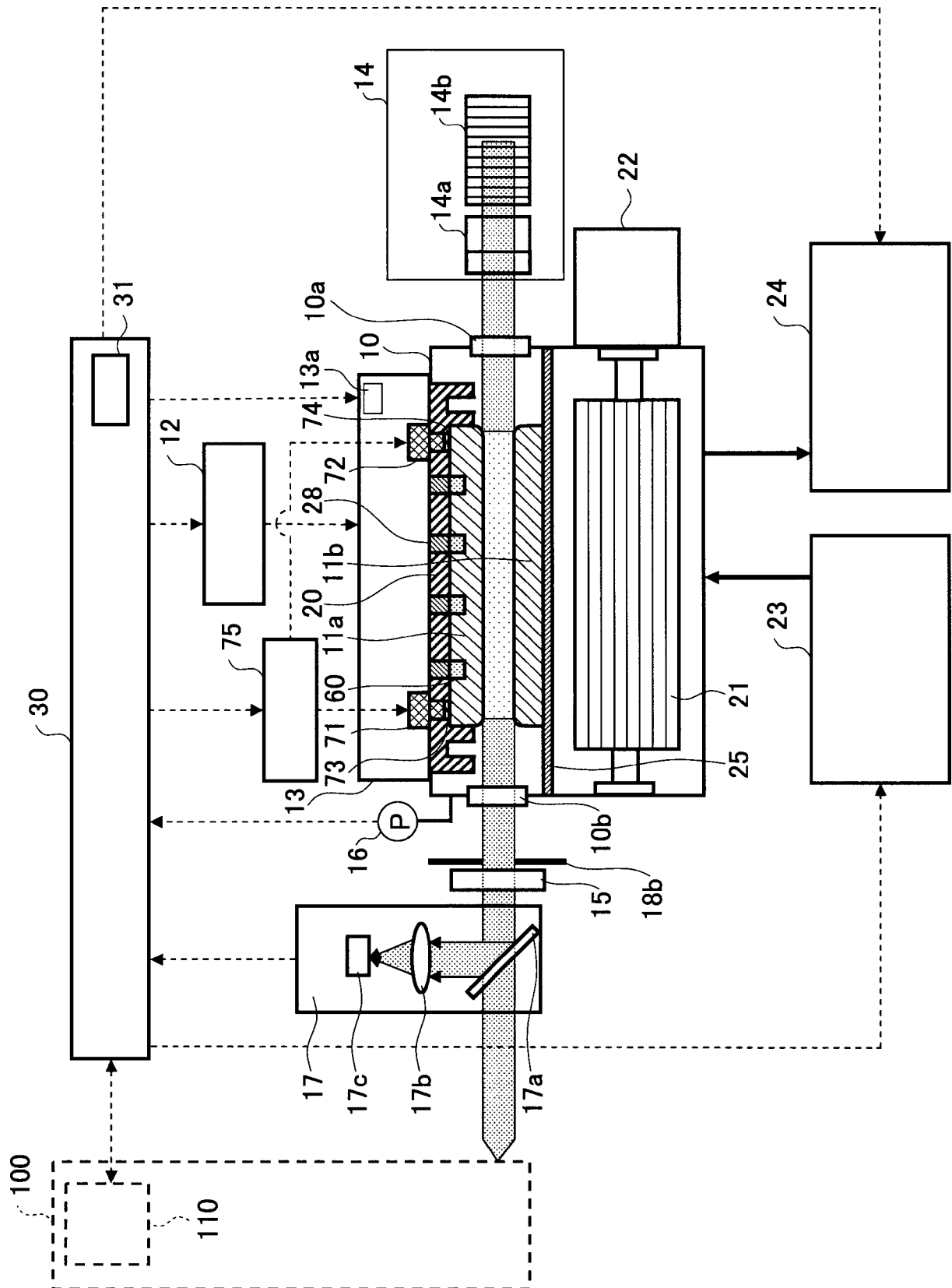
[図3]



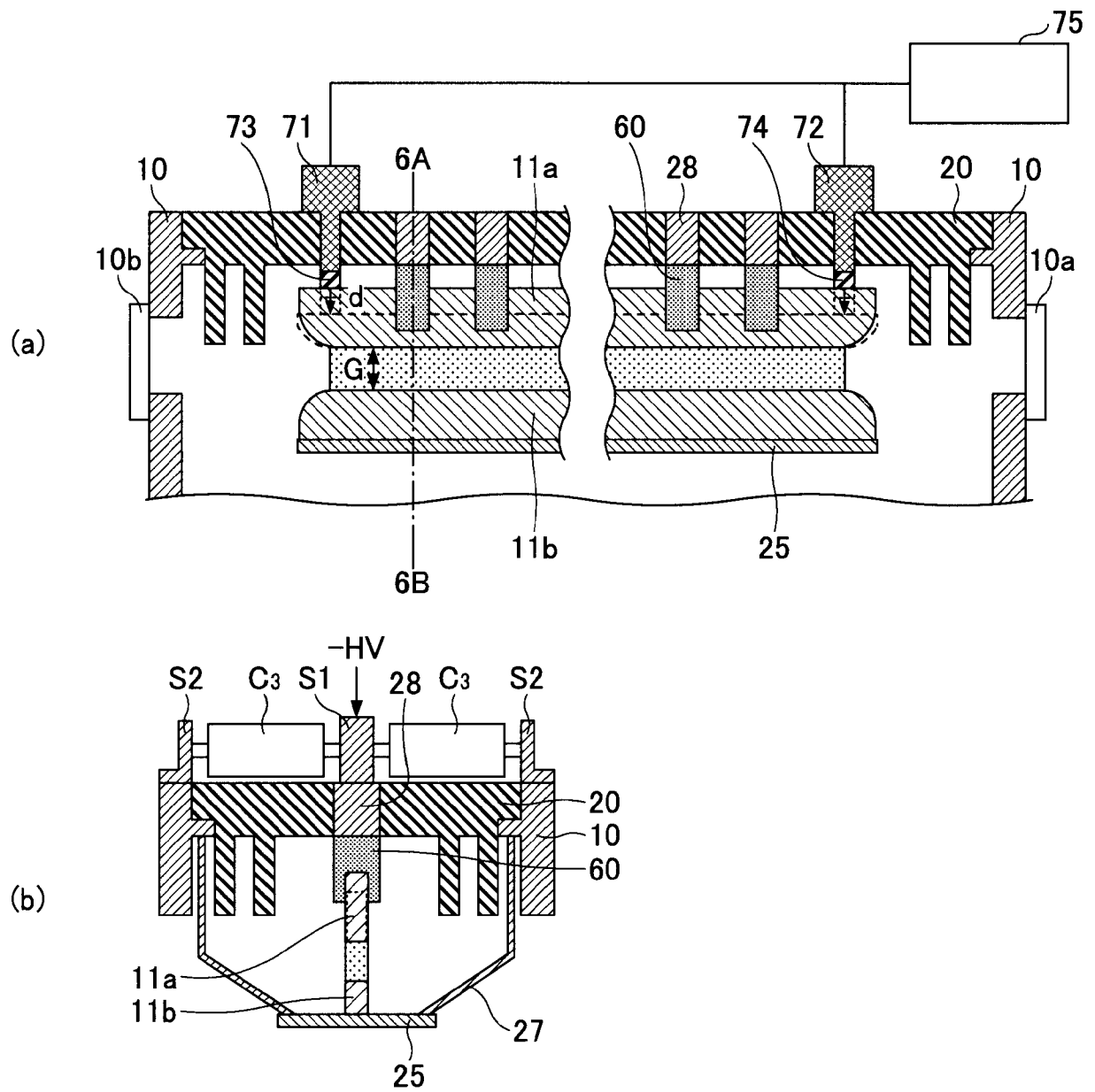
[図4]



[図5]

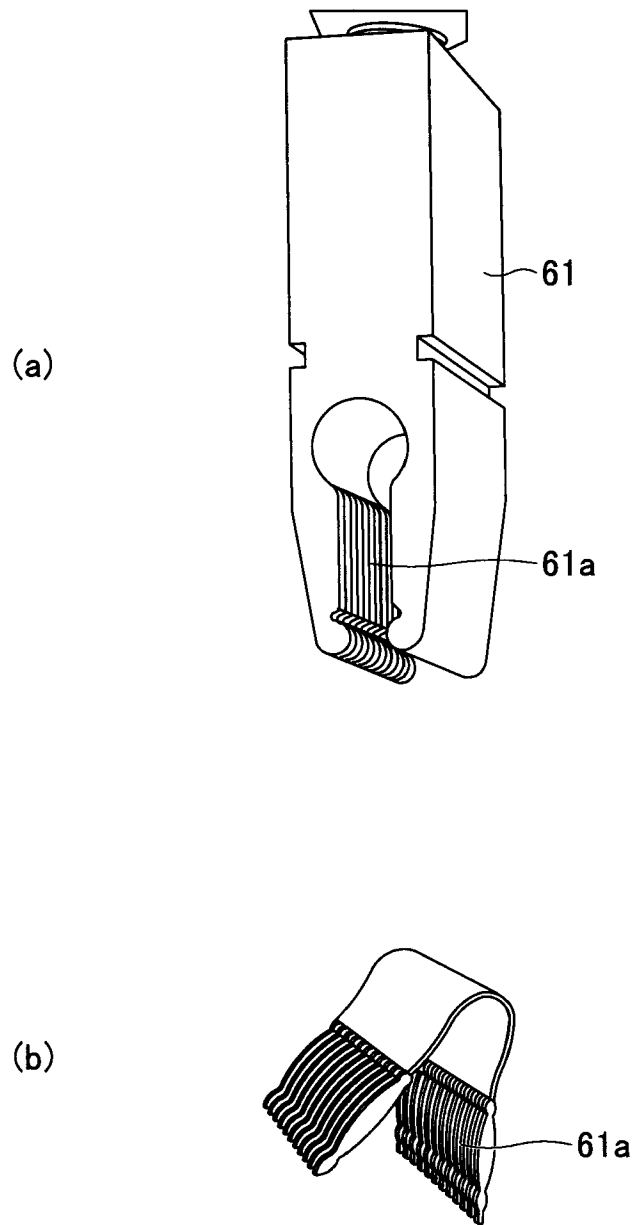


[図6]



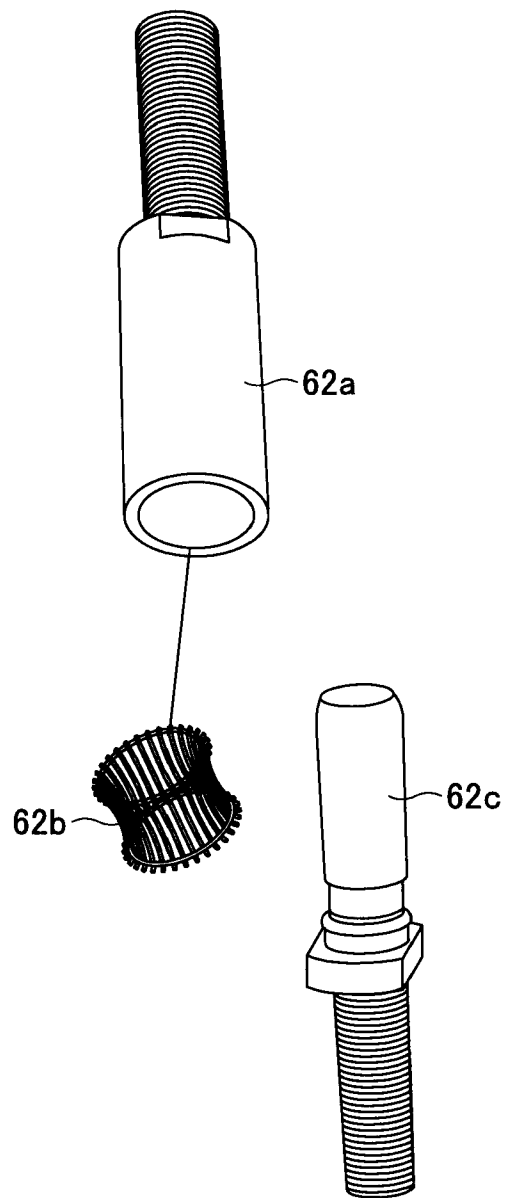
A detailed cross-sectional diagram of a vacuum tube assembly. At the top, a central vertical electrode is labeled -HV (cathode heater) with a downward arrow. This electrode passes through a series of components: a top flange S2, a cylindrical component C3, another flange S1, a second cylindrical component C3, and a final flange S2. Below these are two thick horizontal sections, likely insulators or support structures, labeled 20 and 10. The central electrode continues through a central opening in section 10, passing through a small ring-like component 61a and then a larger cylindrical component 61. The bottom of the assembly features a complex base structure. A central vertical rod 25 extends from the base up to the HV electrode. The base includes a sloped outer shell 27 and internal structural elements 11a and 11b. The entire assembly is shown in a cross-section with various hatching patterns indicating different materials.

[図8]

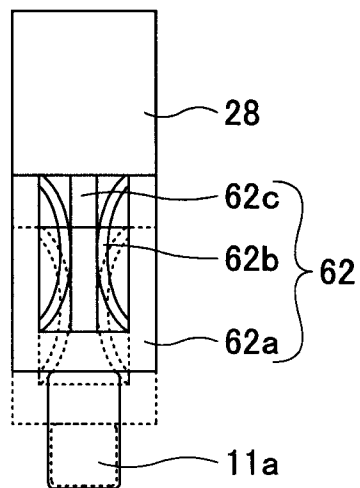


[illegible]

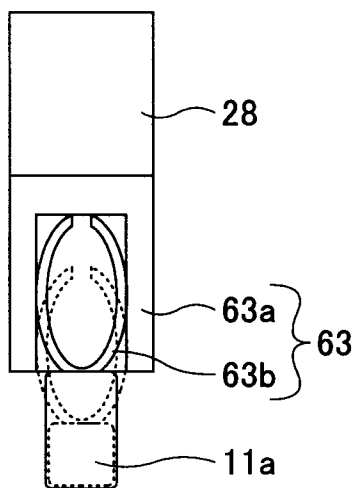
[図10]



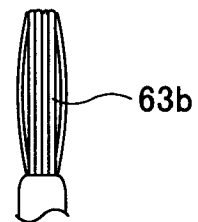
[図11]



[図12]

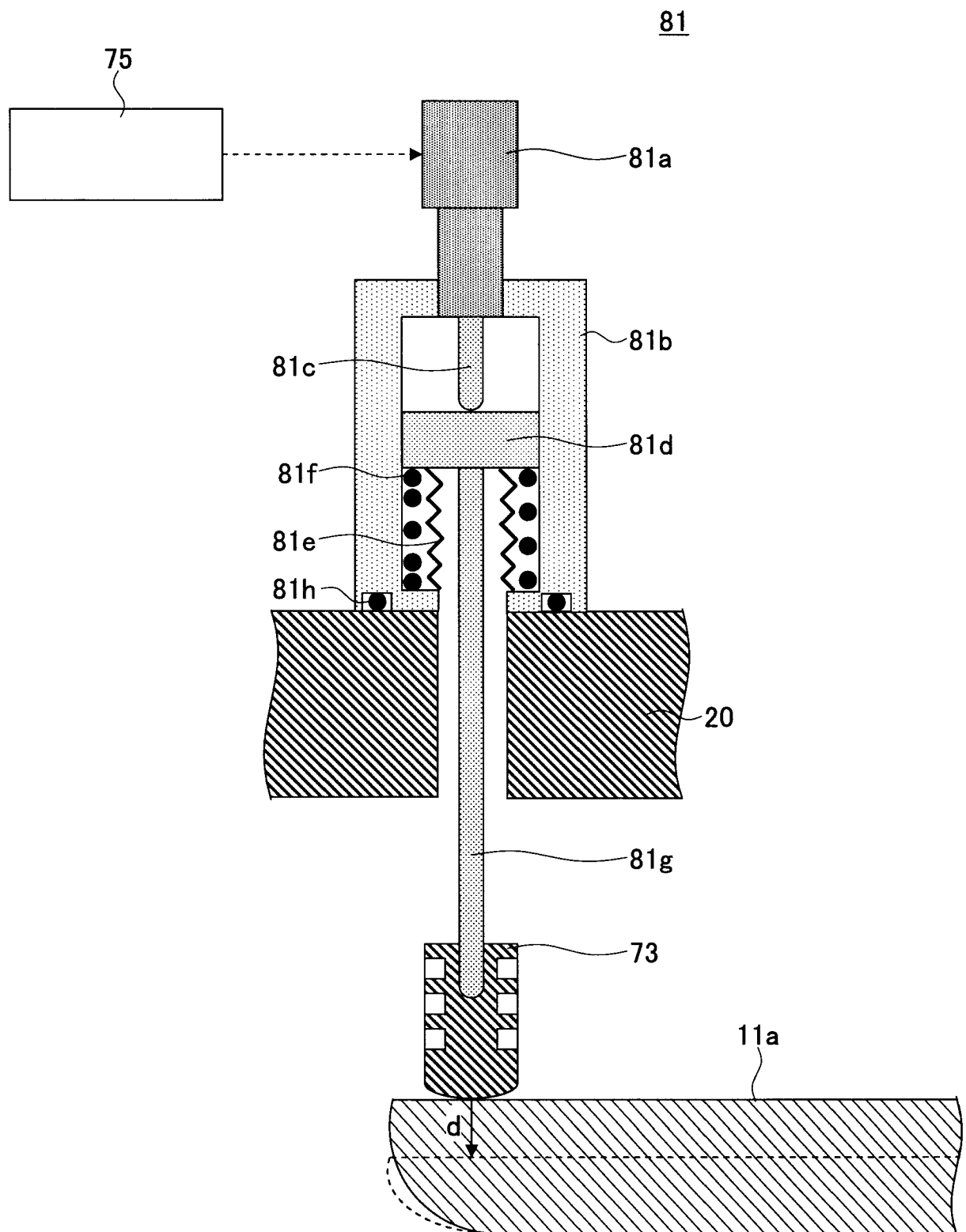


(a)

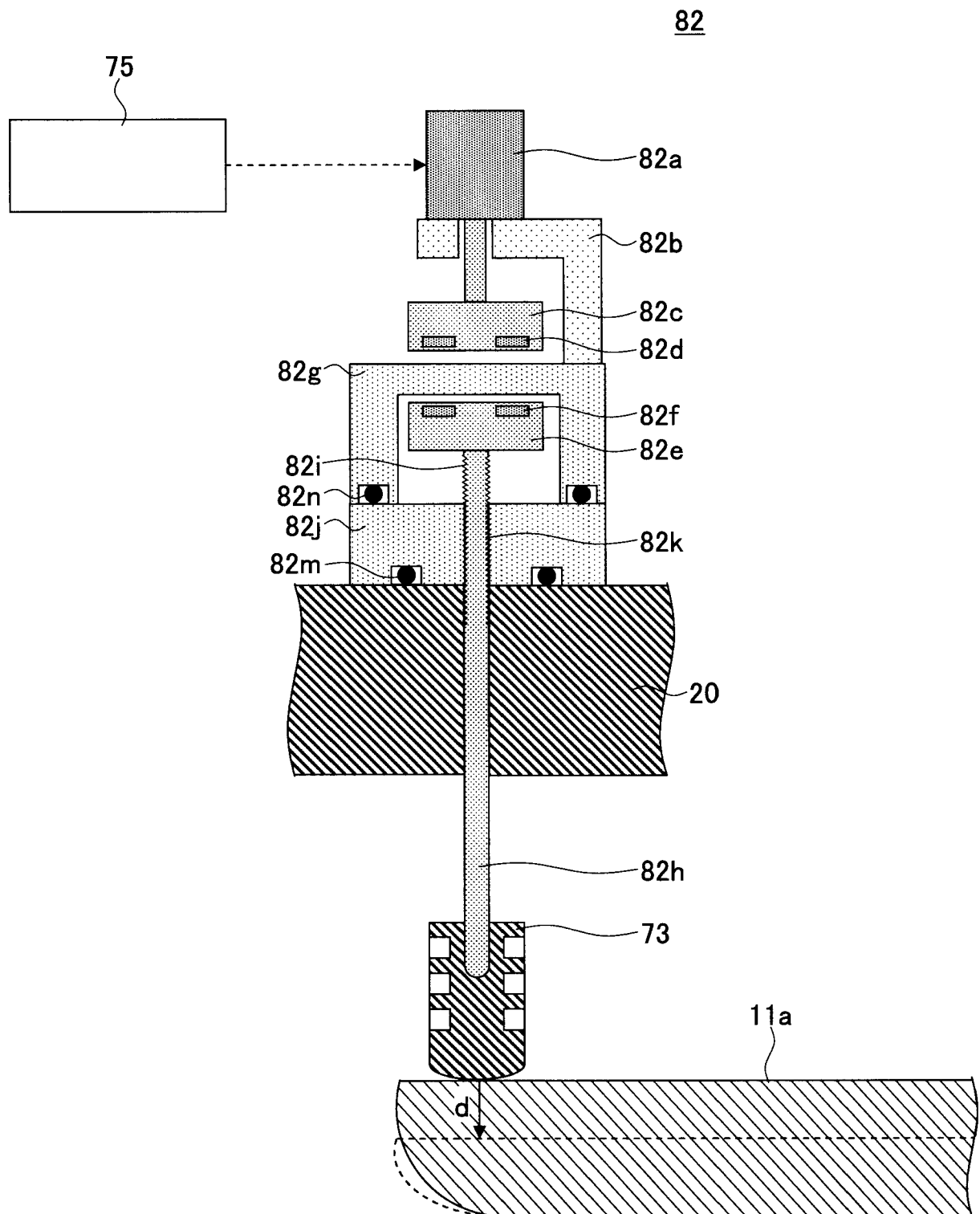


(b)

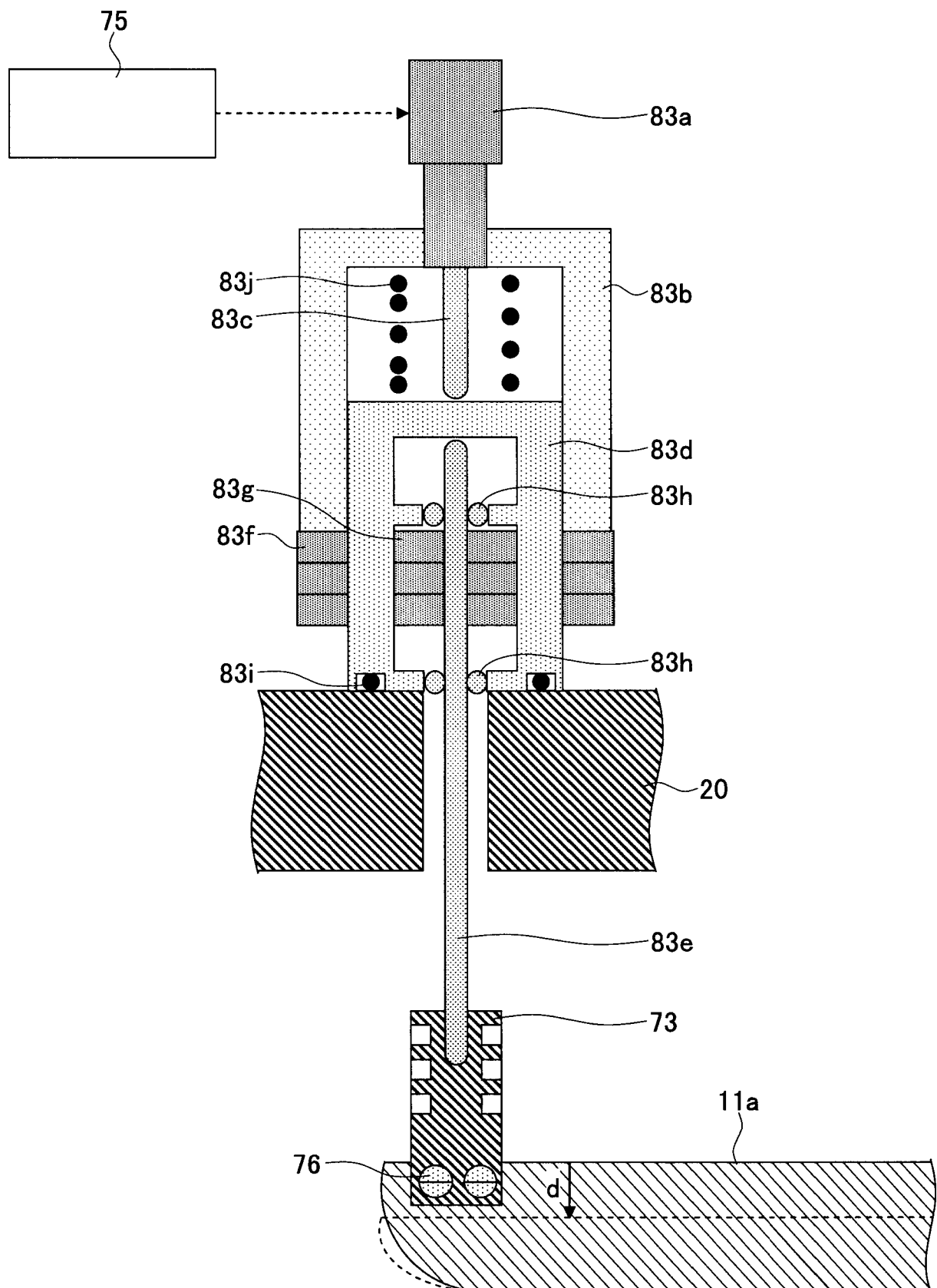
[図13]



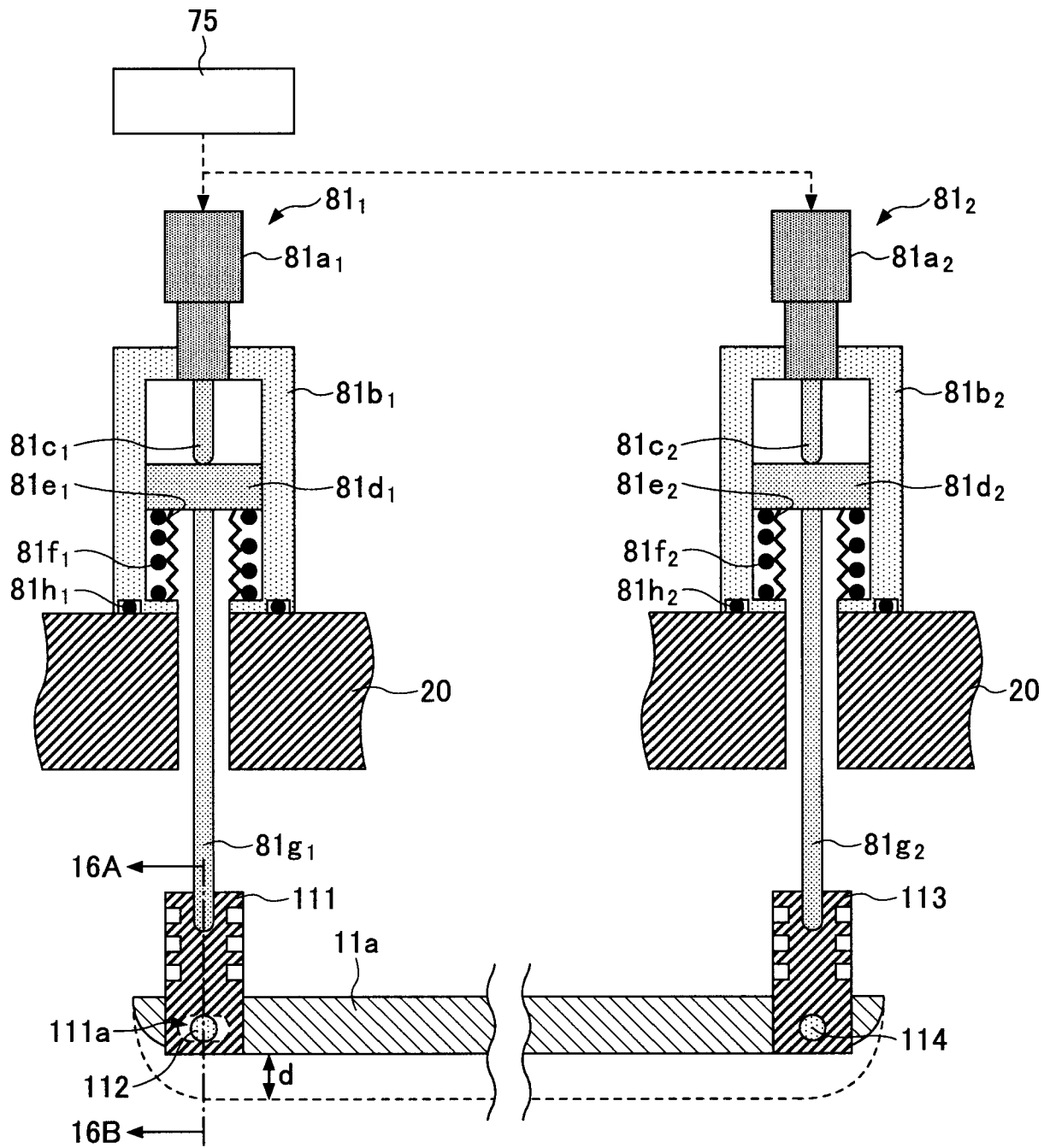
[図14]



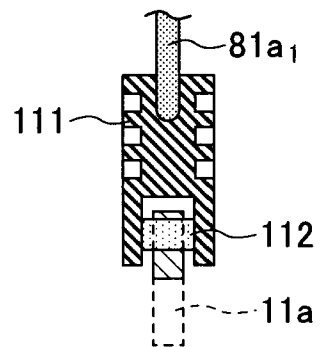
[図15]

83

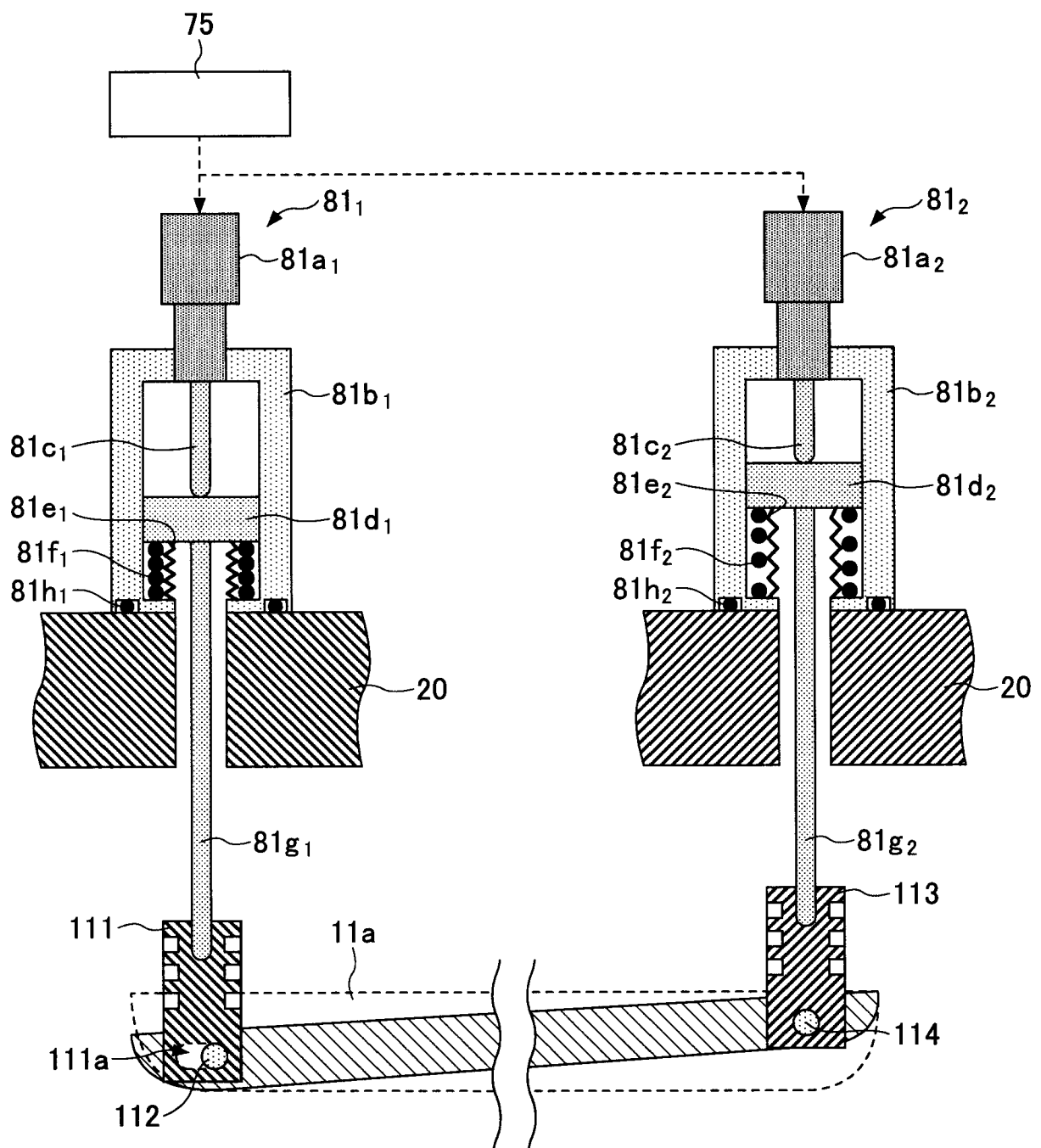
[図16]



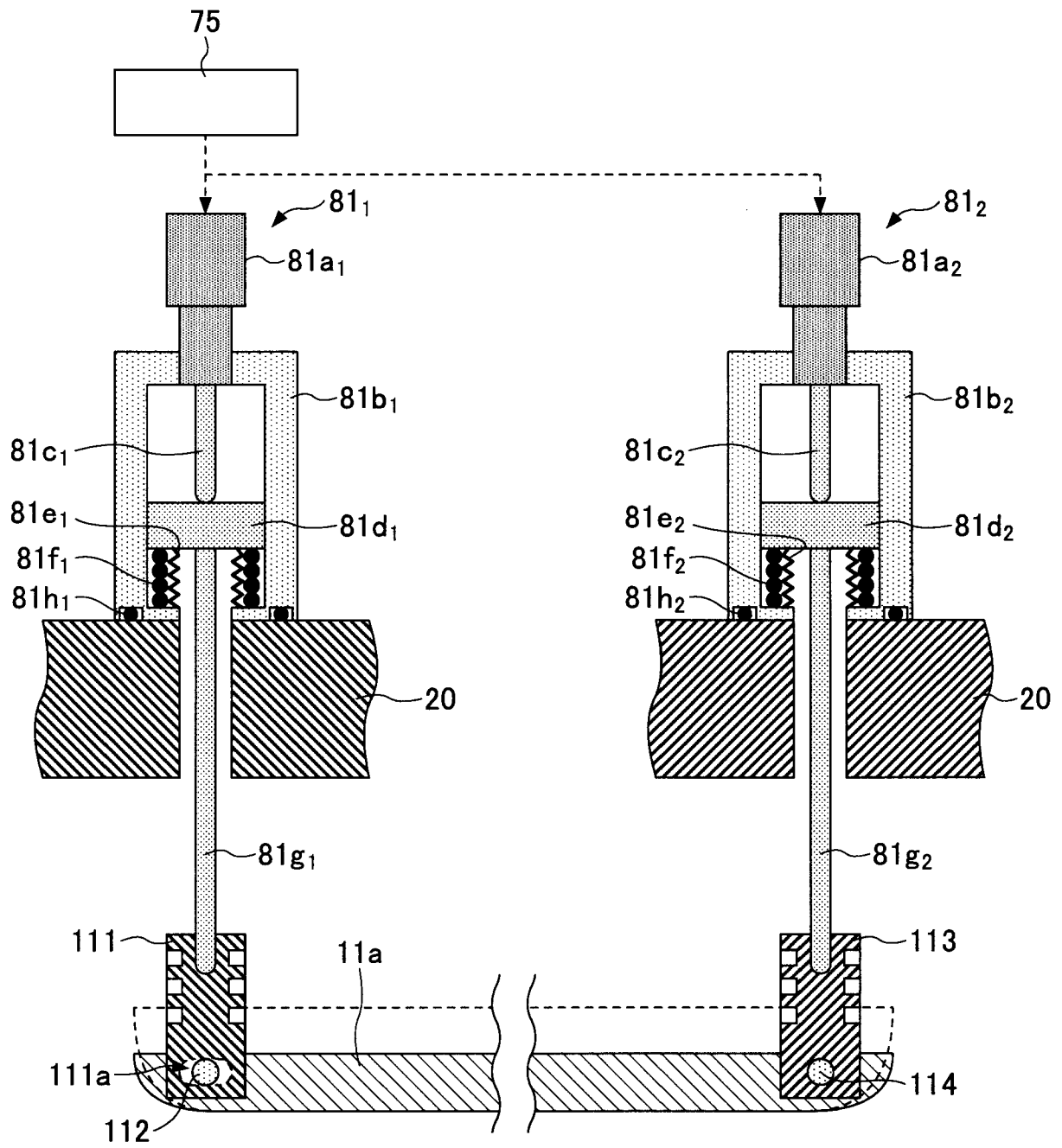
[図17]



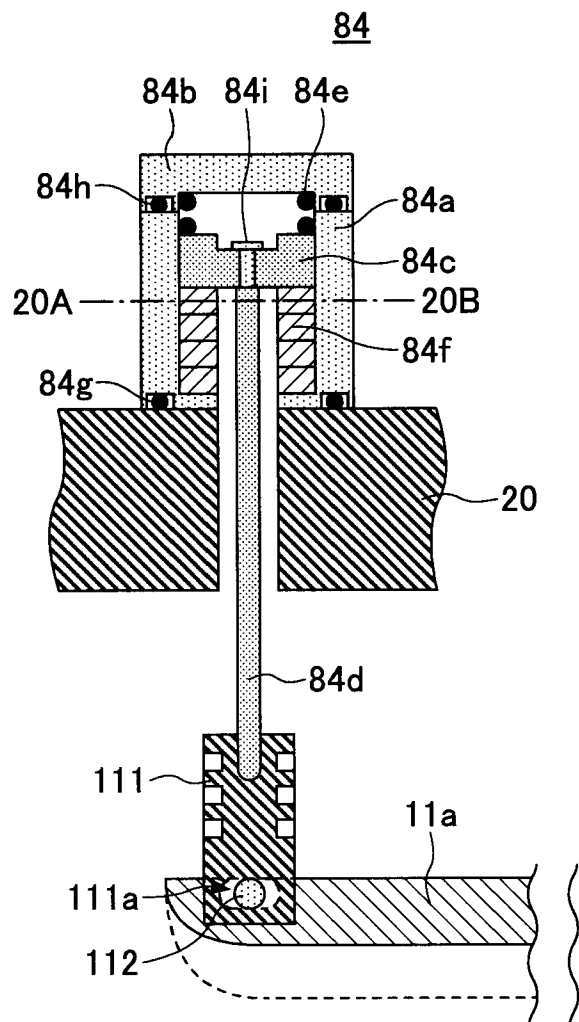
[図18]



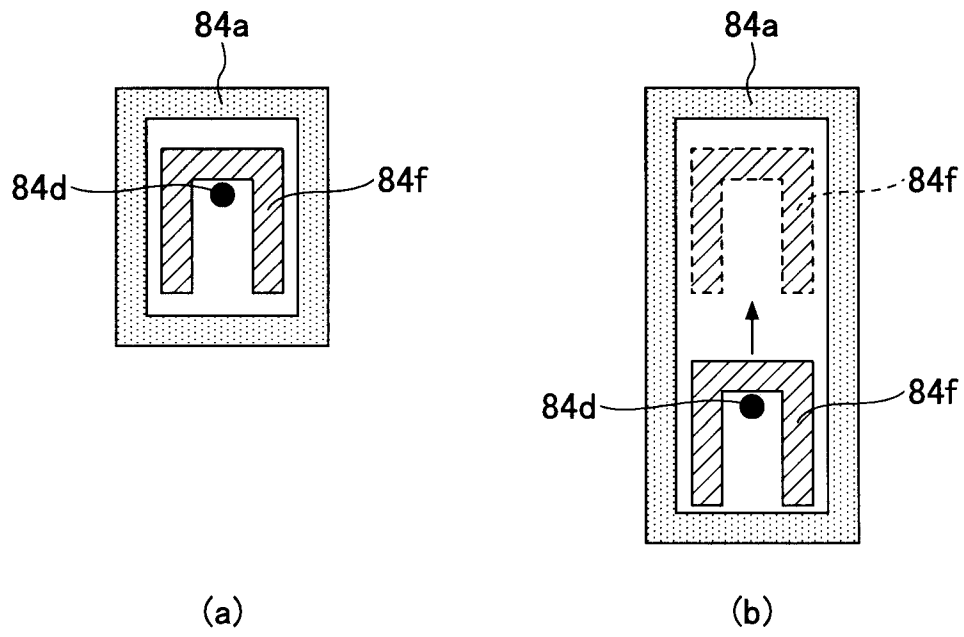
[図19]



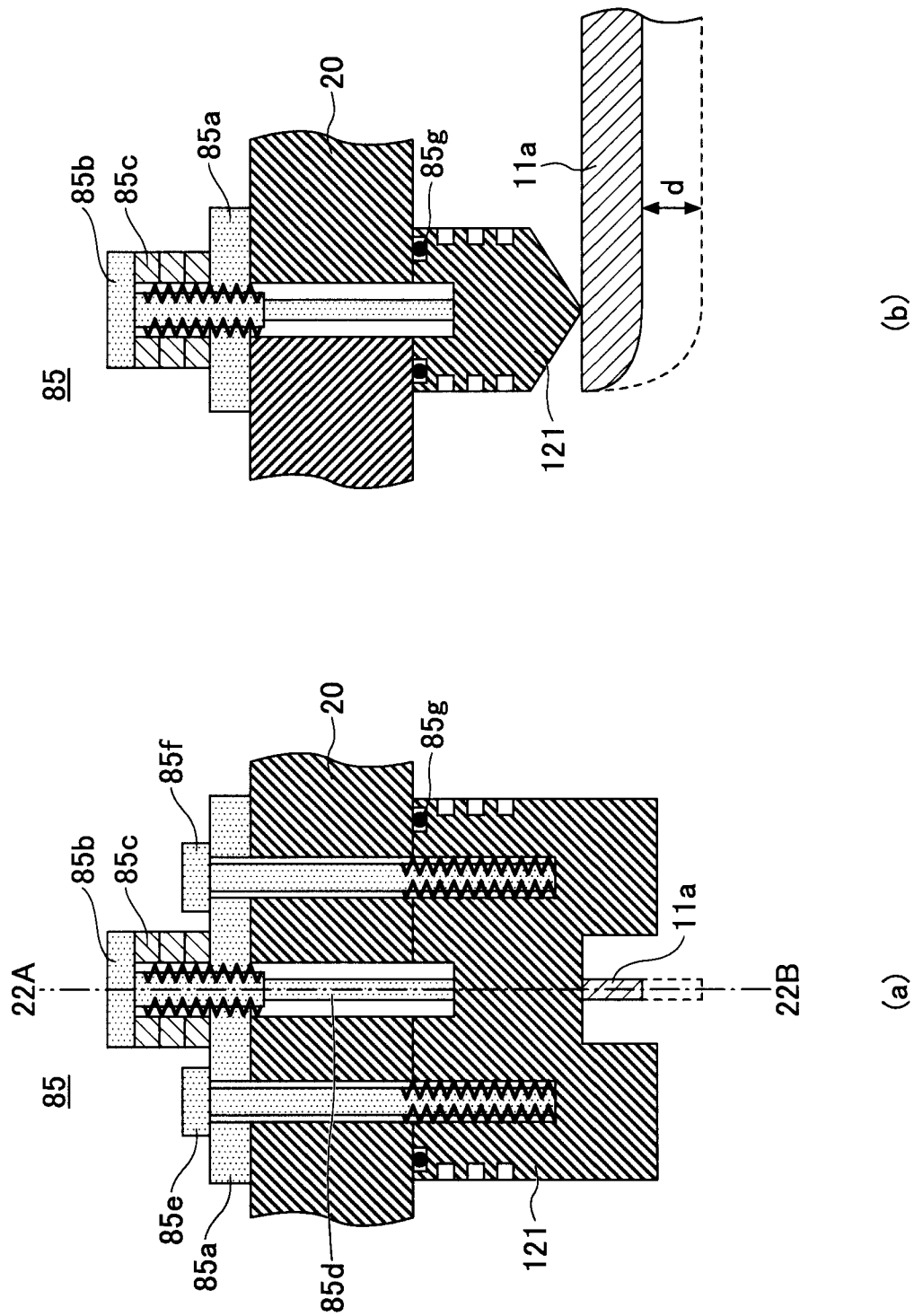
[図20]



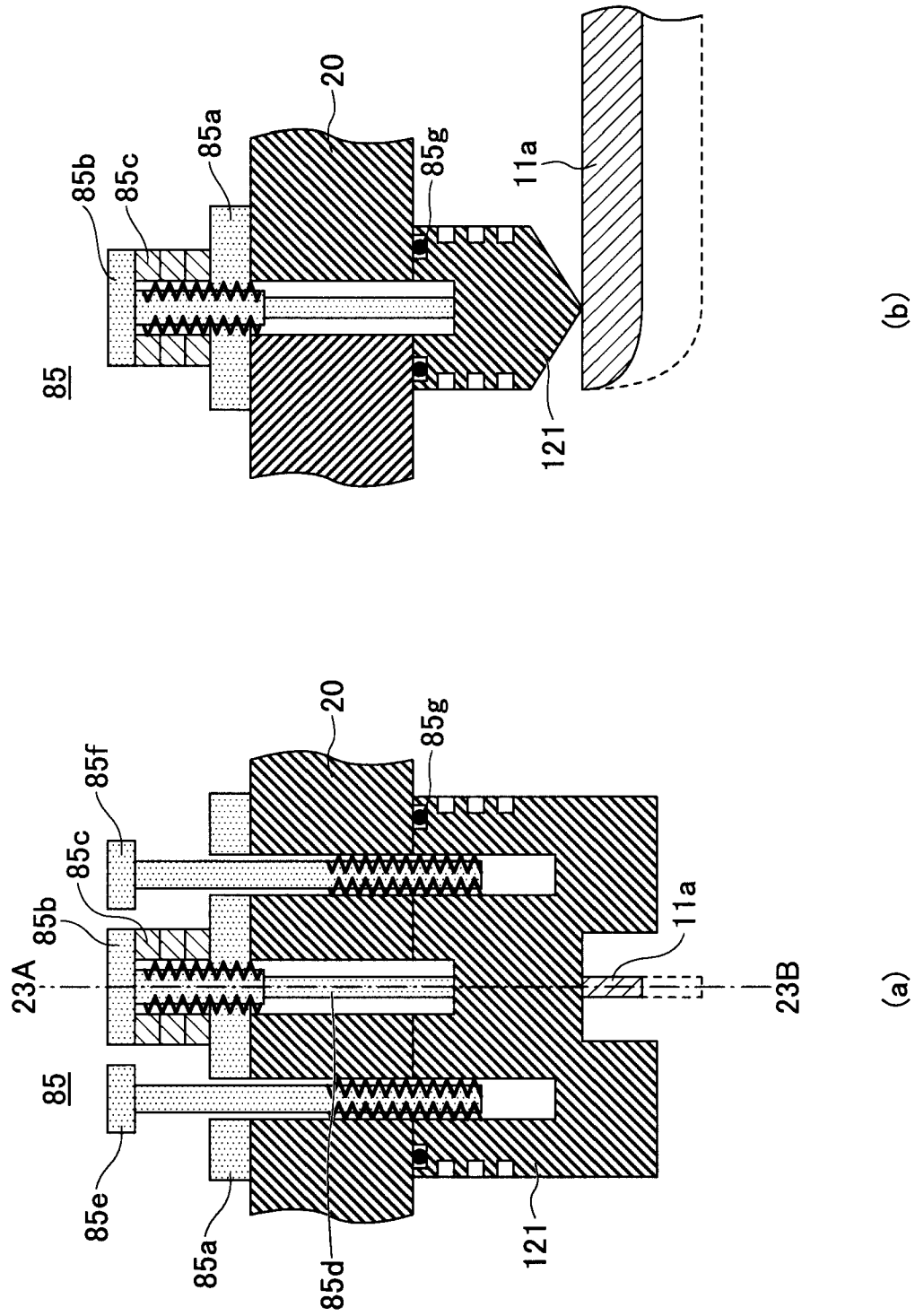
[図21]



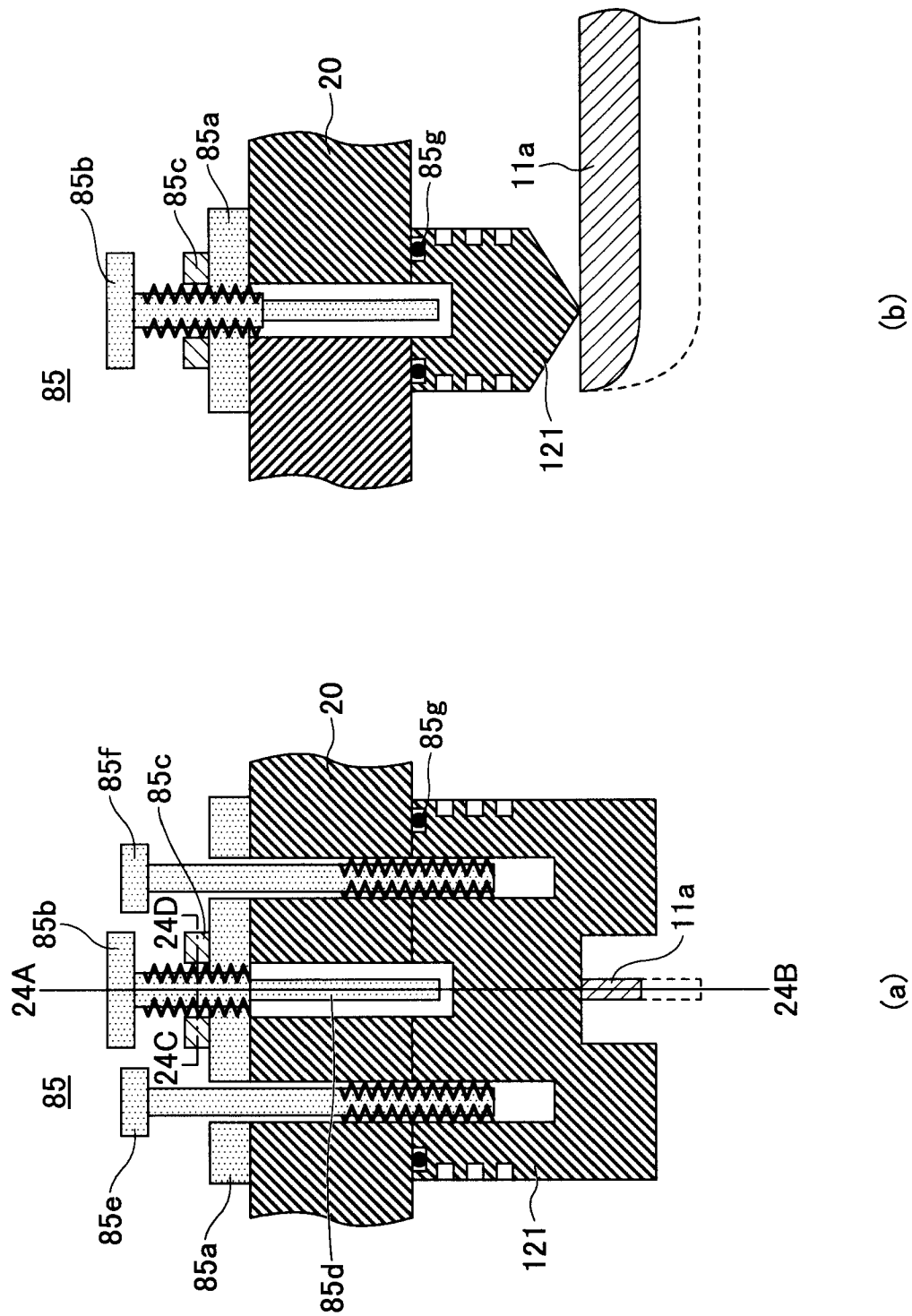
[図22]



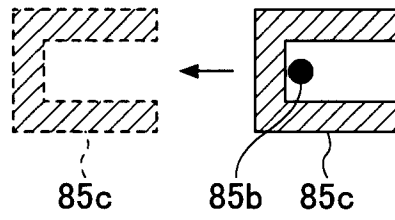
[図23]



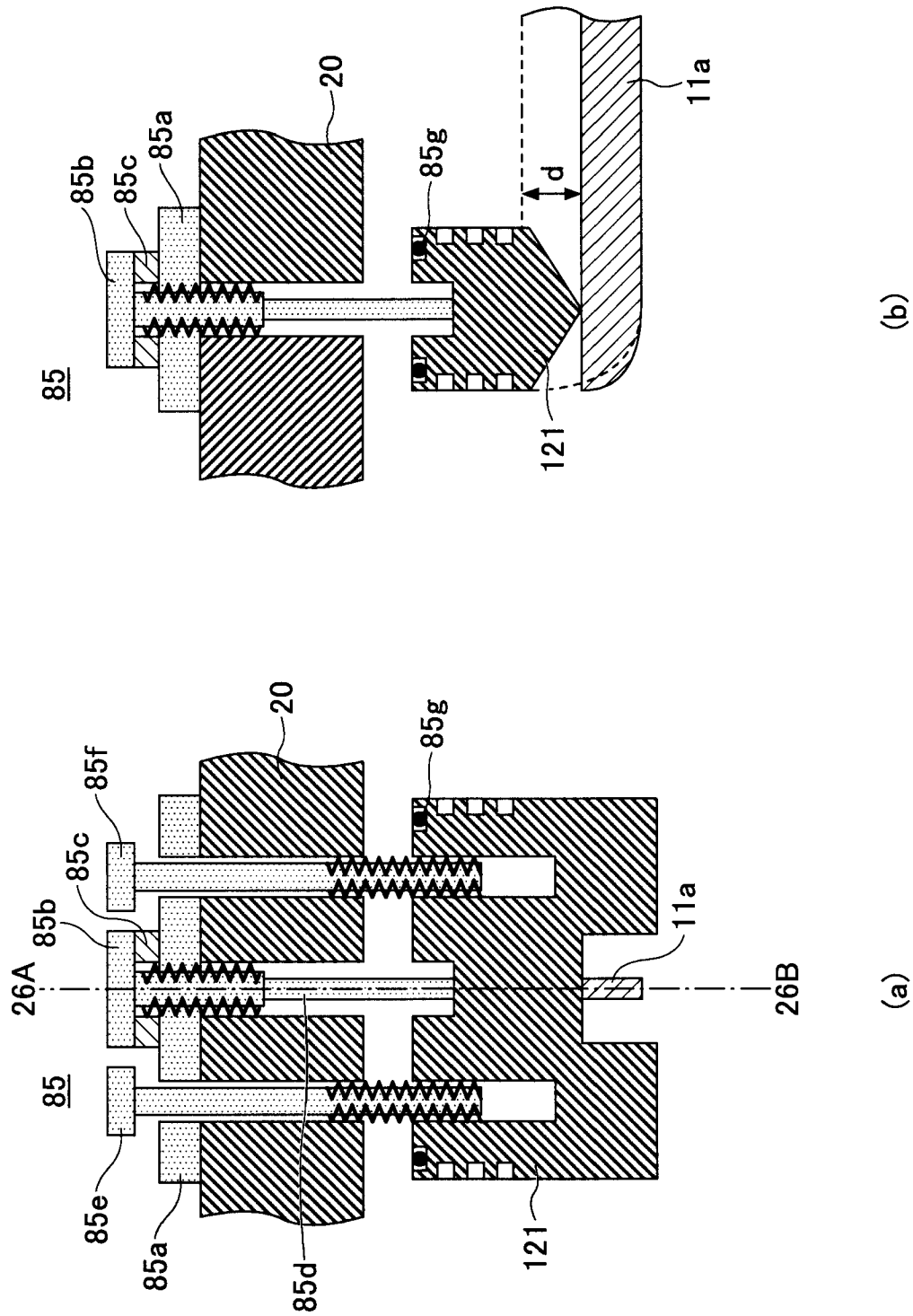
[図24]



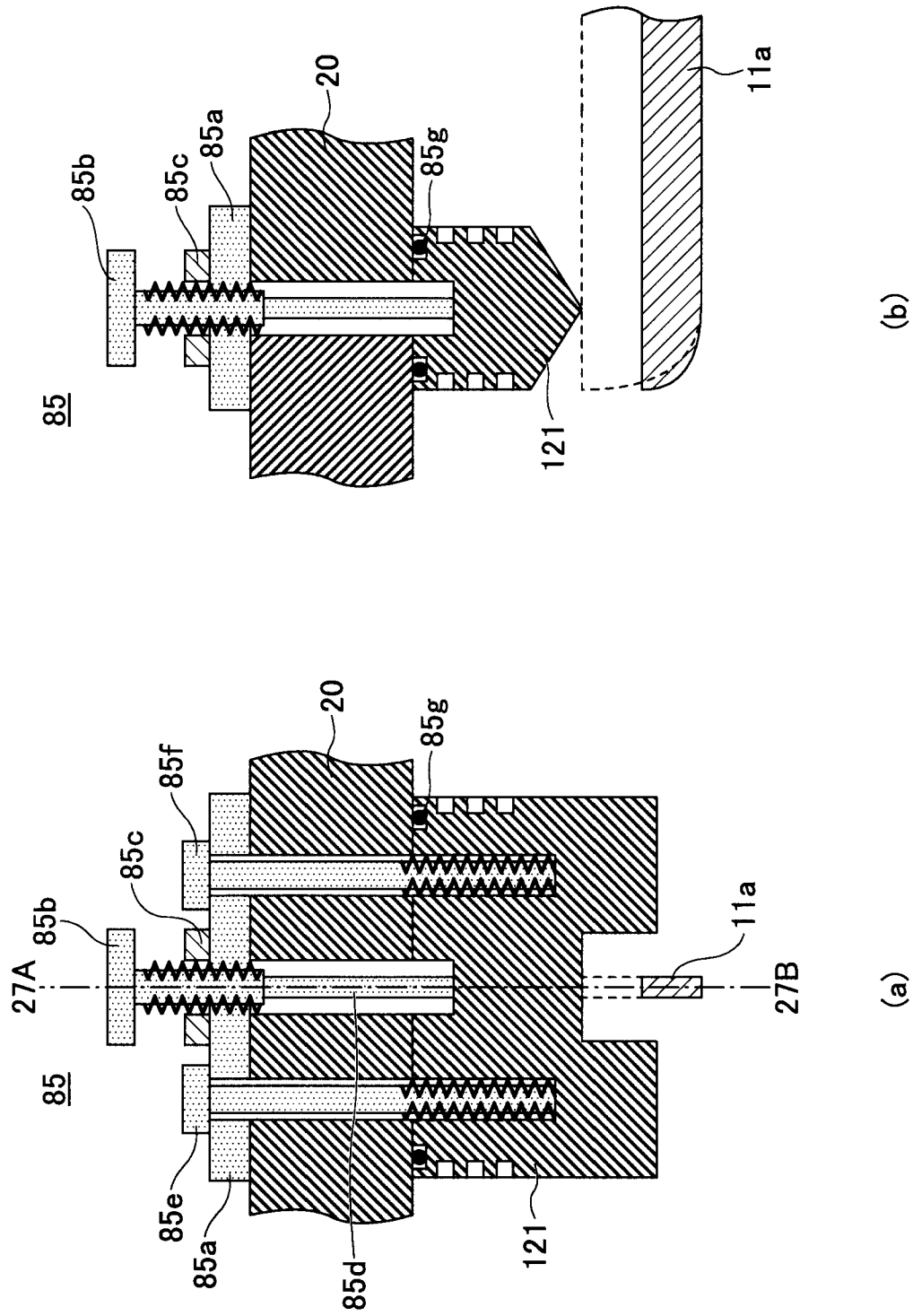
[図25]



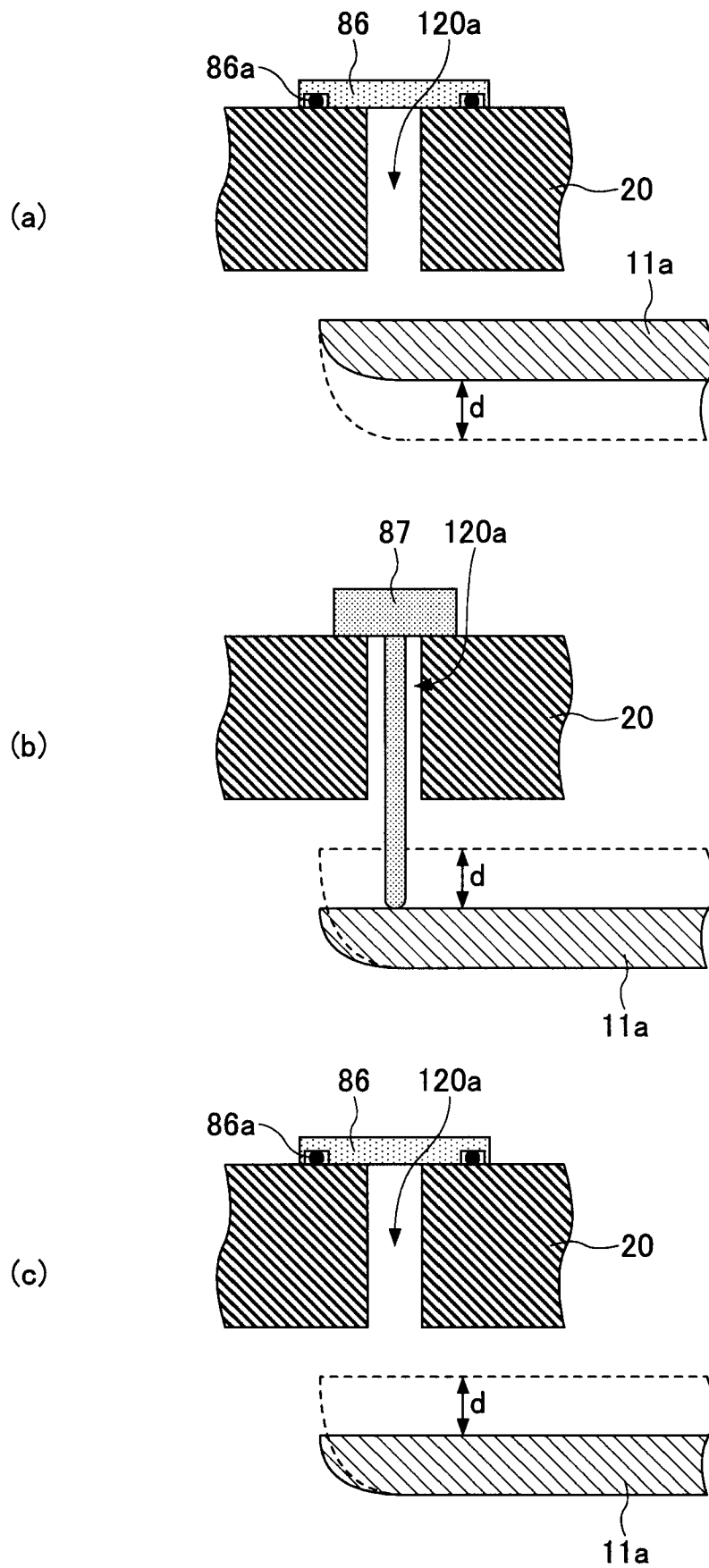
[図26]



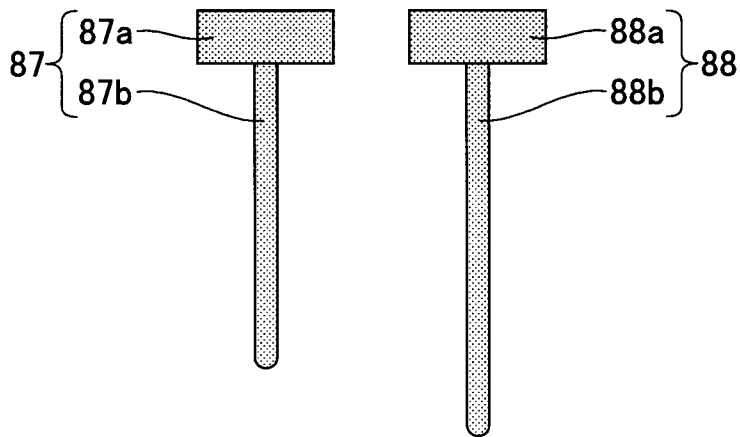
[図27]



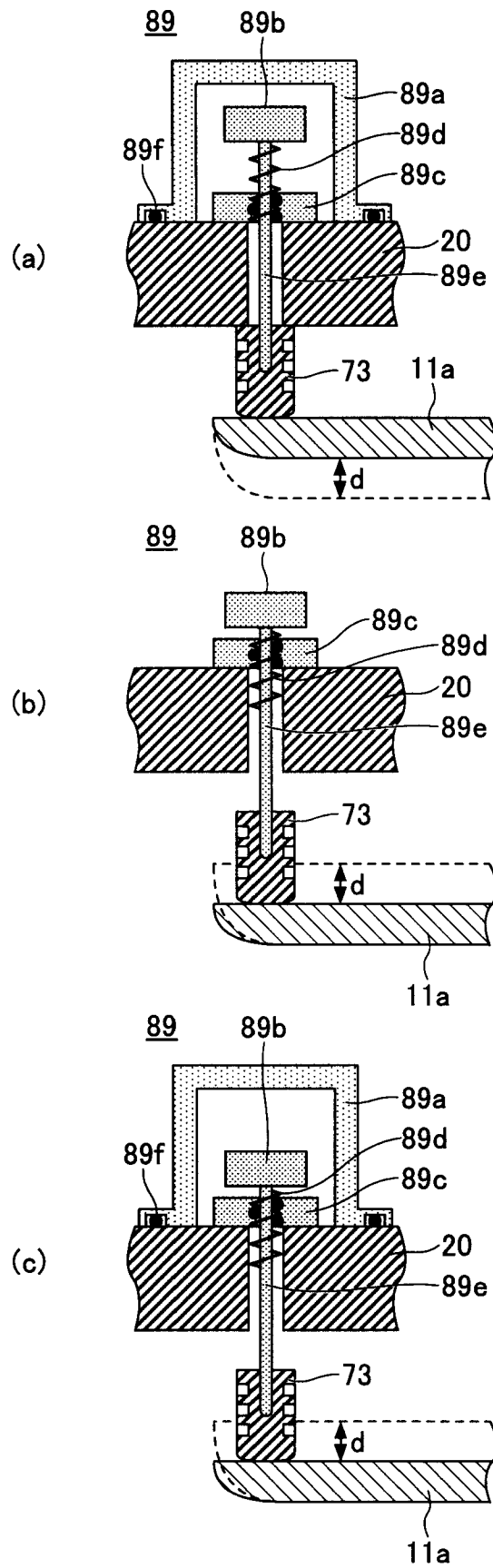
[図28]



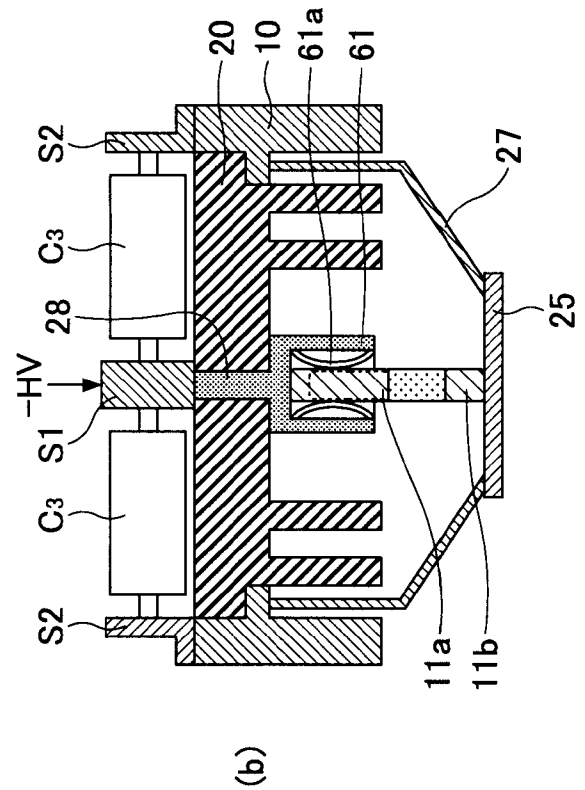
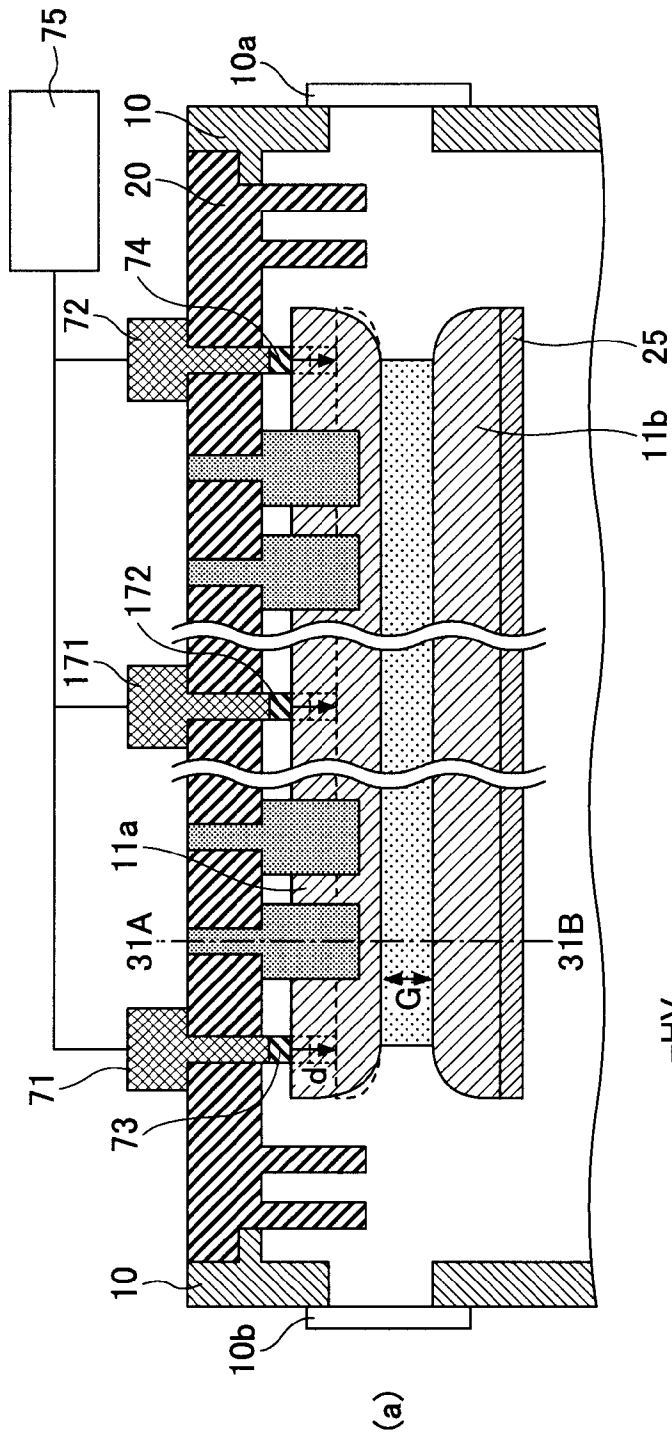
[図29]



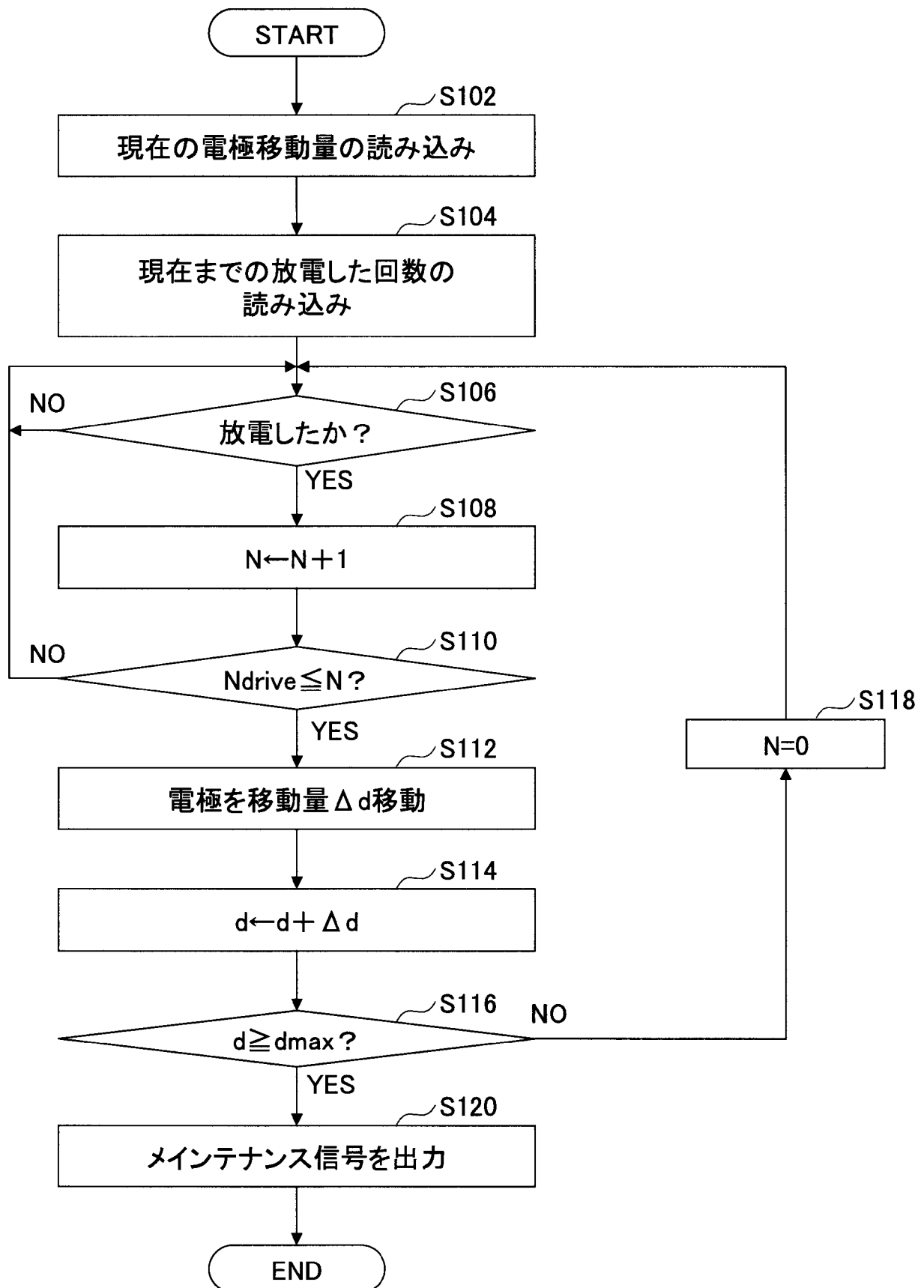
[図30]



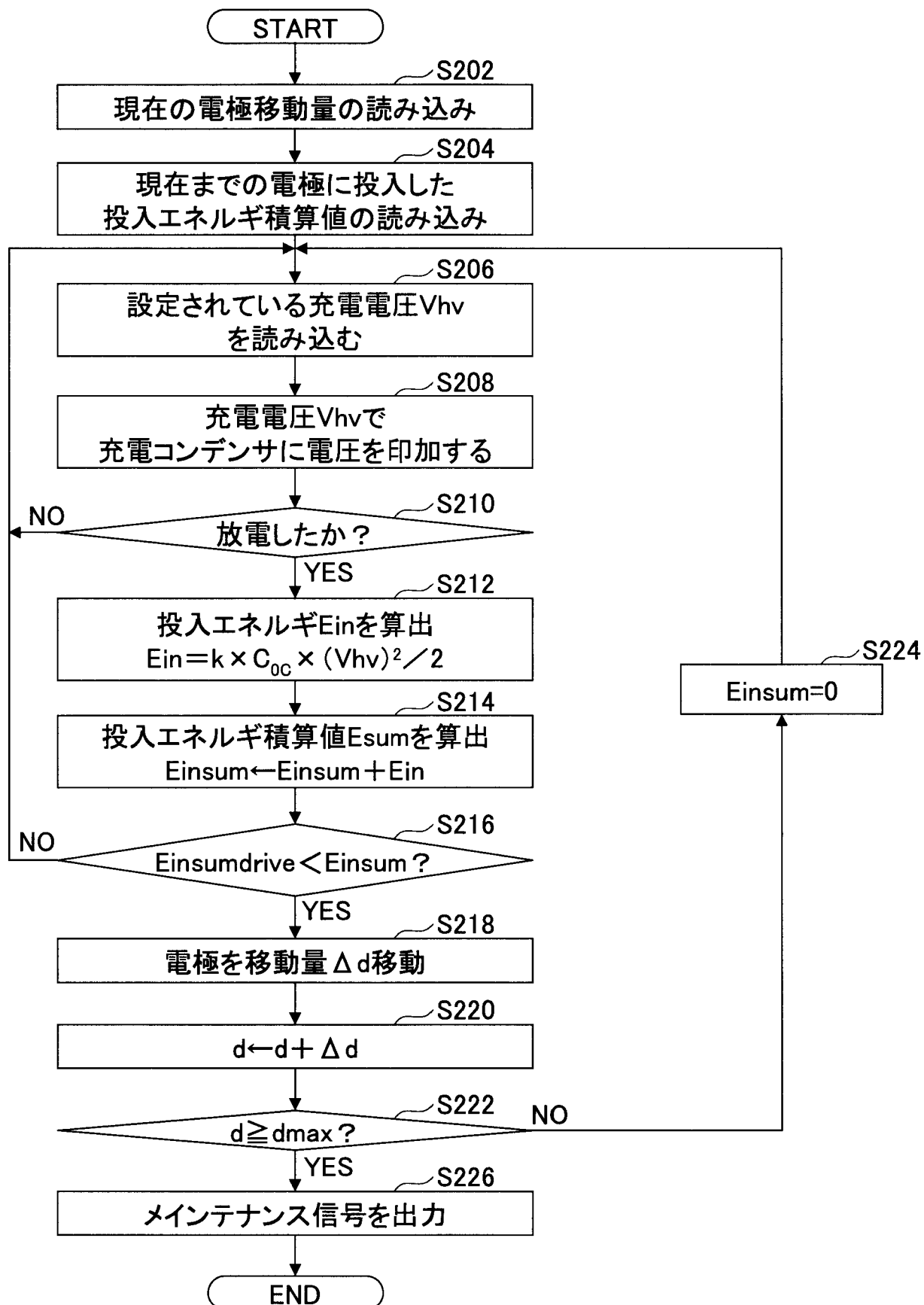
[図31]



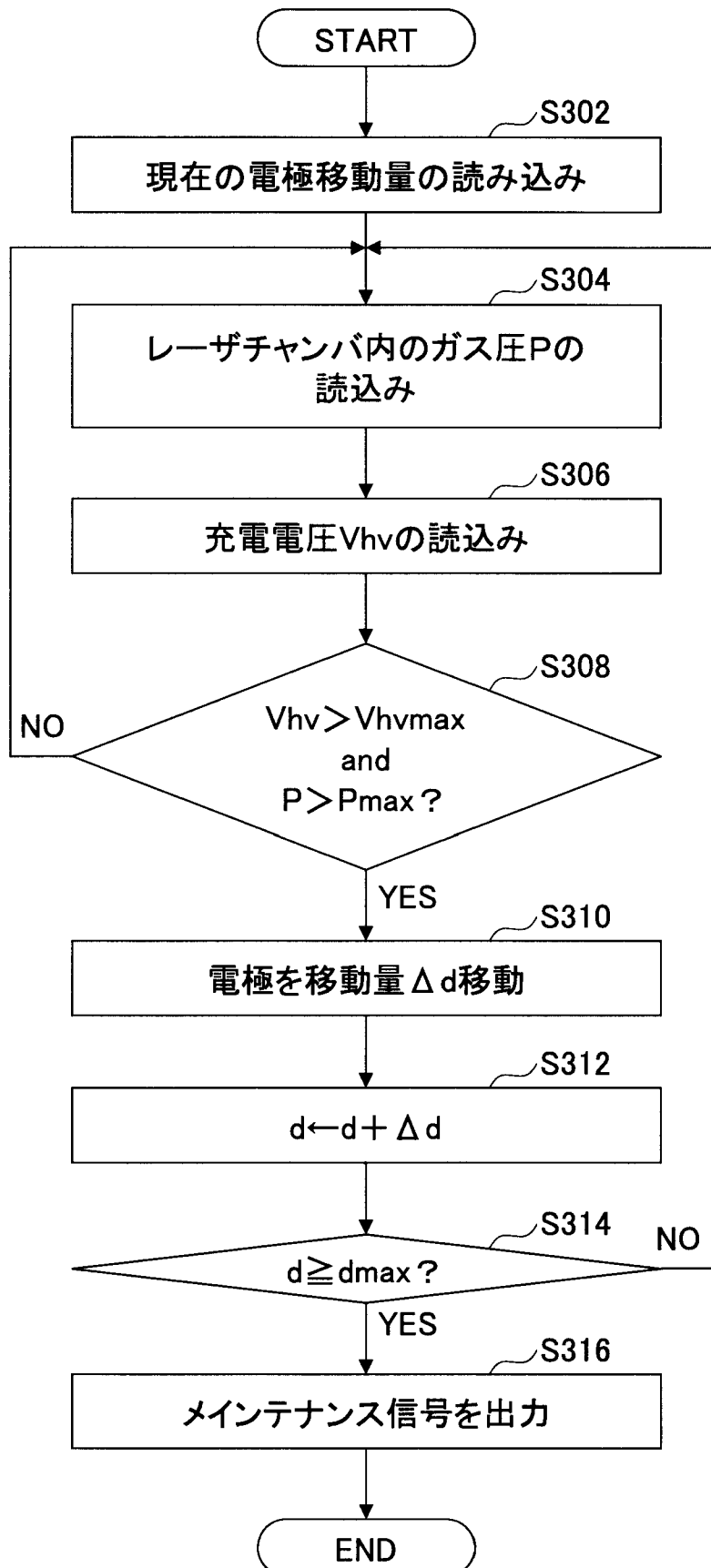
[図32]



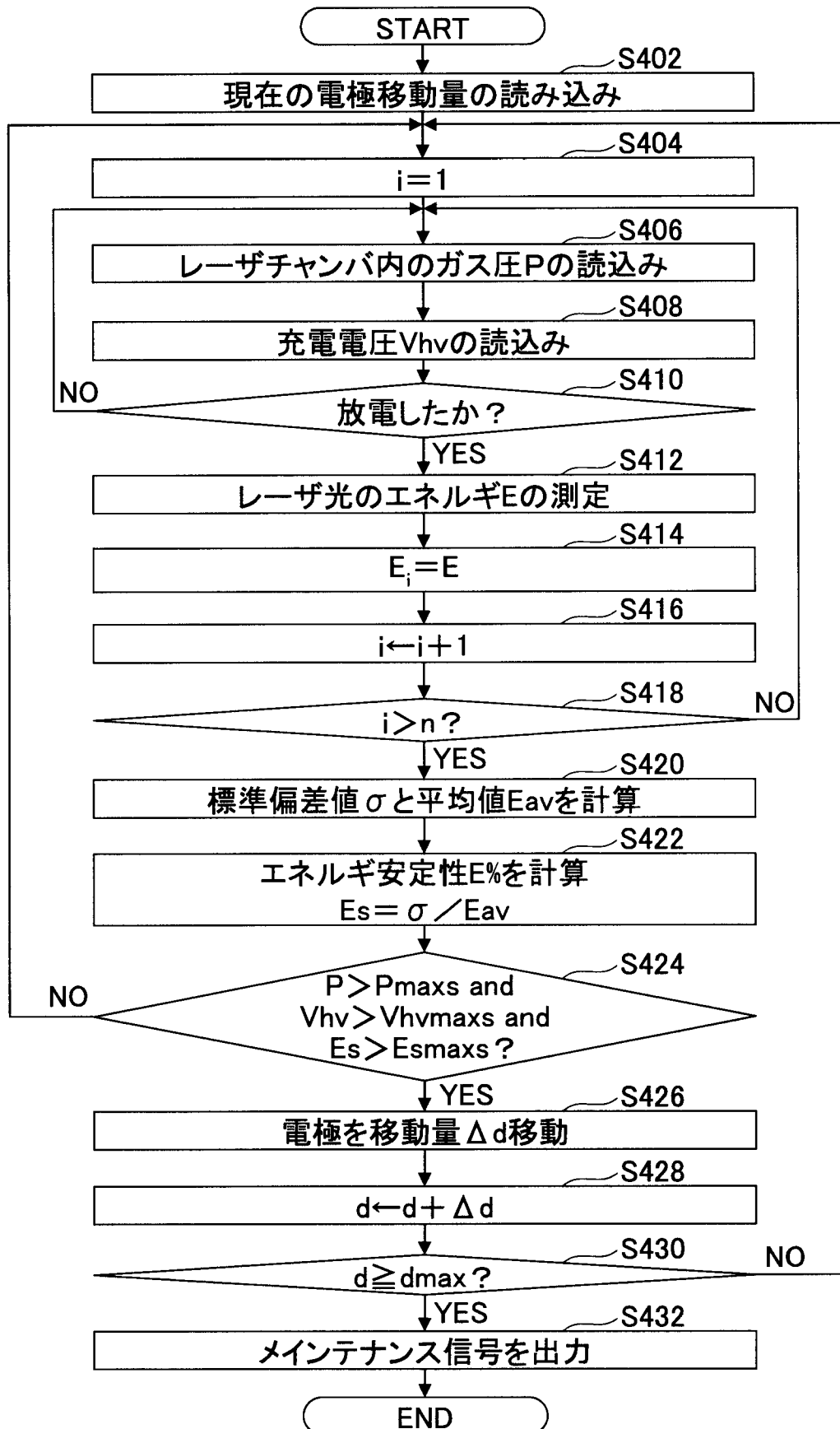
[図33]



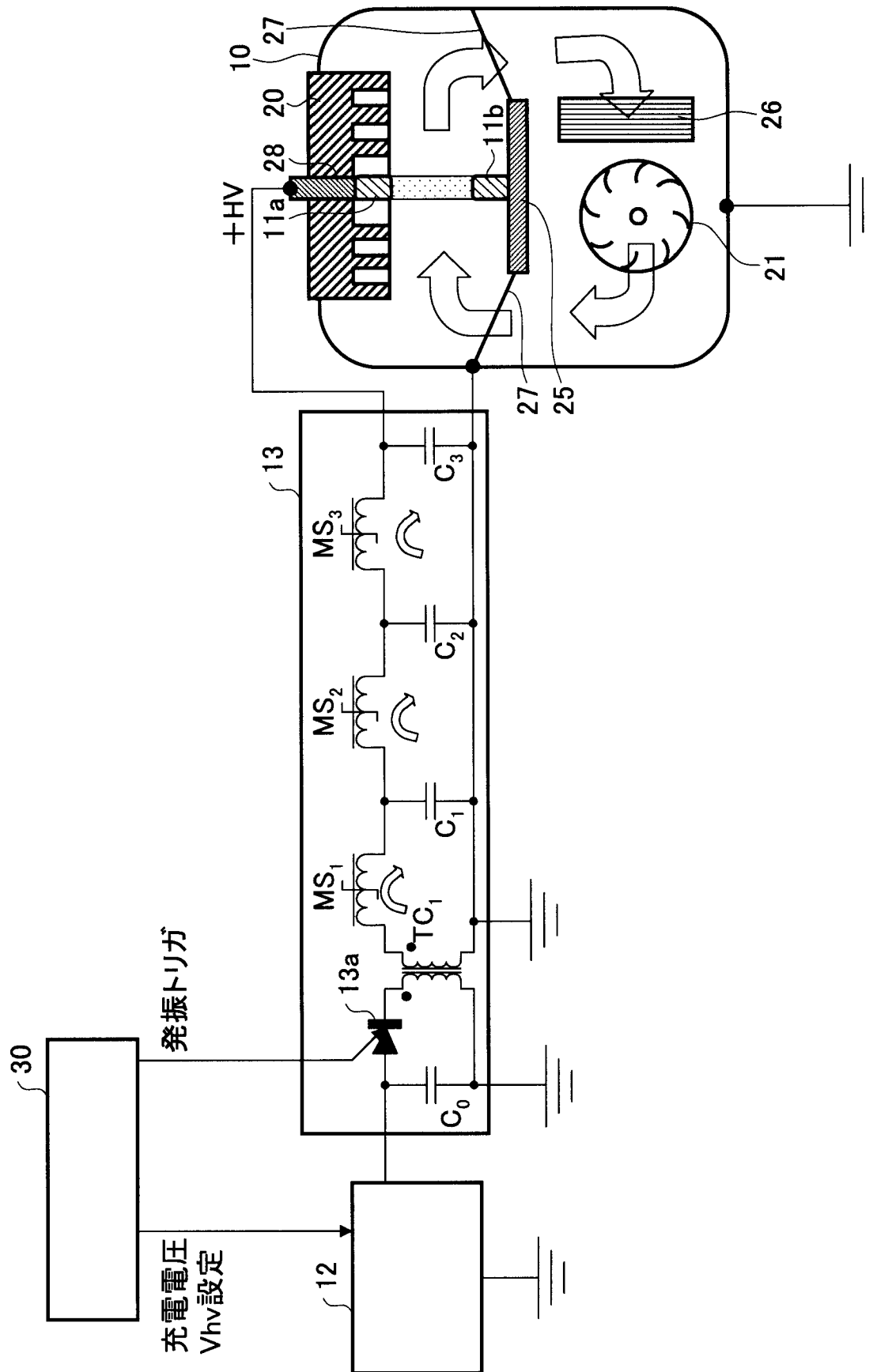
[図34]



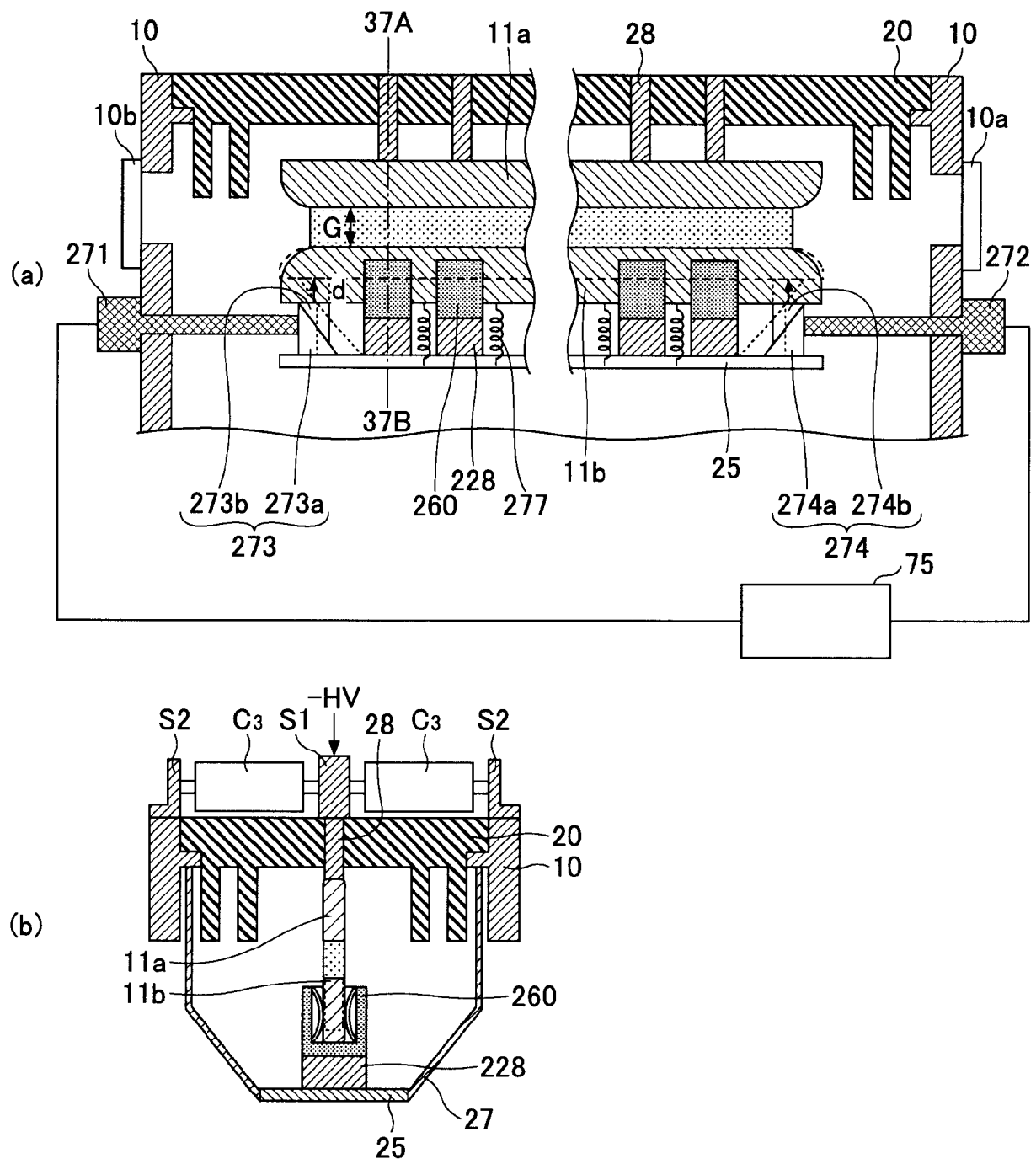
[図35]



[図36]



[図37]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075311

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S3/038(2006.01)i, H01S3/00(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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	JP 2010-525571 A (Saima Inc.), 22 July 2010 (22.07.2010), entire text; all drawings & EP 2137796 A1 & KR 10-2009-0129492 A & TW 200845521 A & US 2007/0253459 A1	1-25
X	JP 6-29592 A (Komatsu Ltd.), 04 February 1994 (04.02.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-25
X	JP 63-229789 A (Toshiba Corp.), 26 September 1988 (26.09.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1, 5, 11, 18, 19, 22, 23

☒ 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
21 November, 2013 (21.11.13)

Date of mailing of the international search report
03 December, 2013 (03.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075311

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 2000-244039 A (Komatsu Ltd.), 08 September 2000 (08.09.2000), paragraphs [0042], [0062], [0184] to [0200]; fig. 5, 7, 15 (Family: none)	1-4, 11-14
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 12530/1988 (Laid-open No. 118467/1989) (Director General, Agency of Industrial Science and Technology), 10 August 1989 (10.08.1989), entire text; all drawings (Family: none)	1-4, 11-14

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, H01S3/00(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	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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	JP 2010-525571 A（サイマー インコーポレイテッド）2010.07.22, 全文、全図 & EP 2137796 A1 & KR 10-2009-0129492 A & TW 200845521 A & US 2007/0253459 A1	1-25
X	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）	1-25

☒ 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 1 . 1 1 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

0 3 . 1 2 . 2 0 1 3

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）

杉山 輝和

2 X

9 6 0 8

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

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
X	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, 5, 11, 18, 19, 22, 23
A	JP 2000-244039 A (株式会社小松製作所) 2000. 09. 08, [0042], [0062], [0184]-[0200], 図 5, 7, 15 (ファミリーなし)	1-4, 11-14
A	日本国実用新案登録出願 63-12530 号(日本国実用新案登録出願公開 1-118467 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (工業技術院長) 1989. 08. 10, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-4, 11-14