

(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
2022年6月30日(30.06.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/137374 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 3/038 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/048102

(22) 国際出願日: 2020年12月23日(23.12.2020)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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: 堀 司(HORI Tsukasa); 〒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). 清田 恭章(KIYOTA Yasuaki); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉

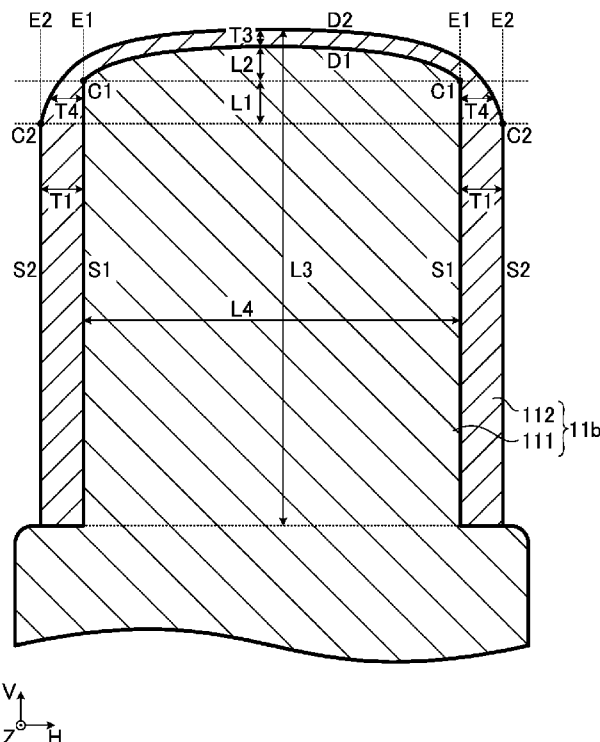
新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 勝海 久和(KATSUUMI Hisakazu); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).

(74) 代理人: 保 坂 延 寿 (HOSAKA Nobuhisa); 〒1010025 東京都千代田区神田佐久間町3-22 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH,

(54) Title: ELECTRIC DISCHARGE ELECTRODE, ANODE PRODUCTION METHOD, AND ELECTRONIC DEVICE PRODUCTION METHOD

(54) 発明の名称: 放電電極、アノードの製造方法、及び電子デバイスの製造方法



(57) Abstract: This electric discharge electrode for use in a gas laser apparatus for exciting fluorine-containing laser gas by electric discharge, comprises a cathode (11a) and an anode (11b). The anode (11b) is disposed opposite to the cathode (11a) in the electric discharge direction perpendicular to the longitudinal direction of the cathode (11a), and comprises an electrode base (111) containing metal, and a coating layer (112) that covers a portion of the surface of the electrode base (111) and that includes an insulation material. As viewed in a cross section perpendicular to the longitudinal direction,

KN, KP, KR, KW, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

a first corner (C1) is a corner that connects between a first straight line (S1) formed by a first side surface (SS1) of the electrode base (111) and a first curve (D1) formed by a first electric discharge surface (DS1) of the electrode base (111). As viewed in said cross section, a second corner (C2) is a corner that connects between a second straight line (S2) formed by a second side surface (SS2) of the coating layer (112) and a second curve (D2) formed by a second electric discharge surface (DS2) of the coating layer (112). The first corner (C1) is located closer, in the electric discharge direction, to the cathode (11a) than the second corner (C2) is.

(57) 要約: フッ素を含むレーザガスを放電により励起するガスレーザ装置に使用される放電電極は、カソード(11a)と、アノード(11b)と、を備える。アノード(11b)は、カソード(11a)の長手方向に垂直な放電方向にカソード(11a)と対向して配置され、金属を含む電極基材(111)と、電極基材(111)の表面の一部を被覆しており絶縁材料を含むコーティング層(112)と、を含み、長手方向に垂直な断面における第1の角部(C1)であって電極基材(111)の側面である第1の側面(SS1)で構成される第1の直線部(S1)と電極基材(111)の放電面である第1の放電面(DS1)で構成される第1の曲線部(D1)とをつなぐ第1の角部(C1)が、断面における第2の角部(C2)であってコーティング層(112)の側面である第2の側面(SS2)で構成される第2の直線部(S2)とコーティング層(112)の放電面である第2の放電面(DS2)で構成される第2の曲線部(D2)とをつなぐ第2の角部(C2)よりも、放電方向においてカソード(11a)に近い。

明 細 書

発明の名称：

放電電極、アノードの製造方法、及び電子デバイスの製造方法

技術分野

[0001] 本開示は、放電電極、アノードの製造方法、及び電子デバイスの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体露光装置においては、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。たとえば、露光用のガスレーザ装置としては、波長約248nmのレーザ光を出力するKrFエキシマレーザ装置、ならびに波長約193nm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。

[0003] 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光のスペクトル線幅は、350～400nm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、解像力が低下し得る。そこで、ガスレーザ装置から出力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（エタロンやグレーティング等）を含む狭帯域化モジュール（Line Narrow Module：LNM）が備えられる場合がある。以下では、スペクトル線幅が狭帯域化されるガスレーザ装置を狭帯域化ガスレーザ装置という。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2004-179599号公報

特許文献2：特開2007-103628号公報

概要

- [0005] 本開示の1つの観点に係る放電電極は、フッ素を含むレーザガスを放電により励起するガスレーザ装置に使用される放電電極であって、カソードと、アノードと、を備える。アノードは、カソードの長手方向に垂直な放電方向にカソードと対向して配置され、金属を含む電極基材と、電極基材の表面の一部を被覆しており絶縁材料を含むコーティング層と、を含み、長手方向に垂直な断面における第1の角部であって電極基材の側面である第1の側面で構成される第1の直線部と電極基材の放電面である第1の放電面で構成される第1の曲線部とをつなぐ第1の角部が、断面における第2の角部であってコーティング層の側面である第2の側面で構成される第2の直線部とコーティング層の放電面である第2の放電面で構成される第2の曲線部とをつなぐ第2の角部よりも、放電方向においてカソードに近い。
- [0006] 本開示の1つの観点に係るアノードの製造方法は、フッ素を含むレーザガスを放電により励起するガスレーザ装置に使用される放電電極のアノードの製造方法であって、アノードを構成する電極基材の表面のうちの第1の側面と放電電極のカソードと対向する面となる第1の放電面とにコーティング層を形成する第1の工程と、目標形状に近づくようにコーティング層の一部を除去する第2の工程と、を含む。第2の工程は、カソードの長手方向に垂直な断面における第1の角部であって第1の側面で構成される第1の直線部と第1の放電面で構成される第1の曲線部とをつなぐ第1の角部が、断面における第2の角部であってコーティング層の側面である第2の側面で構成される第2の直線部とコーティング層の放電面である第2の放電面で構成される第2の曲線部とをつなぐ第2の角部よりも、アノードとカソードとの間の放電方向においてカソードが配置される位置に近くなるようにコーティング層の一部を除去することを含む。
- [0007] 本開示の1つの観点に係る電子デバイスの製造方法は、放電電極を備えたレーザチャンバを含むガスレーザ装置によってレーザ光を生成し、レーザ光を露光装置に出力し、電子デバイスを製造するために、露光装置内で感光基

板上にレーザ光を露光することを含む。放電電極は、フッ素を含むレーザガスを放電により励起するガスレーザ装置に使用される放電電極であって、カソードと、アノードと、を備える。アノードは、カソードの長手方向に垂直な放電方向にカソードと対向して配置され、金属を含む電極基材と、電極基材の表面の一部を被覆しており絶縁材料を含むコーティング層と、を含み、長手方向に垂直な断面における第1の角部であって電極基材の側面である第1の側面で構成される第1の直線部と電極基材の放電面である第1の放電面で構成される第1の曲線部とをつなぐ第1の角部が、断面における第2の角部であってコーティング層の側面である第2の側面で構成される第2の直線部とコーティング層の放電面である第2の放電面で構成される第2の曲線部とをつなぐ第2の角部よりも、放電方向においてカソードに近い。

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]図1は、比較例に係るガスレーザ装置の構成を模式的に示す。

[図2]図2は、図1に示されるレーザチャンバ及びその内部の構成を模式的に示す。

[図3]図3は、図1及び図2に示されるカソード及びアノードの斜視図である。

[図4]図4は、比較例におけるカソード及びアノードの間の放電の様子を模式的に示す。

[図5]図5は、図4に示されるカソード及びアノードの間の放電が行われた後の様子を模式的に示す。

[図6]図6は、図4に示されるカソード及びアノードの間の放電の次の放電の様子を模式的に示す。

[図7]図7は、図4に示されるカソード及びアノードの間の放電の次の放電の様子を模式的に示す。

[図8]図8は、第1の実施形態に係る放電電極を構成するアノードの断面図で

ある。

[図9]図 9 は、第 1 の実施形態におけるカソード及びアノードの間の放電の様子を模式的に示す。

[図10]図 10 は、第 2 の実施形態に係る放電電極を構成するアノードの断面図である。

[図11]図 11 は、第 2 の実施形態の第 1 の変形例に係る放電電極を構成するアノードの断面図である。

[図12]図 12 は、第 2 の実施形態の第 2 の変形例に係る放電電極を構成するアノードの断面図である。

[図13]図 13 は、第 2 の実施形態の第 3 の変形例に係る放電電極を構成するアノードの断面図である。

[図14]図 14 は、第 2 の実施形態の第 4 の変形例に係る放電電極を構成するアノードの断面図である。

[図15]図 15 は、第 3 の実施形態に係る放電電極を構成するアノードの製造工程を示す断面図である。

[図16]図 16 は、第 3 の実施形態に係る放電電極を構成するアノードの製造工程を示す断面図である。

[図17]図 17 は、ガスレーザ装置に接続された露光装置の構成を概略的に示す。

実施形態

[0009] <内容>

1. 比較例

1. 1 ガスレーザ装置 1 の構成

1. 2 動作

1. 3 比較例の課題

2. コーティング層 112 の形状を改良したアノード 11b

2. 1 構成

2. 2 動作

- 2. 3 作用
- 3. コーティング層 1 1 2 の厚みを変化させたアノード 1 1 b
 - 3. 1 構成
 - 3. 2 作用
- 4. アノード 1 1 b の製造方法
 - 4. 1 製造工程
 - 4. 2 作用
- 5. その他

[0010] 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
。

[0011] 1. 比較例

1. 1 ガスレーザ装置 1 の構成

図 1 は、比較例に係るガスレーザ装置 1 の構成を模式的に示す。図 1 に示
されるガスレーザ装置 1 は、レーザチャンバ 1 0 と、一对の放電電極を構成
するカソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b と、充電器 1 2 と、パルスパワーモ
ジュール（PPM）1 3 と、狭帯域化モジュール 1 4 と、出力結合ミラー 1
5 と、レーザコントローラ 3 0 と、を含む。狭帯域化モジュール 1 4 と出力
結合ミラー 1 5 とが、光共振器を構成する。レーザチャンバ 1 0 は、光共振
器の光路に配置されている。図 1 においては、カソード 1 1 a 及びアノード
1 1 b の間の放電方向に略垂直で、且つ、出力結合ミラー 1 5 から出力され
るレーザ光の進行方向に略垂直な方向から見たレーザチャンバ 1 0 の内部構
成が示されている。

[0012] 図 2 は、図 1 に示されるレーザチャンバ 1 0 及びその内部の構成を模式的
に示す。図 1 においては、出力結合ミラー 1 5 から出力されるレーザ光の進

行方向に略平行な方向から見たレーザチャンバ10の内部構成が示されている。

[0013] 出力結合ミラー15から出力されるレーザ光の進行方向を、+Z方向とする。カソード11a及びアノード11bの間の放電方向を、+V方向又は-V方向とする。+Z方向と+V方向とは互いに垂直な方向である。これらの両方に垂直な方向を、+H方向又は-H方向とする。-V方向は、重力方向とほぼ一致する。

[0014] レーザチャンバ10は、カソード11a及びアノード11bと、クロスフローファン21と、熱交換器23と、を収容している。

[0015] レーザチャンバ10の一部に開口が形成され、この開口は電気絶縁部20によって塞がれている。電気絶縁部20はカソード11aを支持している。電気絶縁部20には、複数の導電部20aが埋め込まれている。導電部20aの各々はカソード11aに電氣的に接続されている。

[0016] レーザチャンバ10の内部にはリターンプレート10cが配置されている。アノード11bはリターンプレート10cに支持されている。アノード11bはリターンプレート10c及びレーザチャンバ10の導電性部材を介して接地電位に電氣的に接続されている。

[0017] 図2に示されるように、リターンプレート10cは、図1の紙面の奥行側と手前側とに、レーザガスが通過するための隙間を有している。

[0018] 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に接続されている。モータ22は、クロスフローファン21を回転させる。これにより、図2に矢印Aで示されるようにレーザガスがレーザチャンバ10の内部で循環する。熱交換器23は、放電によって高温となったレーザガスの熱エネルギーをレーザチャンバ10の外部に排出する。

[0019] レーザチャンバ10には、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、ハロゲンガスとしてフッ素ガス、バッファガスとしてネオンガス等を含むレーザガスが封入される。レーザチャンバ10の両端にはウインドウ10a及び10bが設けられている。

[0020] 充電器 12 は、パルスパワーモジュール 13 に供給するための電気エネルギーを保持する。パルスパワーモジュール 13 は、図示しない充電コンデンサと、スイッチ 13a と、を含む。充電器 12 に、パルスパワーモジュール 13 の充電コンデンサが接続される。パルスパワーモジュール 13 の充電コンデンサに、導電部 20a を介してカソード 11a が接続される。

[0021] 図 3 は、図 1 及び図 2 に示されるカソード 11a 及びアノード 11b の斜視図である。カソード 11a 及びアノード 11b の各々の長手方向は、Z 軸に略平行である。アノード 11b は、カソード 11a から見て -V 方向の位置にカソード 11a と対向して配置されている。図 3 においてはカソード 11a 及びアノード 11b の各々の長手方向の両端付近が示され、中央の一部が省略されている。

[0022] アノード 11b は、金属を含む電極基材 111 と、電極基材 111 の表面の一部を被覆しており絶縁材料を含むコーティング層 112 と、を含む。電極基材 111 の側面を第 1 の側面 SS1 とする。電極基材 111 のカソード 11a と対向する放電面を第 1 の放電面 DS1 とする。コーティング層 112 の側面を第 2 の側面 SS2 とする。コーティング層 112 のカソード 11a と対向する放電面を第 2 の放電面 DS2 とする。

[0023] 本開示において放電面とは、放電電極として対をなす他の電極と対向する面をいうものとする。第 1 の放電面 DS1 がコーティング層 112 で覆われている場合に、必ずしも第 1 の放電面 DS1 において放電が起こるわけではない。

[0024] 図 1 を再び参照し、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 とを含む。狭帯域化モジュール 14 の代わりに、高反射ミラーが用いられてもよい。

[0025] 出力結合ミラー 15 は、狭帯域化モジュール 14 の選択波長の光を透過する材料で構成され、その 1 つの面には部分反射膜がコーティングされている。

[0026] 1. 2 動作

レーザコントローラ 30 は、図示しない露光装置から、目標パルスエネルギーの設定データと、発光トリガ信号と、を受信する。レーザコントローラ 30 は、目標パルスエネルギーの設定データに基づいて、充電器 12 に充電電圧の設定データを送信する。また、レーザコントローラ 30 は、発光トリガ信号に基づいて、パルスパワーモジュール 13 にトリガ信号を送信する。

[0027] パルスパワーモジュール 13 は、レーザコントローラ 30 からトリガ信号を受信すると、充電器 12 に充電された電気エネルギーからパルス状の高電圧を生成し、この高電圧をカソード 11a 及びアノード 11b の間に印加する。

[0028] カソード 11a 及びアノード 11b の間に高電圧が印加されると、カソード 11a 及びアノード 11b の間に放電が起こる。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する。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する。

[0029] レーザチャンバ 10 内で発生した光は、ウィンドウ 10a 及び 10b を介してレーザチャンバ 10 の外部に出射する。レーザチャンバ 10 のウィンドウ 10a から出射した光は、H 軸方向のビーム幅をプリズム 14a によって拡大させられて、グレーティング 14b に入射する。

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 の複数の溝によって反射されるとともに、光の波長に応じた方向に回折させられる。

[0030] プリズム 14a は、グレーティング 14b からの回折光の H 軸方向のビーム幅を縮小させるとともに、その光を、ウィンドウ 10a を介して、レーザチャンバ 10 に戻す。

出力結合ミラー 15 は、レーザチャンバ 10 のウィンドウ 10b から出射した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 内に戻す。

[0031] このようにして、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 1 4 と出力結合ミラー 1 5 との間で往復し、カソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b の間の放電空間を通過する度に増幅される。この光は、狭帯域化モジュール 1 4 で折り返される度に狭帯域化される。こうしてレーザ発振し狭帯域化された光が、出力結合ミラー 1 5 からレーザ光として出力される。

[0032] 1. 3 比較例の課題

図 4 は、比較例におけるカソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b の間の放電の様子を模式的に示す。カソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b の間に放電空間 5 0 が形成される。

コーティング層 1 1 2 は、電極基材 1 1 1 の表面が劣化することを抑制するために絶縁材料を含み、コーティング層 1 1 2 を構成する材料の抵抗率は電極基材 1 1 1 を構成する材料の抵抗率よりも高くなっている。しかし、コーティング層 1 1 2 の電気抵抗が高すぎると放電しにくくなるため、コーティング層 1 1 2 には絶縁材料の他に金属も含まれている。また、カソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b の間に高電圧が印加されたとき、アノード 1 1 b の角部の付近に電界が集中しやすい。このため、放電空間 5 0 はコーティング層 1 1 2 の角部の付近にも及ぶ。

[0033] 図 5 は、図 4 に示されるカソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b の間の放電が行われた後の様子を模式的に示す。レーザチャンバ 1 0 の内部ではクロスフローファン 2 1 (図 2 参照) により矢印 A で示される方向にレーザガスが循環しているため、放電によって生成されたイオン又は金属微粒子を含む放電生成物 5 1 は図 4 の放電空間 5 0 から見て +H 方向の位置に移動する。

[0034] 図 6 及び図 7 は、図 4 に示されるカソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b の間の放電の次の放電の様子を模式的に示す。図 6 においては、放電生成物 5 1 がカソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b の近くに位置し、図 7 においては、放電生成物 5 1 がカソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b から遠くに位置している。

図 6 においては、放電によるカソード 1 1 a からアノード 1 1 b への電子の流れが放電生成物 5 1 に引き寄せられる。このため、図 6 における放電空

間50は+H方向に偏って形成され、放電が不安定となり、レーザ光の生成が不安定となる。

一方、図7のように、放電生成物51がカソード11a及びアノード11bから遠くに位置していれば、放電空間50は放電生成物51の影響をあまり受けずに、図4における放電空間50と同様に形成される。

[0035] レーザ光の繰り返し周波数を低減せずに、カソード11a及びアノード11bから放電生成物51までの距離を大きくするためには、次の(1)又は(2)の方法がある。

(1) クロスフローファン21によるレーザガスの流速を大きくする

(2) 放電空間50のH軸方向の幅を小さくする

[0036] しかしながら、レーザガスの流速を大きくすると、モータ22を駆動するための消費電力が大きくなってしまう場合がある。消費電力はレーザガスの流速の3乗に比例する。

また、放電空間50のH軸方向の幅を小さくするために、カソード11a及びアノード11bの幅を狭くすることが考えられるが、電極の幅を狭くすると電気抵抗が高くなってしまう場合がある。

[0037] 以下に説明するいくつかの実施形態は、電極基材111の第1の角部C1がコーティング層112の第2の角部C2よりもカソード11aに近くなるように構成される。これにより、放電空間50がコーティング層112の第2の角部C2の付近にまで及ばないようにして、放電空間50のH軸方向の幅を小さくすることができる。

[0038] 2. コーティング層112の形状を改良したアノード11b

2. 1 構成

図8は、第1の実施形態に係る放電電極を構成するアノード11bの断面図である。図8は、アノード11bを構成する電極基材111及びコーティング層112のZ軸に垂直な断面を示す。図8には図示されていないカソード11aは、アノード11bから見て+V方向に位置する。カソード11aは図3を参照しながら説明したものと同様である。

- [0039] 電極基材 1 1 1 の断面は、第 1 の直線部 S 1 と第 1 の曲線部 D 1 とを含む。第 1 の直線部 S 1 は、電極基材 1 1 1 の側面である第 1 の側面 S S 1（図 3 参照）で構成される輪郭線である。第 1 の曲線部 D 1 は、電極基材 1 1 1 の放電面である第 1 の放電面 D S 1 で構成される輪郭線である。第 1 の直線部 S 1 と第 1 の曲線部 D 1 とは第 1 の角部 C 1 で接続されている。
- [0040] コーティング層 1 1 2 の断面は、第 2 の直線部 S 2 と第 2 の曲線部 D 2 とを含む。第 2 の直線部 S 2 は、コーティング層 1 1 2 の側面である第 2 の側面 S S 2 で構成される輪郭線である。第 2 の曲線部 D 2 は、コーティング層 1 1 2 の放電面である第 2 の放電面 D S 2 で構成される輪郭線である。第 2 の直線部 S 2 と第 2 の曲線部 D 2 とは第 2 の角部 C 2 で接続されている。
- [0041] 第 1 の角部 C 1 及び第 2 の角部 C 2 は、次のように定義されてもよい。第 1 の直線部 S 1 をカソード 1 1 a に向かって延長した直線を E 1 としたとき、電極基材 1 1 1 の断面の輪郭線が第 1 の直線部 S 1 から第 1 の曲線部 D 1 と直線 E 1 とに分岐する点が第 1 の角部 C 1 である。第 2 の直線部 S 2 をカソード 1 1 a に向かって延長した直線を E 2 としたとき、コーティング層 1 1 2 の断面の輪郭線が第 2 の直線部 S 2 から第 2 の曲線部 D 2 と直線 E 2 とに分岐する点が第 2 の角部 C 2 である。
- [0042] 図 8 においては、電極基材 1 1 1 の 2 つの側面で構成される 2 つの第 1 の直線部 S 1 が互いに平行である場合を示しているが、本開示はこれに限定されない。第 1 の直線部 S 1 は平行でなくてもよい。
- 図 8 においては、コーティング層 1 1 2 の 2 つの側面で構成される 2 つの第 2 の直線部 S 2 が互いに平行である場合を示しているが、本開示はこれに限定されない。第 2 の直線部 S 2 は平行でなくてもよい。
- [0043] 第 1 の実施形態においては、第 1 の角部 C 1 が第 2 の角部 C 2 よりも V 軸方向においてカソード 1 1 a に近くなるようにコーティング層 1 1 2 が形成される。
- [0044] 第 1 の曲線部 D 1 及び第 2 の曲線部 D 2 は、いずれもカソード 1 1 a に向かって凸状の曲線である。すなわち、図 3 に示されるように、第 1 の放電面

D S 1 及び第2の放電面D S 2は、いずれもカソード1 1 aに向かって凸状の曲面である。

[0045] 第1の角部C 1と第2の角部C 2とのV軸方向における距離をL 1とする。第1の角部C 1から第1の曲線部D 1までのV軸方向における距離の最大値をL 2とする。最大値L 2は、第1の角部C 1から第1の曲線部D 1のうちのカソード1 1 aに向かって最も突き出た部分までのV軸方向における距離に相当する。距離L 1は、最大値L 2以上であることが望ましい。また、距離L 1は、0. 2 mm以上であることが望ましい。

[0046] V軸方向におけるコーティング層1 1 2の長さをL 3とする。長さL 3は、コーティング層1 1 2の-V方向の端部から、第2の曲線部D 2のうちのカソード1 1 aに向かって最も突き出た部分までのV軸方向における距離に相当する。H軸方向における電極基材1 1 1の幅をL 4とする。長さL 3は、幅L 4以上であることが望ましい。また、長さL 3は、4 mm以上であることが望ましい。

[0047] コーティング層1 1 2のうちの第1の側面S S 1を被覆する部分は、第2の角部C 2よりもカソード1 1 aから離れた位置において第1の厚みT 1を有し、第2の角部C 2からカソード1 1 aに近づくにつれて薄くなる。従って、コーティング層1 1 2のうちの第2の角部C 2よりカソード1 1 aに近く第1の角部C 1よりもカソード1 1 aから離れた位置における第4の厚みT 4は、第1の厚みT 1より小さい。

[0048] コーティング層1 1 2のうちの第1の放電面D S 1を被覆する部分が第3の厚みT 3を有するものとする。第1の厚みT 1は、第3の厚みT 3の1倍以上、3倍以下であることが望ましい。第1の厚みT 1は、第3の厚みT 3の1倍以上、2倍以下であることがさらに望ましい。また、第1の厚みT 1は、0. 1 mm以上、0. 3 mm以下であることが望ましい。第1の厚みT 1は、0. 1 mm以上、0. 2 mm以下であることがさらに望ましい。

[0049] 電極基材1 1 1は金属を含む。電極基材1 1 1に含まれる金属は例えば銅である。コーティング層1 1 2は、絶縁材料及び金属を含む。コーティング

層 1 1 2 に含まれる絶縁材料は例えばアルミナであり、金属は例えば銅である。

[0050] 第 1 の実施形態に係るレーザチャンバ 1 0 は、第 1 の実施形態に係る放電電極を備える。放電電極に含まれるアノード 1 1 b 以外の点については、レーザチャンバ 1 0 は図 1 及び図 2 を参照しながら説明したものと同様である。

第 1 の実施形態に係るガスレーザ装置 1 は、第 1 の実施形態に係るレーザチャンバ 1 0 を備える。アノード 1 1 b 以外の点については、ガスレーザ装置 1 は図 1 及び図 2 を参照しながら説明したものと同様である。

[0051] 2. 2 動作

図 9 は、第 1 の実施形態におけるカソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b の間の放電の様子を模式的に示す。第 1 の実施形態においては、電極基材 1 1 1 の第 1 の角部 C 1 がコーティング層 1 1 2 の第 2 の角部 C 2 よりもカソード 1 1 a に近くなるようにコーティング層 1 1 2 が形成されている。これによれば、第 2 の角部 C 2 の付近に電界が集中することが抑制され、放電空間 5 0 の幅が狭くなって電極基材 1 1 1 の幅 L 4 に近くなる。これにより、次の放電の時にカソード 1 1 a 及びアノード 1 1 b から放電生成物 5 1 (図 6 及び図 7 参照) までの距離がより大きくなる。このため、放電生成物 5 1 の影響をあまり受けずに放電空間 5 0 が形成され、放電が安定化する。

[0052] 2. 3 作用

(1) 第 1 の実施形態に係る放電電極は、フッ素を含むレーザガスを放電により励起するガスレーザ装置 1 に使用される放電電極であって、カソード 1 1 a と、アノード 1 1 b と、を備える。アノード 1 1 b は、V 軸方向にカソード 1 1 a と対向して配置される。アノード 1 1 b は、金属を含む電極基材 1 1 1 と、電極基材 1 1 1 の表面の一部を被覆しており絶縁材料を含むコーティング層 1 1 2 と、を含む。アノード 1 1 b は、Z 軸に垂直な断面における第 1 の角部 C 1 が、第 2 の角部 C 2 よりも、V 軸方向においてカソード 1 1 a に近い。

これによれば、第2の角部C2の付近に電界が集中することが抑制され、放電空間50の幅を狭くすることができる。これにより放電が安定化する。

[0053] (2) 第1の実施形態において、第1の放電面DS1及び第2の放電面DS2は、カソード11aに向かって凸状の曲面である。

これによれば、アノード11bのH軸方向の幅の中央付近に放電のエネルギーを集中させ、放電空間50の幅を狭くすることができる。

[0054] (3) 第1の実施形態において、第1の角部C1と第2の角部C2とのV軸方向における距離L1は、第1の角部C1から第1の曲線部D1までのV軸方向における距離の最大値L2以上である。

これによれば、第2の角部C2の付近に電界が集中することが抑制され、放電空間50の幅を狭くすることができる。

[0055] (4) 第1の実施形態において、第1の角部C1と第2の角部C2とのV軸方向における距離L1は0.2mm以上である。

これによれば、第2の角部C2の付近に電界が集中することが抑制され、放電空間50の幅を狭くすることができる。

[0056] (5) 第1の実施形態において、コーティング層112は、絶縁材料及び金属を含む。

これによれば、カソード11a及びアノード11bの間の放電の安定性と、アノード11bの劣化の抑制と、を両立することができる。

[0057] (6) 第1の実施形態において、V軸方向におけるコーティング層112の長さL3は、H軸方向における電極基材111の幅L4以上である。

これによれば、V軸方向におけるコーティング層112の長さL3が短い場合に比べて電極寿命を長くすることができる。

[0058] (7) 第1の実施形態において、V軸方向におけるコーティング層112の長さL3は4mm以上である。

これによれば、V軸方向におけるコーティング層112の長さL3が短い場合に比べて電極寿命を長くすることができる。

[0059] (8) 第1の実施形態において、コーティング層112のうちの第1の側

面SS1を被覆する部分が、第2の角部C2よりもカソード11aから離れた位置において第1の厚みT1を有し、第2の角部C2からカソード11aに近づくにつれて薄くなる。

これによれば、第2の放電面DS2の付近でコーティング層112の位置による厚みの変化を緩やかにすることができる。これにより、コーティング層112の劣化のむらを低減し、電極寿命を長くすることができる。

[0060] (9) 第1の実施形態において、コーティング層112のうちの第1の側面SS1を被覆する部分が、コーティング層112のうちの第1の放電面DS1を被覆する部分の第3の厚みT3の1倍以上、3倍以下又は2倍以下の第1の厚みT1を有する。

第1の厚みT1を第3の厚みT3の1倍以上とすることにより、第2の放電面DS2を介したカソード11a及びアノード11bの間の放電の安定性と、第1の側面SS1の劣化の抑制と、を両立することができる。また、第1の厚みT1を第3の厚みT3の3倍以下又は2倍以下とすることにより、レーザガスの流速の低下を抑制し得る。

[0061] 第1の実施形態においては、コーティング層112のうちの第1の側面SS1を被覆する部分が、0.1mm以上、0.3mm以下又は0.2mm以下の第1の厚みT1を有する。

第1の厚みT1を0.1mm以上とすることにより、第1の側面SS1の劣化を抑制することができる。また、第1の厚みT1を0.3mm以下又は0.2mm以下とすることにより、レーザガスの流速の低下を抑制し得る。

[0062] その他の点については、第1の実施形態は比較例と同様である。

[0063] 3. コーティング層112の厚みを変化させたアノード11b

3. 1 構成

図10は、第2の実施形態に係る放電電極を構成するアノード11bの断面図である。図10は、アノード11bを構成する電極基材111及びコーティング層112のZ軸に垂直な断面を示す。図10には図示されていないカソード11aは、アノード11bから見て+V方向に位置する。

[0064] 第2の実施形態において、コーティング層112のうちの第1の側面SS1（図3参照）を被覆する部分が、第1の厚みT1を有する第1の領域R1と、第1の厚みT1より大きい第2の厚みT2を有する第2の領域R2と、を含む。第1の領域R1は、第2の角部C2よりもカソード11aから離れた領域であり、第2の領域R2は、第1の領域R1よりもカソード11aから離れた領域である。

[0065] コーティング層112の厚みは、第1の領域R1と第2の領域R2との間で階段状に変化してもよい。

[0066] 図11は、第2の実施形態の第1の変形例に係る放電電極を構成するアノード11bの断面図である。図12は、第2の実施形態の第2の変形例に係る放電電極を構成するアノード11bの断面図である。

[0067] コーティング層112の厚みは、第1の領域R1と第2の領域R2との間で階段状に変化し、且つ、コーティング層112の表面は、第1の領域R1と第2の領域R2との間において丸みを有していてもよい。

[0068] 図13は、第2の実施形態の第3の変形例に係る放電電極を構成するアノード11bの断面図である。図14は、第2の実施形態の第4の変形例に係る放電電極を構成するアノード11bの断面図である。

コーティング層112の厚みは、第1の領域R1と第2の領域R2との間でテーパー状に変化してもよい。

[0069] 3. 2 作用

（13）第2の実施形態及びその変形例によれば、コーティング層112のうちの第1の側面SS1を被覆する部分が、第2の角部C2よりもカソード11aから離れた位置において第1の厚みT1を有する第1の領域R1と、第1の領域R1よりもカソード11aから離れた位置において第1の厚みT1より大きい第2の厚みT2を有する第2の領域R2と、を含む。

第1の領域R1は高い加工精度を必要とするのに対し、第2の領域R2はカソード11aから離れているので第1の領域R1ほど高い加工精度を必要としない。第2の実施形態及びその変形例によれば、コーティング層112

のうちの第2の角部C 2よりもカソード1 1 aから離れた領域の全体を第1の厚みT 1とする場合と比べて、高い加工精度が要求される領域を限定することができる。また、第3の実施形態において説明するようにコーティング層1 1 2 aを形成した後で、研削又は研磨によりコーティング層1 1 2 aの一部を第1の厚みT 1とする場合に、研削又は研磨が必要な領域を限定することができる。

その他の点については、第2の実施形態及びその変形例は第1の実施形態と同様である。

[0070] 4. アノード1 1 bの製造方法

4. 1 製造工程

図1 5及び図1 6は、第3の実施形態に係る放電電極を構成するアノード1 1 bの製造工程を示す断面図である。図1 5及び図1 6は、アノード1 1 bを構成する電極基材1 1 1及びコーティング層1 1 2又は1 1 2 aのZ軸に垂直な断面を示す。図1 5及び図1 6には図示されていないカソード1 1 aは、アノード1 1 bから見て+V方向に配置される。図1 5及び図1 6においてはコーティング層1 1 2 aの表面の凹凸が誇張して描かれている。

[0071] アノード1 1 bの製造方法は以下の通りである。

図1 5に示されるように、アノード1 1 bを構成する電極基材1 1 1の表面のうちの第1の側面S S 1（図3参照）と、カソード1 1 aと対向する面となる第1の放電面D S 1と、にコーティング層1 1 2 aを形成する。コーティング層1 1 2 aは例えば溶射により形成される。図1 5に示される工程は本開示における第1の工程に相当する。

図1 6に示されるように、コーティング層1 1 2 aを例えば研削又は研磨することにより、目標形状に近づくようにコーティング層1 1 2 aの一部を除去する。図1 6に示される工程は本開示における第2の工程に相当する。

これにより、第1の実施形態において説明した形状のコーティング層1 1 2を形成する。あるいは、第2の実施形態又はその変形例において説明した形状のコーティング層1 1 2を形成してもよい。

[0072] 図15に示される第1の工程において、コーティング層112aは第2の角部C20を有する。第2の角部C20は、コーティング層112aの側面で構成される第2の直線部S20とコーティング層112aの放電面で構成される輪郭線部D20とを接続する。第1の角部C1は、第2の角部C20よりも、V軸方向においてカソード11aが配置される位置から遠くてもよい。

図16に示される第2の工程においては、第1の角部C1が第2の角部C2よりもV軸方向においてカソード11aに近くなるように、コーティング層112aの一部が除去される。このように、第3の実施形態においては、第1の工程と第2の工程とで第1の角部C1と第2の角部C20又はC2との位置関係が逆になる。

[0073] 4. 2 作用

第3の実施形態によれば、放電電極のアノード11bの製造方法は、第1の工程及び第2の工程を含む。第1の工程は、アノード11bを構成する電極基材111の表面のうちの第1の側面SS1と放電電極のカソード11aと対向する面となる第1の放電面DS1とにコーティング層112aを形成することを含む。第2の工程は、目標形状に近づくようにコーティング層112aの一部を除去することを含む。第2の工程は、Z軸に垂直な断面における第1の角部C1が、第2の角部C2よりも、V軸方向においてカソード11aが配置される位置に近くなるようにコーティング層112aの一部を除去することを含む。

これによれば、第2の角部C2の付近に電界が集中することが抑制され、放電空間50の幅を狭くすることができる。これにより放電が安定化する。

その他の点については、第3の実施形態は第1の実施形態と同様である。あるいは、第3の実施形態は第2の実施形態又はその変形例と同様でもよい。

[0074] 5. その他

図17は、ガスレーザ装置1に接続された露光装置100の構成を概略的

に示す。ガスレーザ装置 1 はレーザ光を生成して露光装置 100 に出力する。

図 17 において、露光装置 100 は、照明光学系 40 と投影光学系 41 とを含む。照明光学系 40 は、ガスレーザ装置 1 から入射したレーザ光によって、レチクルステージ RT 上に配置された図示しないレチクルのレチクルパターンを照明する。投影光学系 41 は、レチクルを透過したレーザ光を、縮小投影してワークピーステーブル WT 上に配置された図示しないワークピースに結像させる。ワークピースはフォトリソが塗布された半導体ウエハ等の感光基板である。露光装置 100 は、レチクルステージ RT とワークピーステーブル WT とを同期して平行移動させることにより、レチクルパターンを反映したレーザ光をワークピースに露光する。以上のような露光工程によって半導体ウエハにレチクルパターンを転写後、複数の工程を経ることで電子デバイスを製造することができる。

[0075] 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、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る。また、本開示の実施形態を組み合わせで使用することも当業者には明らかである。

[0076] 本明細書及び特許請求の範囲全体で使用される用語は、明記が無い限り「限定的でない」用語と解釈されるべきである。たとえば、「含む」、「有する」、「備える」、「具備する」などの用語は、「記載されたもの以外の構成要素の存在を除外しない」と解釈されるべきである。また、修飾語「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。また、「A、B及びCの少なくとも1つ」という用語は、「A」「B」「C」「A+B」「A+C」「B+C」又は「A+B+C」と解釈されるべきである。さらに、それらと「A」「B」「C」以外のものとの組み合わせも含むと解釈されるべきである。

請求の範囲

- [請求項1] フッ素を含むレーザガスを放電により励起するガスレーザ装置に使用される放電電極であって、
- カソードと、
- アノードと、
- を備え、
- 前記アノードは、
- 前記カソードの長手方向に垂直な放電方向に前記カソードと対向して配置され、
- 金属を含む電極基材と、前記電極基材の表面の一部を被覆しており絶縁材料を含むコーティング層と、を含み、
- 前記長手方向に垂直な断面における第1の角部であって前記電極基材の側面である第1の側面で構成される第1の直線部と前記電極基材の放電面である第1の放電面で構成される第1の曲線部とをつなぐ前記第1の角部が、前記断面における第2の角部であって前記コーティング層の側面である第2の側面で構成される第2の直線部と前記コーティング層の放電面である第2の放電面で構成される第2の曲線部とをつなぐ前記第2の角部よりも、前記放電方向において前記カソードに近い、
- 放電電極。
- [請求項2] 請求項1に記載の放電電極であって、
- 前記第1の放電面及び前記第2の放電面は、前記カソードに向かって凸状の曲面である、放電電極。
- [請求項3] 請求項1に記載の放電電極であって、
- 前記第1の角部と前記第2の角部との前記放電方向における距離は、前記第1の角部から前記第1の曲線部までの前記放電方向における距離の最大値以上である、放電電極。
- [請求項4] 請求項1に記載の放電電極であって、

前記第1の角部と前記第2の角部との前記放電方向における距離は0.2 mm以上である、放電電極。

- [請求項5] 請求項1に記載の放電電極であって、
前記コーティング層は、絶縁材料及び金属を含む、放電電極。
- [請求項6] 請求項1に記載の放電電極であって、
前記放電方向における前記コーティング層の長さは、前記長手方向と前記放電方向との両方に垂直な方向における前記電極基材の幅以上である、放電電極。
- [請求項7] 請求項1に記載の放電電極であって、
前記放電方向における前記コーティング層の長さは4 mm以上である、放電電極。
- [請求項8] 請求項1に記載の放電電極であって、
前記コーティング層のうちの前記第1の側面を被覆する部分が、前記第2の角部よりも前記カソードから離れた位置において第1の厚みを有し、前記第2の角部から前記カソードに近づくにつれて薄くなるように構成された、放電電極。
- [請求項9] 請求項1に記載の放電電極であって、
前記コーティング層のうちの前記第1の側面を被覆する部分が、前記コーティング層のうちの前記第1の放電面を被覆する部分の厚みの1倍以上、3倍以下の第1の厚みを有する、放電電極。
- [請求項10] 請求項1に記載の放電電極であって、
前記コーティング層のうちの前記第1の側面を被覆する部分が、前記コーティング層のうちの前記第1の放電面を被覆する部分の厚みの1倍以上、2倍以下の第1の厚みを有する、放電電極。
- [請求項11] 請求項1に記載の放電電極であって、
前記コーティング層のうちの前記第1の側面を被覆する部分が、0.1 mm以上、0.3 mm以下の第1の厚みを有する、放電電極。
- [請求項12] 請求項1に記載の放電電極であって、

前記コーティング層のうちの前記第1の側面を被覆する部分が、0.1 mm以上、0.2 mm以下の第1の厚みを有する、放電電極。

[請求項13] 請求項1に記載の放電電極であって、

前記コーティング層のうちの前記第1の側面を被覆する部分が、前記第2の角部よりも前記カソードから離れた位置において第1の厚みを有する第1の領域と、前記第1の領域よりも前記カソードから離れた位置において前記第1の厚みより大きい第2の厚みを有する第2の領域と、を含む、放電電極。

[請求項14] 請求項13に記載の放電電極であって、

前記コーティング層の厚みは、前記第1の領域と前記第2の領域との間で階段状に変化する、放電電極。

[請求項15] 請求項13に記載の放電電極であって、

前記コーティング層の厚みは、前記第1の領域と前記第2の領域との間でテーパー状に変化する、放電電極。

[請求項16] 請求項1に記載の放電電極を備えたレーザチャンバ。

[請求項17] 請求項16に記載のレーザチャンバを含むガスレーザ装置。

[請求項18] フッ素を含むレーザガスを放電により励起するガスレーザ装置に使用される放電電極のアノードの製造方法であって、

前記アノードを構成する電極基材の表面のうちの第1の側面と前記放電電極のカソードと対向する面となる第1の放電面とにコーティング層を形成する第1の工程と、

目標形状に近づくように前記コーティング層の一部を除去する第2の工程と、

を含み、

前記第2の工程は、前記カソードの長手方向に垂直な断面における第1の角部であって前記第1の側面で構成される第1の直線部と前記第1の放電面で構成される第1の曲線部とをつなぐ前記第1の角部が、前記断面における第2の角部であって前記コーティング層の側面で

ある第2の側面で構成される第2の直線部と前記コーティング層の放電面である第2の放電面で構成される第2の曲線部とをつなぐ前記第2の角部よりも、前記アノードと前記カソードとの間の放電方向において前記カソードが配置される位置に近くなるように前記コーティング層の一部を除去することを含む、製造方法。

[請求項19]

請求項18に記載の製造方法であって、

前記第1の工程は、前記第1の角部が、前記第2の角部よりも、前記放電方向において前記カソードが配置される位置から遠くなるように前記コーティング層を形成する、製造方法。

[請求項20]

電子デバイスの製造方法であって、

フッ素を含むレーザガスを放電により励起するガスレーザ装置に使用される放電電極であって、

カソードと、

アノードと、

を備え、

前記アノードは、

前記カソードの長手方向に垂直な放電方向に前記カソードと対向して配置され、

金属を含む電極基材と、前記電極基材の表面の一部を被覆しており絶縁材料を含むコーティング層と、を含み、

前記長手方向に垂直な断面における第1の角部であって前記電極基材の側面である第1の側面で構成される第1の直線部と前記電極基材の放電面である第1の放電面で構成される第1の曲線部とをつなぐ前記第1の角部が、前記断面における第2の角部であって前記コーティング層の側面である第2の側面で構成される第2の直線部と前記コーティング層の放電面である第2の放電面で構成される第2の曲線部とをつなぐ前記第2の角部よりも、前記放電方向において前記カソードに近い、

前記放電電極

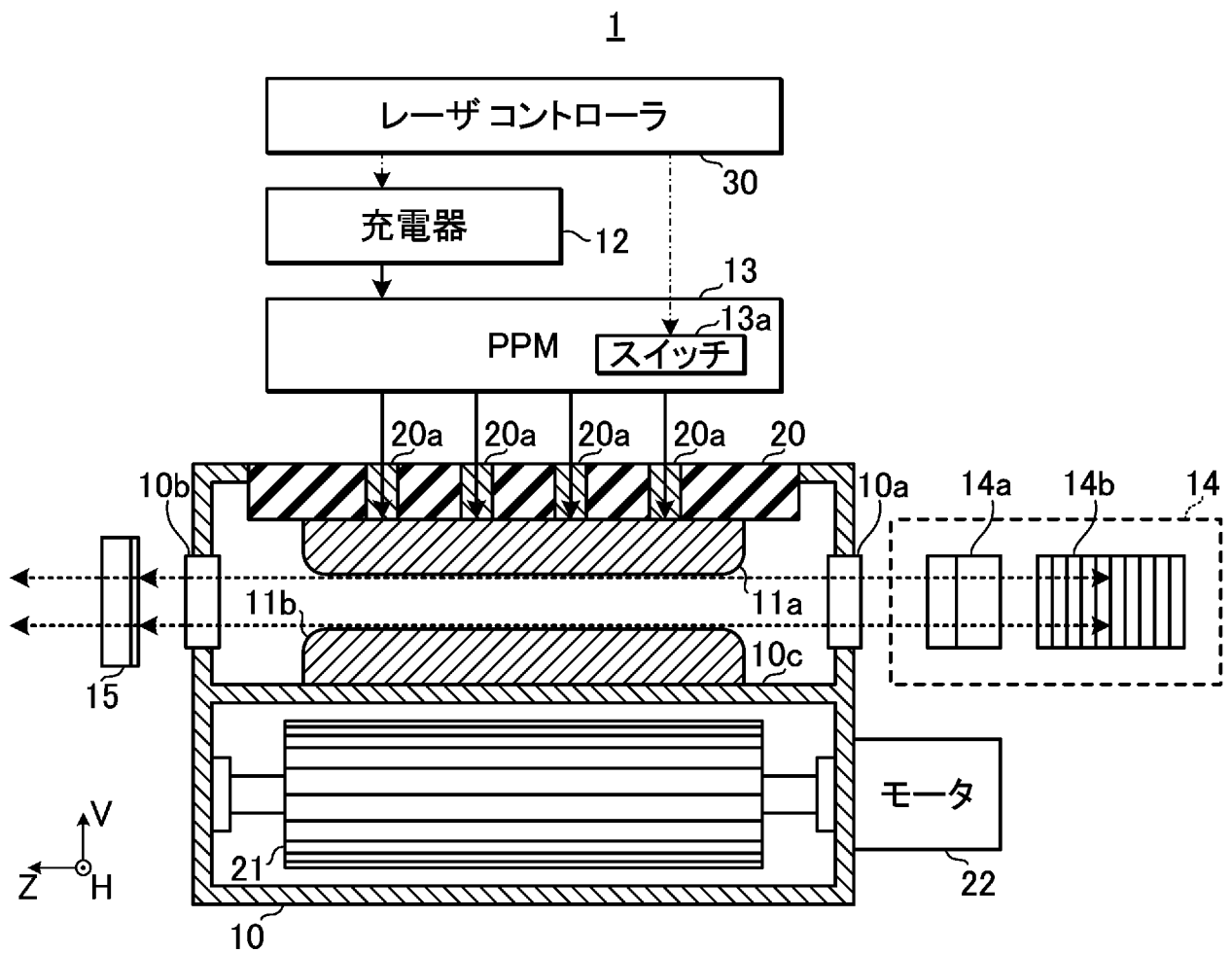
を備えたレーザチャンバを含むガスレーザ装置によってレーザ光を生成し、

前記レーザ光を露光装置に出力し、

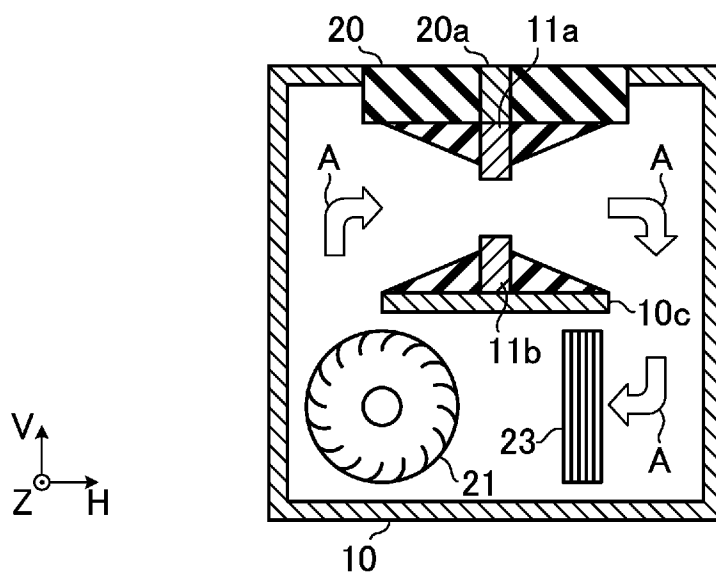
電子デバイスを製造するために、前記露光装置内で感光基板上に前記レーザ光を露光する

ことを含む電子デバイスの製造方法。

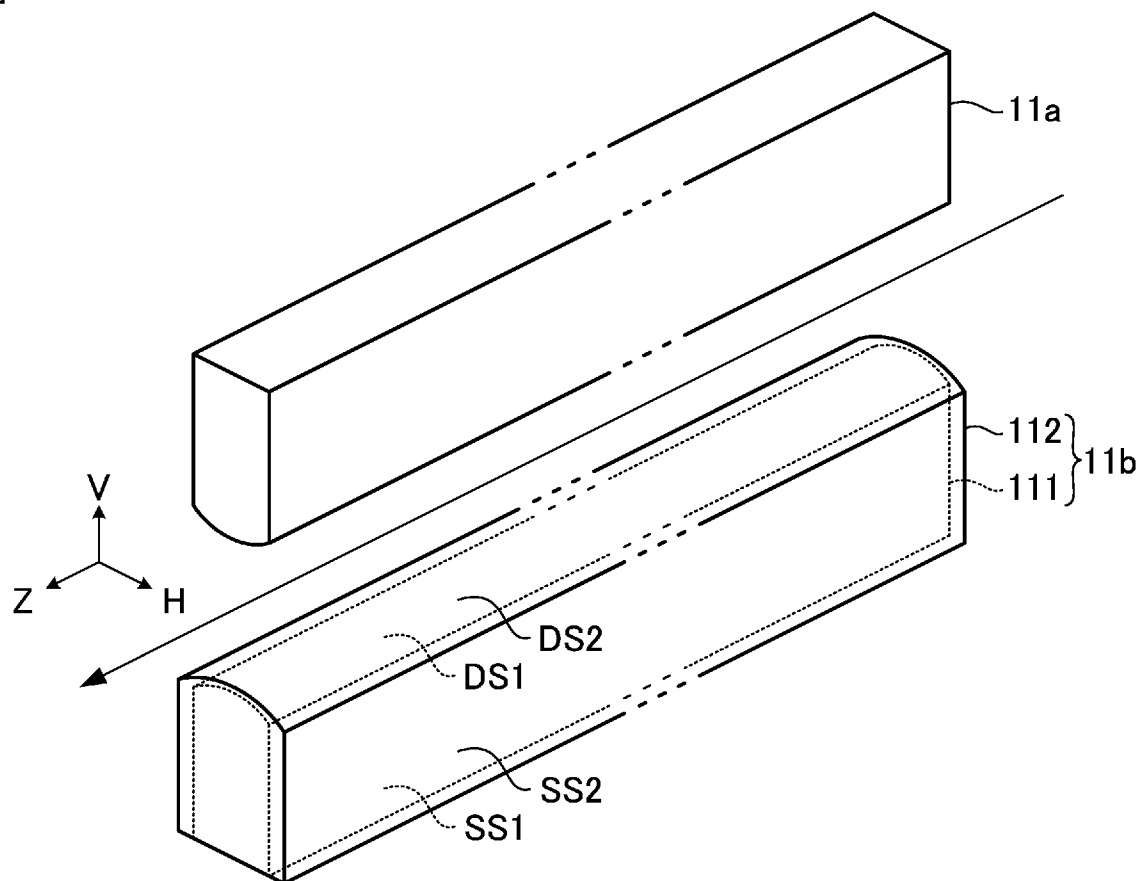
[図1]



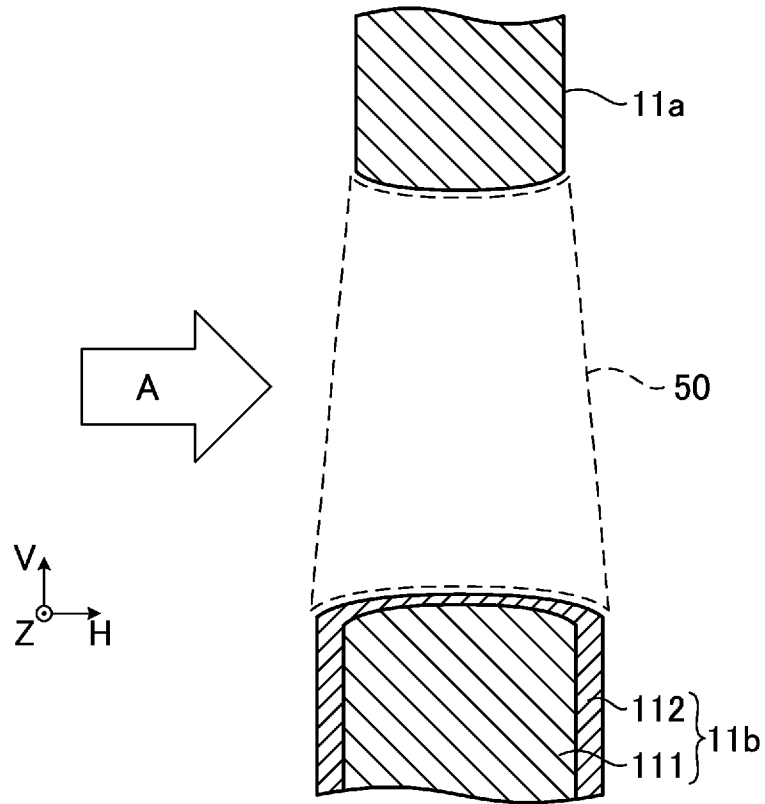
[図2]



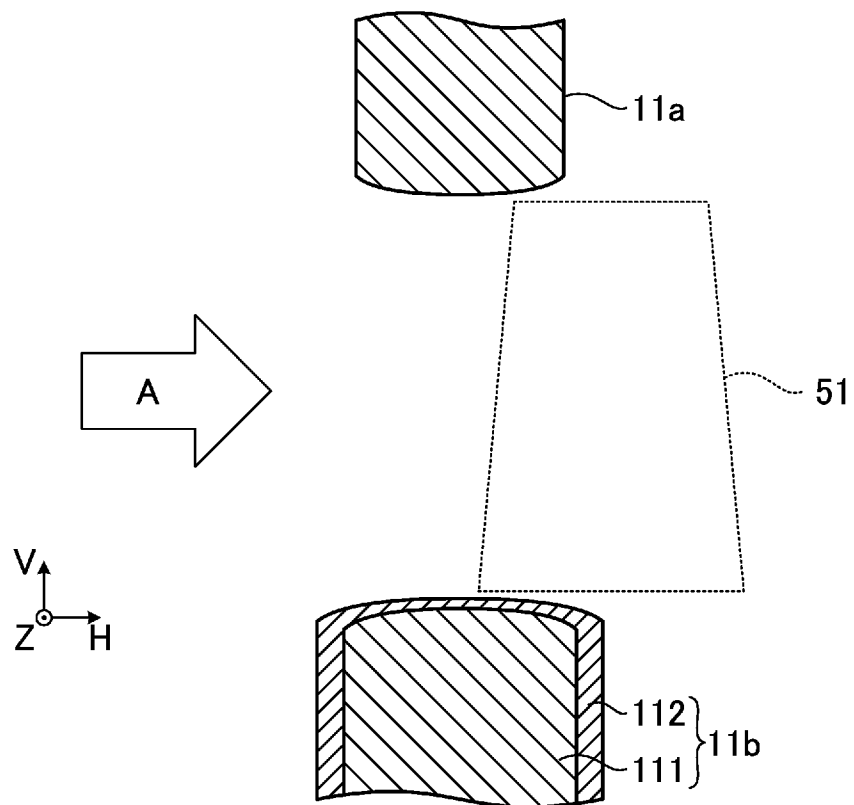
[図3]



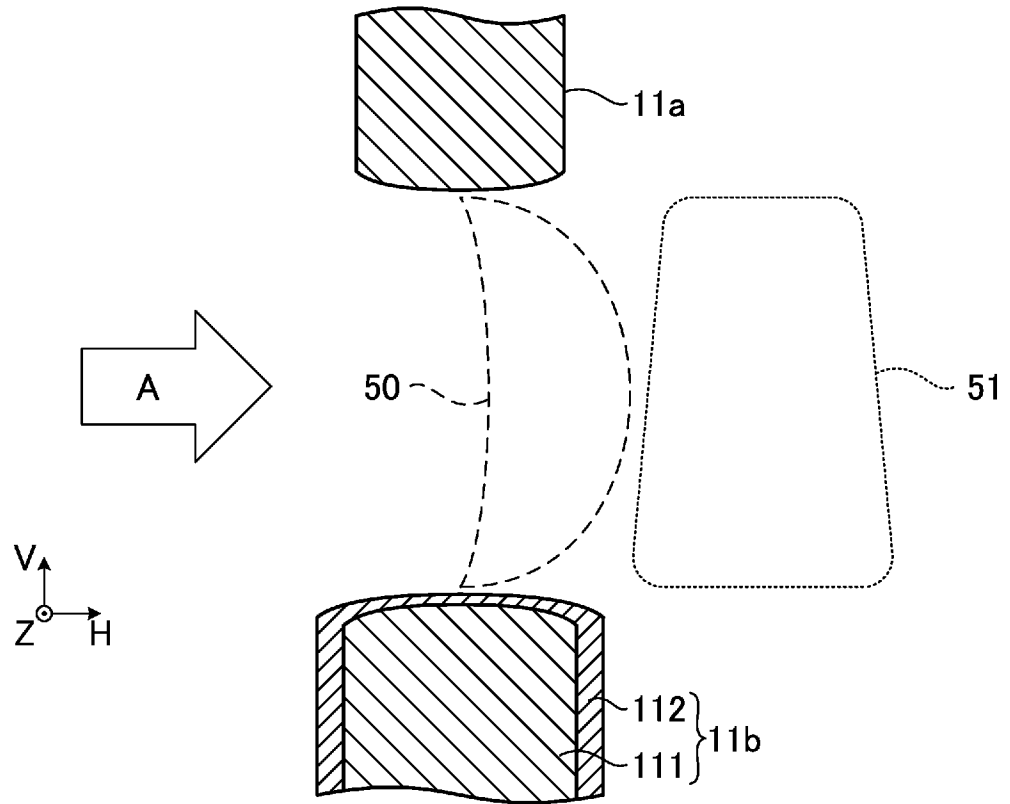
[図4]



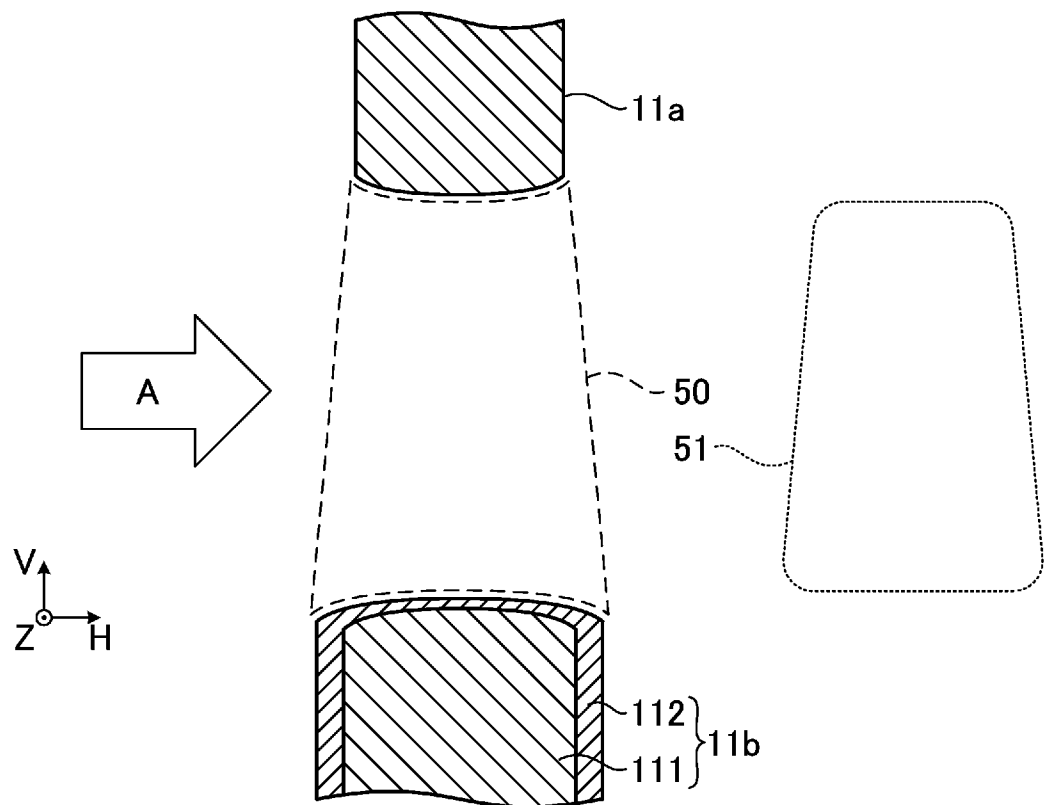
[図5]



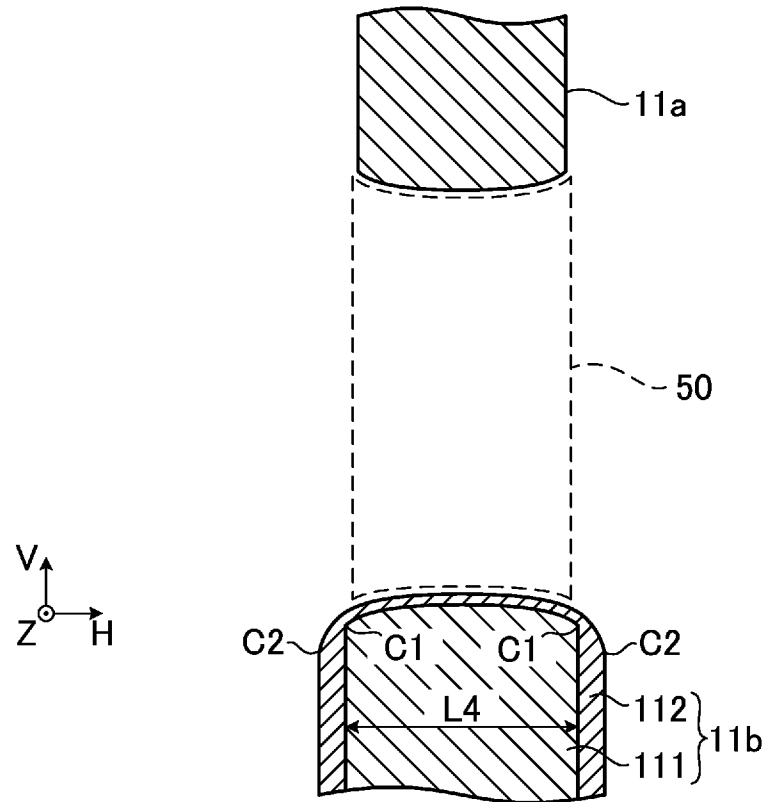
[図6]



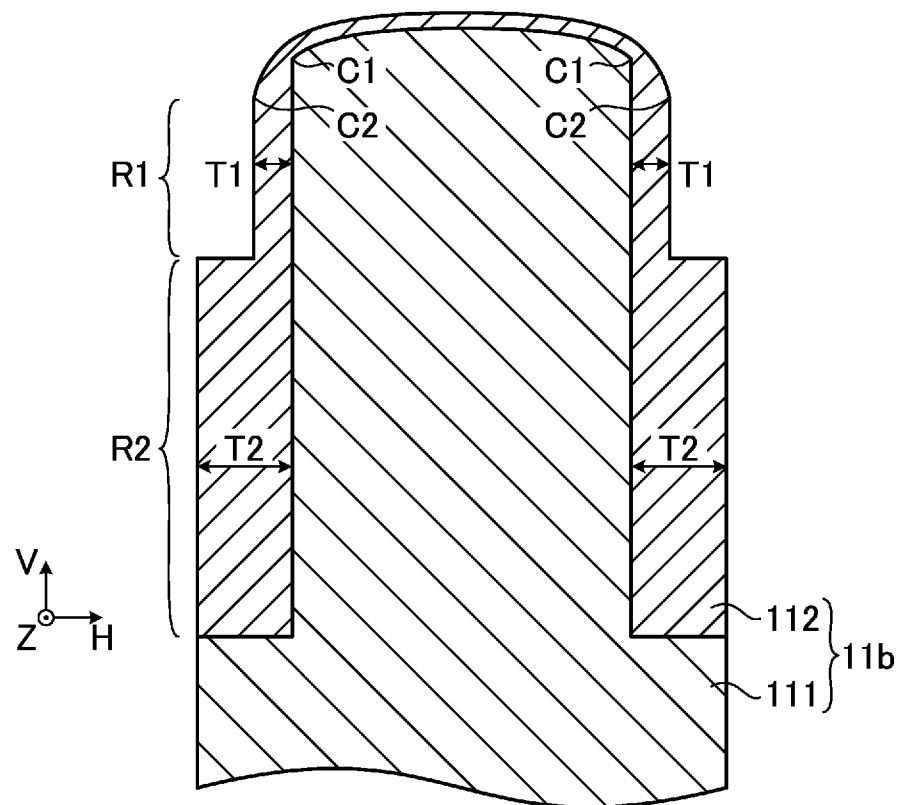
[図7]



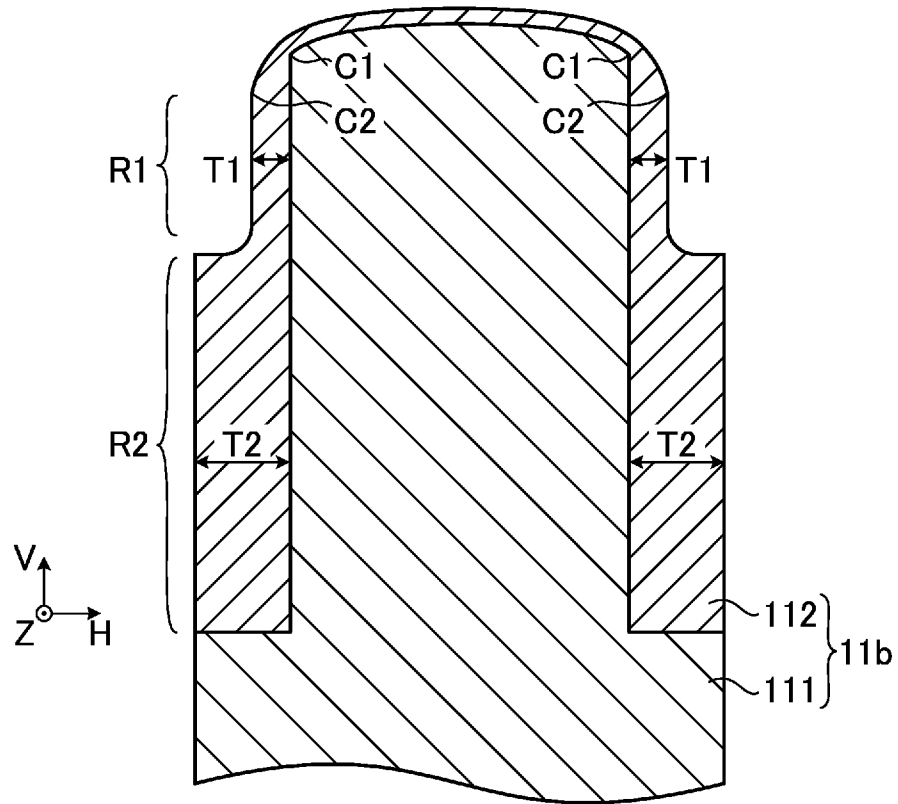
[図9]



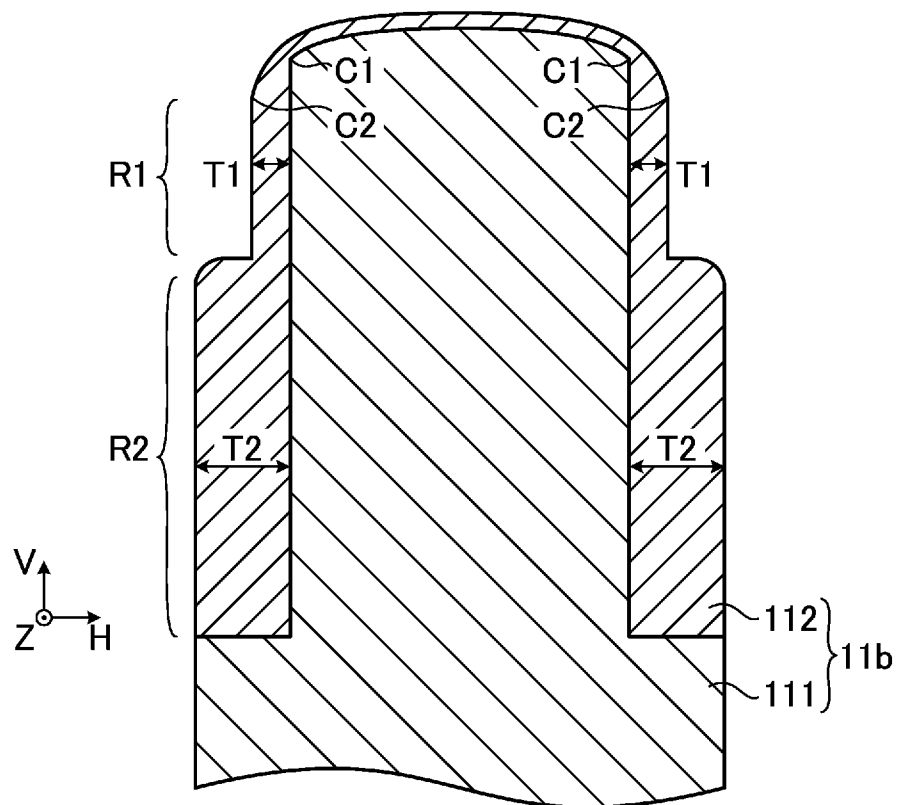
[図10]



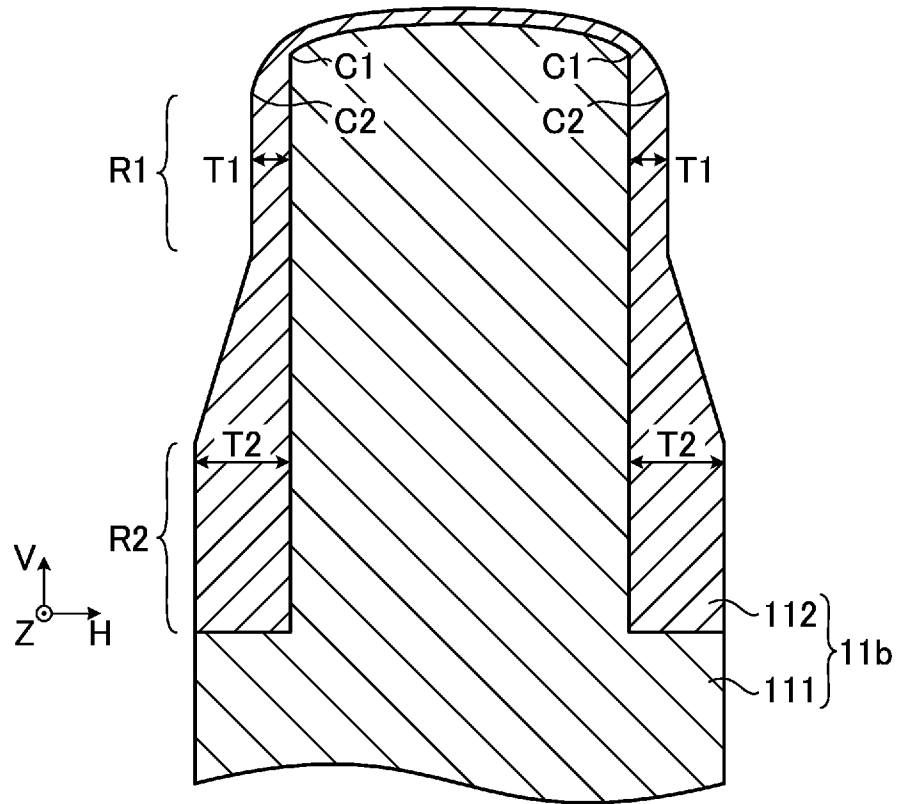
[図11]



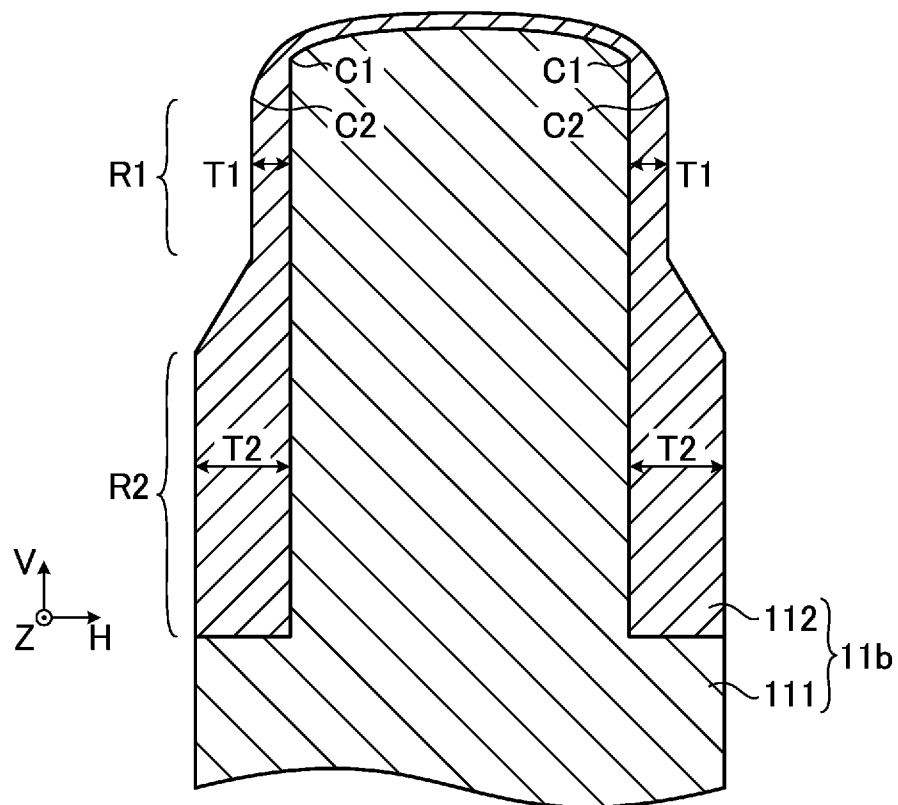
[図12]



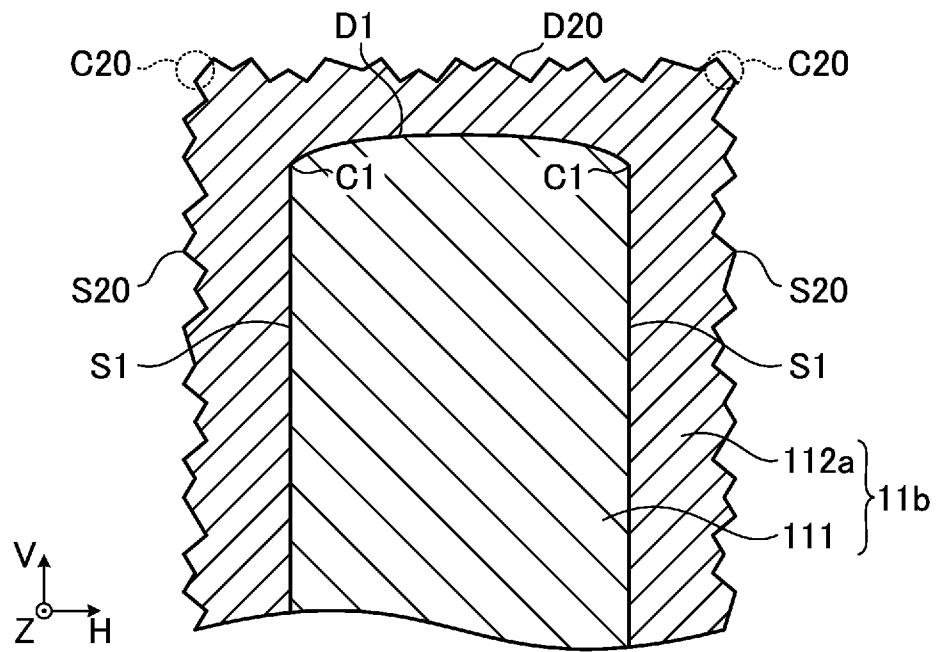
[図13]



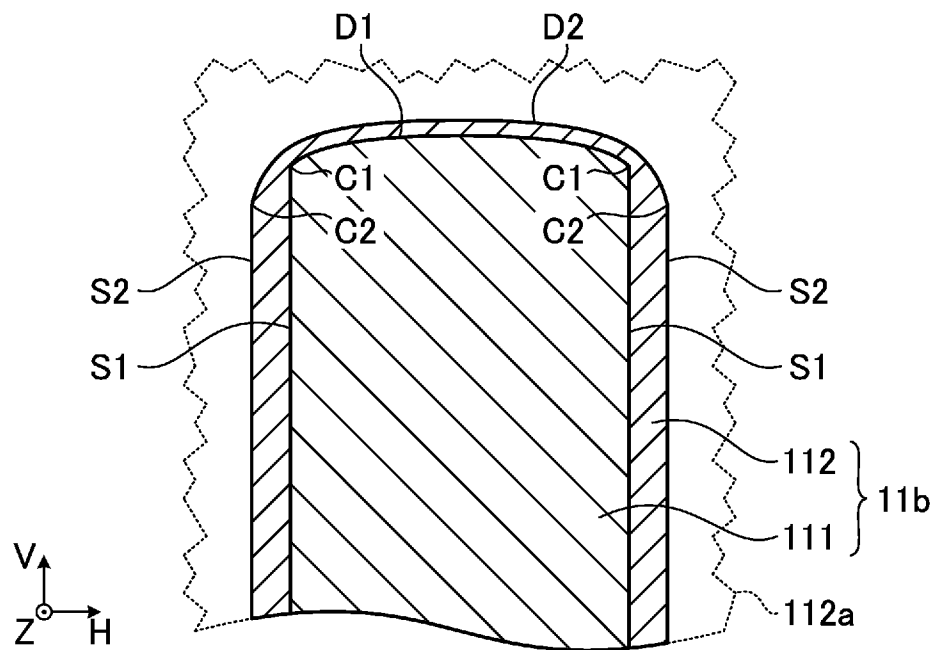
[図14]



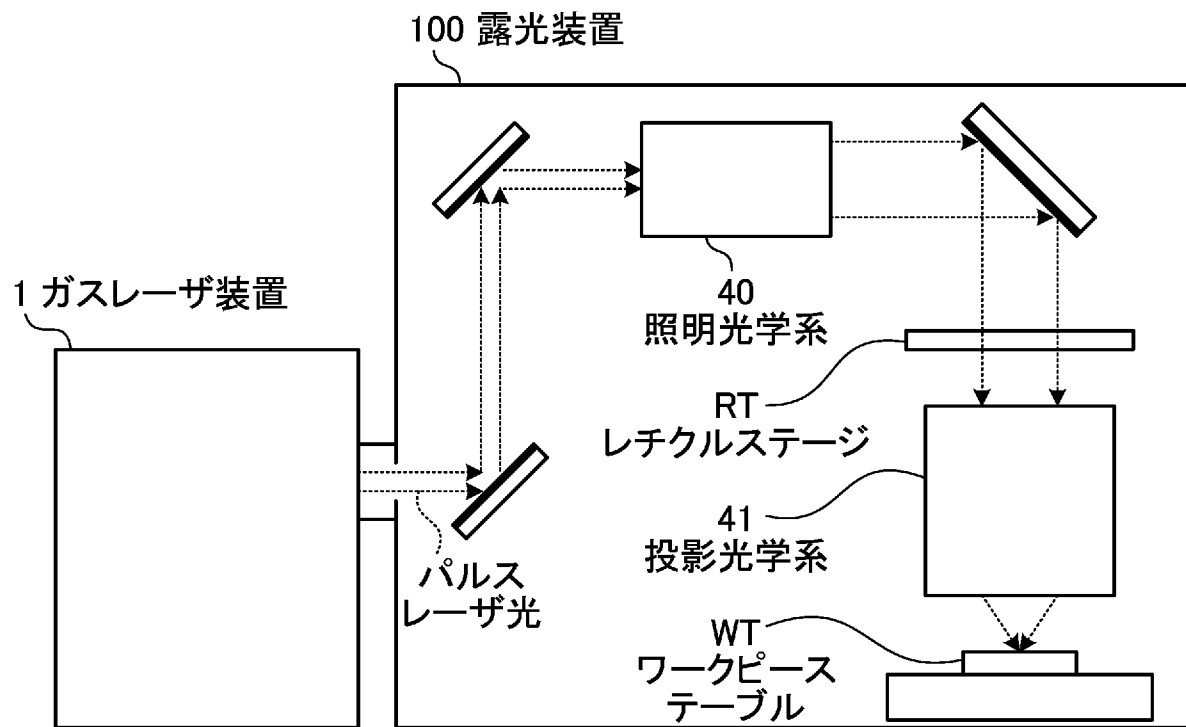
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/048102

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01S3/038 (2006.01) i

FI: H01S3/038

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)

Int. Cl. H01S3/03-3/038, 3/097-3/0979, 3/104, 3/134, 3/22-3/227

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021

Registered utility model specifications of Japan 1996-2021

Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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.
A	JP 2004-179599 A (GIGAPHOTON INC.) 24 June 2004 (2004-06-24), entire text, all drawings	1-20
A	JP 2007-103628 A (KOMATSU LTD.) 19 April 2007 (2007-04-19), entire text, all drawings	1-20
A	JP 2001-332786 A (KOMATSU LTD.) 30 November 2001 (2001-11-30), entire text, all drawings	1-20
A	JP 2003-152249 A (KOMATSU LTD.) 23 May 2003 (2003-05-23), entire text, all drawings	1-20
A	JP 2004-179272 A (KOMATSU LTD.) 24 June 2004 (2004-06-24), entire text, all drawings	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

25.02.2021

Date of mailing of the international search report

09.03.2021

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/JP2020/048102

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 04-218985 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 10 August 1992 (1992-08-10), entire text, all drawings	1-20
A	WO 2015/125631 A1 (GIGAPHOTON INC.) 27 August 2015 (2015-08-27), entire text, all drawings	1-20
A	US 2017/0093112 A1 (LUO et, al) 30 March 2017 (2017-03-30), entire text, all drawings	1-20
A	US 4317067 A (FITZSIMMONS et al.) 23 February 1982 (1982-02-23), entire text, all drawings	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/048102

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2004-179599 A	24.06.2004	(Family: none)	
JP 2007-103628 A	19.04.2007	(Family: none)	
JP 2001-332786 A	30.11.2001	US 2001/0050937 A1 entire text, all drawings	
JP 2003-152249 A	23.05.2003	DE 10111878 A1 US 2003/0042436 A1 entire text, all drawings	
JP 2004-179272 A	24.06.2004	(Family: none)	
JP 04-218985 A	10.08.1992	US 5187716 A entire text, all drawings	
WO 2015/125631 A1	27.08.2015	EP 464841 A2 DE 69122808 T2 US 2016/0308324 A1 entire text, all drawings	
US 2017/0093112 A1	30.03.2017	WO 2017/058531 A1 TW 201724674 A	
US 4317067 A	23.02.1982	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01S 3/038(2006.01)i FI: H01S3/038														
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（IPC）） H01S3/03-3/038; 3/097-3/0979; 3/104; 3/134; 3/22-3/227 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2021年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2021年	日本国実用新案登録公報	1996-2021年	日本国登録実用新案公報	1994-2021年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2021年													
日本国実用新案登録公報	1996-2021年													
日本国登録実用新案公報	1994-2021年													
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 2004-179599 A（ギガフォトン株式会社）24.06.2004（2004 - 06 - 24） 全文, 全図	1-20												
A	JP 2007-103628 A（株式会社小松製作所）19.04.2007（2007 - 04 - 19） 全文, 全図	1-20												
A	JP 2001-332786 A（株式会社小松製作所）30.11.2001（2001 - 11 - 30） 全文, 全図	1-20												
A	JP 2003-152249 A（株式会社小松製作所）23.05.2003（2003 - 05 - 23） 全文, 全図	1-20												
A	JP 2004-179272 A（株式会社小松製作所）24.06.2004（2004 - 06 - 24） 全文, 全図	1-20												
A	JP 04-218985 A（三菱電機株式会社）10.08.1992（1992 - 08 - 10） 全文, 全図	1-20												
A	WO 2015/125631 A1（ギガフォトン株式会社）27.08.2015（2015 - 08 - 27） 全文, 全図	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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 25.02.2021	国際調査報告の発送日 09.03.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 大西 孝宣 2K 6006 電話番号 03-3581-1101 内線 3255													

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	US 2017/0093112 A1 (LUO et.al) 30.03.2017 (2017 - 03 - 30) 全文, 全図	1-20
A	US 4317067 A (FITZSIMMONS et al.) 23.02.1982 (1982 - 02 - 23) 全文, 全図	1-20

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/048102

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2004-179599	A	24.06.2004	(ファミリーなし)	
JP	2007-103628	A	19.04.2007	(ファミリーなし)	
JP	2001-332786	A	30.11.2001	US 2001/0050937	A1
				全文, 全図	
				DE 10111878	A1
JP	2003-152249	A	23.05.2003	US 2003/0042436	A1
				全文, 全図	
JP	2004-179272	A	24.06.2004	(ファミリーなし)	
JP	04-218985	A	10.08.1992	US 5187716	A
				全文, 全図	
				EP 464841	A2
				DE 69122808	T2
WO	2015/125631	A1	27.08.2015	US 2016/0308324	A1
				全文, 全図	
US	2017/0093112	A1	30.03.2017	WO 2017/058531	A1
				TW 201724674	A
US	4317067	A	23.02.1982	(ファミリーなし)	