(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
2024年8月2日(02.08.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/157484 A1

(51) 国際特許分類:
H01S 3/03 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/002744

(22) 国際出願日： 2023年1月27日(27.01.2023)

(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: 竹中 怜(**TAKENAKA Rei**); 〒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). 藤本 准一(**FUJIMOTO Junichi**); 〒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).

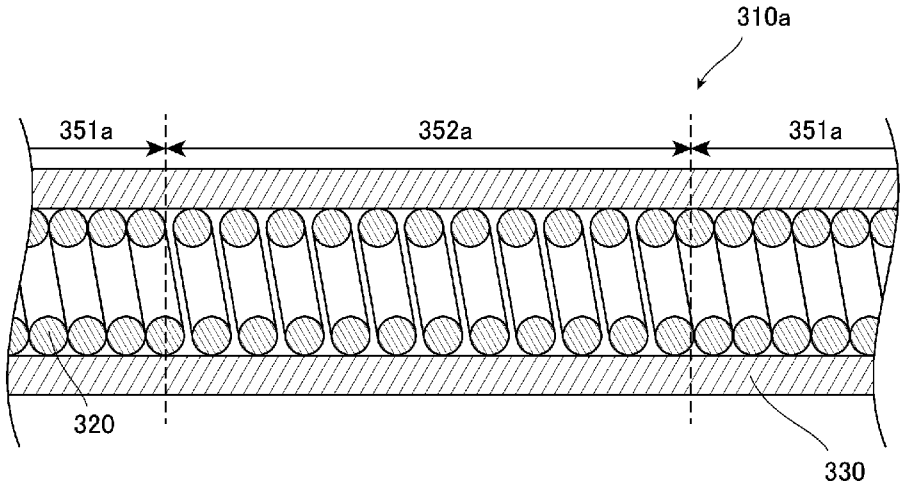
(74) 代理人: 森村 靖男 (**MORIMURA Yasuo**); 〒1010032 東京都千代田区岩本町三丁目１０番９号 秋葉原花岡ビル６階 Tokyo (JP).

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

WO 2024/157484 A1

(54) **Title:** GAS LASER DEVICE DISCHARGE CHAMBER AND ELECTRONIC DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称： ガスレーザ装置用放電チャンバ、及び電子デバイスの製造方法



(57) **Abstract:** Provided is a gas laser device discharge chamber in which a pair of discharge electrodes that oppose each other with an interval therebetween are disposed in an internal space, and in which a laser gas is sealed. The discharge chamber comprises: a first chamber component and a second chamber component that are assembled together so as to surround at least a portion of the internal space; and a metal seal that includes a linear section and a curved section, that is disposed between the first chamber component and the second chamber component, and that is pressed by the first chamber component and the second chamber component to seal a gap between the first chamber component and the second chamber component. A spring constant in a pressing direction when the curved section of the metal seal is made into a linear shape is smaller than a spring constant in the pressing direction of the linear section.

［続葉有］

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(57) 要約:内部空間に互いに間隔をあけて対向する一対の放電電極が配置され、レーザガスが封入されるガスレーザ装置用放電チャンバであって、互いに組み合わされることで内部空間の少なくとも一部を囲う第1チャンバ部品及び第2チャンバ部品と、直線部と湾曲部とを含み、第1チャンバ部品と第2チャンバ部品との間に配置され、第1チャンバ部品と第2チャンバ部品とに押圧されて、第1チャンバ部品と第2チャンバ部品との隙間を封止するメタルシールと、を備え、メタルシールの湾曲部を直線状にした場合における押圧方向のばね定数は、直線部の押圧方向のばね定数より小さい。

明　細　書

発明の名称 ：

ガスレーザ装置用放電チャンバ、及び電子デバイスの製造方法

技術分野

[0001]　本開示は、ガスレーザ装置用放電チャンバ、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。例えば、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、３５０ｐｍ～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 Narrowing 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２００７－１４１９４１号公報

特許文献2：特開２０１６－　７５３０７号公報

概要

[0005] 本開示の一態様によるガスレーザ装置用放電チャンバは、内部空間に互いに間隔をあけて対向する一対の放電電極が配置され、レーザガスが封入されるガスレーザ装置用放電チャンバであって、互いに組み合わされることで内部空間の少なくとも一部を囲う第１チャンバ部品及び第２チャンバ部品と、直線部と湾曲部とを含み、第１チャンバ部品と第２チャンバ部品との間に配置され、第１チャンバ部品と第２チャンバ部品とに押圧されて、第１チャンバ部品と第２チャンバ部品との隙間を封止するメタルシールと、を備え、メタルシールの湾曲部を直線状にした場合における押圧方向のばね定数は、直線部の押圧方向のばね定数より小さくてもよい。

[0006] 本開示の一態様による電子デバイスの製造方法は、内部空間に互いに間隔をあけて対向する一対の放電電極が配置され、レーザガスが封入されるガスレーザ装置用放電チャンバであって、互いに組み合わされることで内部空間の少なくとも一部を囲う第１チャンバ部品及び第２チャンバ部品と、直線部と湾曲部とを含み、第１チャンバ部品と第２チャンバ部品との間に配置され、第１チャンバ部品と第２チャンバ部品とに押圧されて、第１チャンバ部品と第２チャンバ部品との隙間を封止するメタルシールと、を備え、メタルシールの湾曲部を直線状にした場合における押圧方向のばね定数は、直線部の押圧方向のばね定数より小さいガスレーザ装置用放電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してもよい。

図面の簡単な説明

[0007] 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、電子デバイスの製造装置の全体の概略構成例を示す模式図である。

[図2]図２は、比較例のガスレーザ装置の全体の概略構成例を示す模式図であ

る。

[図3]図３は、比較例のチャンバ装置のレーザ光の進行方向に垂直な断面図である。

[図4]図４は、下側チャンバを上側から見る図である。

[図5]図５は、上側チャンバを上側から見る図である。

[図6]図６は、メタルシールの長手方向に垂直な断面の様子を示す図である。

[図7]図７は、メタルシールの長手方向に沿った断面の様子を示す図である。

[図8]図８は、実施形態１のガスレーザ装置用放電チャンバに用いられるメタルシールの長手方向に沿った断面図である。

[図9]図９は、メタルシールの第１変形例における長手方向に沿った断面図である。

[図10]図１０は、メタルシールの第２変形例における長手方向に沿った断面図である。

[図11]図１１は、メタルシールの第３変形例における長手方向に沿った断面図である。

[図12]図１２は、実施形態２のガスレーザ装置用放電チャンバに用いられるメタルシールの長手方向に沿った断面図である。

[図13]図１３は、メタルシールの他の変形例を示す図である。

実施形態

[0008] １．電子デバイスの露光工程で使用される電子デバイスの製造装置の説明

２．比較例の説明

２．１　構成

２．２　動作

２．３　課題

３．実施形態１の説明

３．１　構成

３．２　作用・効果

４．実施形態２の説明

４．１　構成

４．２　作用・効果

[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。

[0010] １．電子デバイスの露光工程で使用される電子デバイスの製造装置の説明

図１は、電子デバイスの露光工程で使用される電子デバイスの製造装置の全体の概略構成例を示す模式図である。図１に示すように、露光工程で使用される製造装置は、ガスレーザ装置１００及び露光装置２００を含む。露光装置２００は、複数のミラー２１１，２１２，２１３を含む照明光学系２１０と、投影光学系２２０とを含む。照明光学系２１０は、ガスレーザ装置１００から入射するレーザ光によって、レチクルステージＲＴのレチクルパターンを照明する。投影光学系２２０は、レチクルを透過するレーザ光を、縮小投影してワークピーステーブルＷＴ上に配置される不図示のワークピースに結像させる。ワークピースは、フォトレジストが塗布される半導体ウエハ等の感光基板である。露光装置２００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する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デバイスパターンを転写することで電子デバイスである半導体デバイスを製造することができる。

[0011] ２．比較例の説明

２．１　構成

比較例のガスレーザ装置１００について説明する。なお、本開示の比較例とは、出願人のみによって知られていると出願人が認識している形態であって、出願人が自認している公知例ではない。

[0012] 図２は、比較例のガスレーザ装置１００の全体の概略構成例を示す模式図である。ガスレーザ装置１００は、例えば、アルゴン（Ａｒ）、フッ素（F_2）、及びネオン（Ｎｅ）を含む混合ガスを使用するＡｒＦエキシマレーザ装置である。このガスレーザ装置１００は、中心波長が約１９３ｎｍのレーザ光を出射する。なお、ガスレーザ装置１００は、ＡｒＦエキシマレーザ装置以外のガスレーザ装置であってもよく、例えば、クリプトン（Ｋｒ）、F_2、及びＮｅを含む混合ガスを使用するＫｒＦエキシマレーザ装置であってもよい。この場合、ガスレーザ装置１００は、中心波長が約２４８ｎｍのレーザ光を出射する。レーザ媒質であるＡｒ、F_2、及びＮｅを含む混合ガスやレーザ媒質であるＫｒ、F_2、及びＮｅを含む混合ガスは、レーザガスと呼ばれる場合がある。

[0013] 図２に示すように、ガスレーザ装置１００は、筐体１１０と、筐体１１０の内部空間に配置されるレーザ発振器１３０、モニタモジュール１６０、シャッタ１７０、及びレーザプロセッサ１９０とを主な構成として含む。図２では、レーザ光の進行方向に沿った断面におけるチャンバ装置１０１の内部構成が示されている。以下の説明において、レーザ光の進行方向に沿って紙面左側をフロント側、紙面右側をリア側、紙面上側を上側、紙面下側を下側と称する場合がある。

[0014] レーザ発振器１３０は、チャンバ装置１０１と、充電器１４１と、狭帯域化モジュール１４５と、出力結合ミラー１４７と、パルス圧縮回路１５０と、を主な構成として含む。

[0015] 図３は、チャンバ装置１０１のレーザ光の進行方向に垂直な断面図である。チャンバ装置１０１は、放電チャンバ１３１を備え、放電チャンバ１３１は、後述の放電によりレーザガス中のレーザ媒質の励起によって光が発生する内部空間を囲う。放電チャンバ１３１はガスレーザ装置用放電チャンバである。図２、図３に示すように、本例のチャンバ装置１０１の放電チャンバ１３１は、上側チャンバ１３１ａと下側チャンバ１３１ｂとに分割されているチャンバ本体１３１Ｍと、蓋体としての電気絶縁プレート１３５とを含む

。上側チャンバ１３１ａは、上面に開口１３１Ｈが形成された部材であり、放電チャンバ１３１の上側の少なくとも一部を構成する。下側チャンバ１３１ｂは、有底の部材であり、放電チャンバ１３１の下側の少なくとも一部を構成する。上側チャンバ１３１ａの下側の縁部と下側チャンバ１３１ｂの上側の縁部とが互いに対向されて、上側チャンバ１３１ａと下側チャンバ１３１ｂとが組み合わされている。このように上側チャンバ１３１ａ及び下側チャンバ１３１ｂは組み合わされることで、上側チャンバ１３１ａ及び下側チャンバ１３１ｂは、放電チャンバ１３１の内部空間の少なくとも一部を囲う。上側チャンバ１３１ａ及び下側チャンバ１３１ｂの材料としては、例えば、ニッケルめっきが施されたアルミニウム、或いはニッケルめっきが施されたステンレスといった金属を挙げることができる。

[0016] 図４は、下側チャンバ１３１ｂを上側から見る図である。図４に示すように、放電チャンバ１３１は、水平方向における内部空間の断面が概ね矩形の形状である。つまり、下側チャンバ１３１ｂの上側の縁部は、概ね矩形の開口を囲っている。下側チャンバ１３１ｂの上側の縁部には、溝１３２ｂが形成されており、溝１３２ｂ内にメタルシール３１０ｂが配置されている。従って、メタルシール３１０ｂも概ね矩形の形状をしており、直線部３５１ｂと湾曲部３５２ｂとを含む。本例では、メタルシール３１０ｂの形状は、概ね長方形である。長方形のうち長辺の直線部３５１ｂの長さは、例えば概ね８００ｍｍであり、短辺の直線部３５１ｂの長さは、例えば概ね３００ｍｍである。また、湾曲部３５２ｂの長さは、例えば概ね５０ｍｍである。上側チャンバ１３１ａと下側チャンバ１３１ｂとは、不図示の部材により互いに押圧されるように固定されている。この押圧力により、メタルシール３１０ｂは、押圧方向に潰れるように変形して、上側チャンバ１３１ａと下側チャンバ１３１ｂとの隙間を封止している。ここで、上側チャンバ１３１ａ及び下側チャンバ１３１ｂを第１チャンバ部品及び第２チャンバ部品とすると、第１チャンバ部品及び第２チャンバ部品は、互いに組み合わされることで放電チャンバ１３１の内部空間の少なくとも一部を囲い、メタルシール３１０

ｂは、第１チャンバ部品と第２チャンバ部品との隙間を封止する。メタルシール３１０ｂの詳細は後述される。

[0017] 放電チャンバ１３１の内部空間のレーザガスは、不図示のレーザガス供給源から不図示の配管を通じて供給される。また、放電チャンバ１３１内のレーザガスは、ハロゲンフィルタによってF_2ガスを除去する処理等をされ、不図示の排気ポンプによって不図示の配管を通じて筐体１１０に排気される。

[0018] チャンバ本体１３１Ｍの上側チャンバ１３１ａにおける開口１３１Ｈは、電気絶縁プレート１３５で塞がれている。こうして、チャンバ本体１３１Ｍ及び電気絶縁プレート１３５は、互いに組み合わされることで、放電チャンバ１３１の内部空間の少なくとも一部を囲う。

[0019] 図５は、上側チャンバ１３１ａを上側から見る図である。開口１３１Ｈは、概ね矩形の形状である。上側チャンバ１３１ａの上面には、開口１３１Ｈを囲う溝１３２ａが形成されており、溝１３２ａ内にメタルシール３１０ａが配置されている。従って、メタルシール３１０ａも概ね矩形の形状をしており、直線部３５１ａと湾曲部３５２ａとを含む。本例では、メタルシール３１０ａの形状は、概ね長方形である。長方形のうち長辺の直線部３５１ａの長さは、例えば概ね７８０ｍｍであり、短辺の直線部３５１ａの長さは、例えば概ね３００ｍｍである。また、湾曲部３５２ａの長さは、例えば概ね８０ｍｍである。チャンバ本体１３１Ｍと電気絶縁プレート１３５とは、不図示の部材により互いに押圧されるように固定されている。この押圧力により、メタルシール３１０ａは、押圧方向に潰れるように変形して、チャンバ本体１３１Ｍと電気絶縁プレート１３５との隙間を封止している。ここで、チャンバ本体１３１Ｍ及び電気絶縁プレート１３５を第１チャンバ部品及び第２チャンバ部品とすると、第１チャンバ部品及び第２チャンバ部品は、互いに組み合わされることで放電チャンバ１３１の内部空間の少なくとも一部を囲い、メタルシール３１０ａは、第１チャンバ部品と第２チャンバ部品との隙間を封止する。メタルシール３１０ａの詳細は後述される。

[0020] 電気絶縁プレート１３５は、絶縁体を含む。電気絶縁プレート１３５の材

料として、例えば、F_2ガスとの反応性が低いアルミナセラミックスを挙げることができる。なお、電気絶縁プレート１３５は電気絶縁性があればよく、このような電気絶縁プレート１３５の材料として、フェノール樹脂やフッ素樹脂などの樹脂、或いは石英やガラス等が挙げられる。

[0021] 放電チャンバ１３１の内部空間において、第１主電極である電極１３４ａ及び第２主電極である電極１３４ｂは、互いに間隔をあけて対向し、それぞれの長手方向がレーザ光の進行方向である所定方向に沿って配置されている。本例では、電極１３４ｂが電極１３４ａの直上に位置している。電極１３４ａ，１３４ｂは、グロー放電によりレーザ媒質を励起するための放電電極である。本例では、電極１３４ａがアノードであり、電極１３４ｂがカソードである。

[0022] 電極ホルダ部１３７は、配線１３７ａを経由してチャンバ本体１３１Ｍに電気的に接続されている。電極１３４ａは、電極ホルダ部１３７に支持されると共に電気的に接続されている。電極１３４ａは、電極ホルダ部１３７、配線１３７ａ、及びチャンバ本体１３１Ｍを介してグランドに電気的に接続される。電極１３４ｂは、例えばボルトから成る電流導入端子１５７によって電気絶縁プレート１３５のうちの放電チャンバ１３１の内部空間側の面に固定されている。電流導入端子１５７は、後述のパルス圧縮回路１５０や他の回路部品に電気的に接続されており、パルス圧縮回路１５０と電極１３４ｂとの導通を確保している。

[0023] 充電器１４１は、パルス圧縮回路１５０に電気エネルギーを供給する直流の高圧電源である。スイッチ１５１は、充電器１４１に電気的に接続され、レーザプロセッサ１９０によって制御される。スイッチ１５１がＯＦＦからＯＮになると充電器１４１からの電気エネルギーがパルス圧縮回路１５０に供給されるよう構成される。パルス圧縮回路１５０は、ホルダ１５５上に配置され、充電器１４１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て、この高電圧を電極１３４ａと電極１３４ｂとの間に印加する。

[0024] 電極１３４ａと電極１３４ｂとの間に高電圧が印加されると、電極１３４ａと電極１３４ｂとの間に放電が起こる。この放電のエネルギーにより放電チャンバ１３１内のレーザ媒質が励起され、励起されたレーザ媒質は基底状態に移行するときに光を放出する。

[0025] パルス圧縮回路１５０と電極１３４ａとの間の回路は、複数のピーキングコンデンサ１５３と、接続プレート１５２と、上記の電流導入端子１５７とを主な構成として備える。

[0026] 接続プレート１５２は、電極１３４ｂとパルス圧縮回路１５０とを接続する導電性のプレートであって、長手方向に垂直な断面の形状が概ねコ字状の金属プレートから成る。接続プレート１５２には、それぞれのピーキングコンデンサ１５３の一方の端子が電気的に接続されている。ピーキングコンデンサ１５３は、例えば誘電体の材料がチタン酸ストロンチウム等のセラミックコンデンサである。なお、誘電体の他の材料として、チタン酸バリウム等を挙げることができる。接続プレート１５２には、電流導入端子１５７が電気的に接続されている。こうして、複数のピーキングコンデンサ１５３の一方の端子は、一方の電極１３４ｂに電気的に接続されている。

[0027] それぞれのピーキングコンデンサ１５３の他方の端子は、ホルダ１５５に電気的に接続されている。ホルダ１５５は、放電チャンバ１３１と電気的に接続されている。従って、それぞれのピーキングコンデンサ１５３の他方の端子は、グランドに電気的に接続されている。また、それぞれのピーキングコンデンサ１５３の他方の端子は、ホルダ１５５を介して他方の電極１３４ａに電気的に接続されている。

[0028] 電極ホルダ部１３７上における電極１３４ａの側方には、予備電離電極１８０が設けられている。予備電離電極１８０は、誘電体パイプ１８１、予備電離内電極１８３、及び予備電離外電極１８５を備える。

[0029] 誘電体パイプ１８１は、長手方向が所定の方向に沿って配置され、例えば円筒状のパイプである。誘電体パイプ１８１は、例えば、アルミナセラミックスやサファイアから成る。予備電離内電極１８３は、棒状であり、誘電体

パイプ１８１の内部に配置され、誘電体パイプ１８１の長手方向に沿って延在する。予備電離内電極１８３は、例えば、銅や黄銅から成る。予備電離外電極１８５は、誘電体パイプ１８１と電極１３４ａとの間に配置され、誘電体パイプ１８１の長手方向に沿って延在している。予備電離外電極１８５の端部は、誘電体パイプ１８１の外周面に接触している。なお、後述するコロナ放電が生じるのであれば、予備電離外電極１８５の端部の少なくとも一部が、誘電体パイプ１８１の外周面に接触していなくてもよい。予備電離外電極１８５は、電極１３４ａに固定されるスペーサ１８７に固定されている。

[0030] 予備電離内電極１８３は、不図示の予備電離コンデンサを介して、パルス圧縮回路１５０に電気的に接続されている。予備電離外電極１８５は、電極ホルダ部１３７を介して電極１３４ａに電気的に接続されると共に、電極ホルダ部１３７及び配線１３７ａを介して放電チャンバ１３１に電気的に接続されている。従って、予備電離外電極１８５は、グランドに電気的に接続されている。予備電離内電極１８３と予備電離外電極１８５とにパルス圧縮回路１５０から高電圧が印加されることで、予備電離外電極１８５の端部の近傍にコロナ放電が生じる。このコロナ放電は、電極１３４ａ，１３４ｂ間に生じるグロー放電の安定した生成を補助する。

[0031] 放電チャンバ１３１の内部空間における電極ホルダ部１３７を基準として電極１３４ａ側とは反対側には、クロスフローファン１４９及び熱交換器１４８が配置されている。放電チャンバ１３１のクロスフローファン１４９及び熱交換器１４８が配置される空間は、電極１３４ａと電極１３４ｂとの間の空間と連通している。熱交換器１４８は、クロスフローファン１４９の脇に配置され、冷却媒体が流れる不図示の配管に接続されるラジエタである。図２に示すように、クロスフローファン１４９は放電チャンバ１３１の外部に配置されているモータ１４９ａに接続され、モータ１４９ａの回転によって回転する。クロスフローファン１４９が回転することで、放電チャンバ１３１の内部空間に封入されるレーザガスは、図３の矢印で示すように循環する。循環するレーザガスの少なくとも一部は熱交換器１４８を通過して、レ

ーザガスの温度は調節される。

[0032] 放電チャンバ１３１の壁面には、一対のウインドウ１３９ａ，１３９ｂが設けられている。ウインドウ１３９ａは放電チャンバ１３１におけるレーザ光の進行方向における一端側に位置し、ウインドウ１３９ｂは当該進行方向における他端側に位置し、ウインドウ１３９ａ，１３９ｂは電極１３４ａと電極１３４ｂとの間の空間を挟み込む。ウインドウ１３９ａ，１３９ｂは、レーザ光の反射が抑制されるように、レーザ光の進行方向に対してブリュースター角をなすように傾斜している。後述のように発振するレーザ光は、ウインドウ１３９ａ，１３９ｂを経由して放電チャンバ１３１の外部に出射する。上記のようにパルス圧縮回路１５０によりパルス状の高電圧が電極１３４ａと電極１３４ｂとの間に印加されるため、このレーザ光はパルスレーザ光である。

[0033] 狭帯域化モジュール１４５は、筐体１４５ａと、筐体１４５ａの内部空間に配置されるプリズム１４５ｂ、グレーティング１４５ｃ、及び不図示の回転ステージとを含む。筐体１４５ａには開口が形成されており、筐体１４５ａは開口を介して放電チャンバ１３１のリア側に接続されている。

[0034] プリズム１４５ｂは、ウインドウ１３９ａから出射する光のビーム幅を拡大させて、当該光をグレーティング１４５ｃに入射させる。また、プリズム１４５ｂは、グレーティング１４５ｃからの反射光のビーム幅を縮小させると共に、その光を、ウインドウ１３９ａを介して、放電チャンバ１３１の内部空間に戻す。プリズム１４５ｂは、回転ステージに支持されており、回転ステージによって回転する。プリズム１４５ｂの回転により、グレーティング１４５ｃに対する光の入射角が変更され、グレーティング１４５ｃからプリズム１４５ｂを経由して放電チャンバ１３１に戻る光の波長を選択することができる。図２では、１つのプリズム１４５ｂが配置されている例が示されているが、プリズムは少なくとも１つ配置されていればよい。

[0035] グレーティング１４５ｃの表面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設けられている。各溝の断面形状は、例えば、直角

三角形である。プリズム１４５ｂからグレーティング１４５ｃに入射する光は、これらの溝によって反射される際、波長に応じた方向に回折される。グレーティング１４５ｃは、プリズム１４５ｂからグレーティング１４５ｃに入射する光の入射角と、所望波長の回折光の回折角とが一致するようにリトロー配置されている。これにより、所望の波長付近の光がプリズム１４５ｂを経由して放電チャンバ１３１に戻される。

[0036] 出力結合ミラー１４７は、放電チャンバ１３１のフロント側に接続されている光路管１４７ａの内部空間に配置され、ウインドウ１３９ｂと向かい合う。出力結合ミラー１４７は、ウインドウ１３９ｂから出射されるレーザ光の一部をモニタモジュール１６０に向けて透過させて、他の一部を反射させてウインドウ１３９ｂを経由して放電チャンバ１３１の内部空間に戻す。こうしてグレーティング１４５ｃと出力結合ミラー１４７とでファブリペロー型のレーザ共振器が構成される。

[0037] モニタモジュール１６０は、出力結合ミラー１４７から出射するレーザ光の光路上に配置されている。モニタモジュール１６０は、筐体１６１と、筐体１６１の内部空間に配置されるビームスプリッタ１６３及び光センサ１６５とを含む。筐体１６１には開口が形成されており、この開口を通じて筐体１６１の内部空間は光路管１４７ａの内部空間と連通している。

[0038] ビームスプリッタ１６３は、出力結合ミラー１４７から出射したレーザ光の一部をシャッタ１７０に向けて透過させると共に、レーザ光の他の一部を光センサ１６５の受光面に向けて反射する。光センサ１６５は、受光面に入射したレーザ光のエネルギーＥを示す信号をレーザプロセッサ１９０に出力する。

[0039] 本開示のレーザプロセッサ１９０は、制御プログラムが記憶された記憶装置１９０ａと、制御プログラムを実行するＣＰＵ（Central Processing Unit）１９０ｂとを含む処理装置である。レーザプロセッサ１９０は、本開示に含まれる各種処理を実行するために特別に構成またはプログラムされている。また、レーザプロセッサ１９０は、ガスレーザ装置１００全体を制御する

。

[0040] レーザプロセッサ１９０は、露光装置２００の露光プロセッサ２３０との間で各種信号を送受信する。例えば、レーザプロセッサ１９０は、露光プロセッサ２３０から、後述する発光トリガＴｒ、及び、目標エネルギーＥｔ等を示す信号を受信する。目標エネルギーＥｔは、露光工程で使用されるレーザ光のエネルギーの目標値である。レーザプロセッサ１９０は、光センサ１６５及び露光プロセッサ２３０から受信したエネルギーＥ及び目標エネルギーＥｔを基に充電器１４１の充電電圧を制御する。充電電圧が制御されることにより、レーザ光のエネルギーが制御される。また、レーザプロセッサ１９０は、シャッタ１７０に電気的に接続され、シャッタ１７０の開閉を制御する。

[0041] レーザプロセッサ１９０は、モニタモジュール１６０から受信するエネルギーＥと露光プロセッサ２３０から受信する目標エネルギーＥｔとの差ΔＥが許容範囲内となるまではシャッタ１７０を閉じる。また、レーザプロセッサ１９０は、差ΔＥが許容範囲内となったら、発光トリガＴｒの受信準備が完了したことを知らせる受信準備完了信号を露光プロセッサ２３０に送信する。露光プロセッサ２３０は受信準備完了信号を受信すると発光トリガＴｒを示す信号をレーザプロセッサ１９０に送信し、レーザプロセッサ１９０は発光トリガＴｒを示す信号を受信するとシャッタ１７０を開ける。発光トリガＴｒは、露光プロセッサ２３０がレーザ発振器１３０をレーザ発振させるタイミング信号であり、外部トリガである。発光トリガＴｒは、レーザ光の所定の繰り返し周波数ｆと所定のパルス数Ｐとで規定されてもよい。レーザ光の繰り返し周波数ｆは、例えば、１００Ｈｚ以上１０ｋＨｚ以下である。

[0042] シャッタ１７０は、モニタモジュール１６０の筐体１６１のうちの光路管１４７ａが接続される側とは反対側に形成されている開口と連通する光路管１７１の内部空間の光路上に配置される。光路管１７１，１４７ａの内部空間や、筐体１６１，１４５ａの内部空間には、パージガスが供給及び充填されている。パージガスには、窒素（N_2）等の不活性ガスが含まれる。パージ

ガスは、不図示のパージガス供給源から不図示の配管を通じて供給される。また、光路管１７１は、筐体１１０の開口及び筐体１１０と露光装置２００とを接続している光路管５００を通じて露光装置２００に連通している。シャッタ１７０を通過したレーザ光は、露光装置２００に入射する。

[0043] 本開示の露光プロセッサ２３０は、制御プログラムが記憶された記憶装置と、制御プログラムを実行するＣＰＵとを含む処理装置である。露光プロセッサ２３０は、本開示に含まれる各種処理を実行するために特別に構成またはプログラムされている。また、露光プロセッサ２３０は、露光装置２００全体を制御する。

[0044] 次に、本例のメタルシール３１０ｂ，３１０ａの構成について説明する。なお、本例では、メタルシール３１０ｂとメタルシール３１０ａとは、概ね同様の構成であるため、メタルシール３１０ａについて説明する。

[0045] 図６は、メタルシール３１０ａの長手方向に垂直な断面の様子を示す図であり、図７は、メタルシール３１０ａの長手方向に沿った断面の様子を示す図である。図６、図７に示すように、本例のメタルシール３１０ａは、コイルバネ３２０と、外皮３３０とを含む。コイルバネ３２０は、金属の線材が所定のピッチで螺旋状に形成される構成である。外皮３３０は、金属の板状の部材が長手方向に垂直な断面の形状が概ねＣ型となるように加工された部材である。外皮３３０は、コイルバネ３２０の外周面を概ね囲っている。

[0046] 溝１３２ａ内に配置されたメタルシール３１０ａは、電気絶縁プレート１３５とチャンバ本体１３１Ｍとにより、径方向に押圧され、上記のように押圧方向に潰れるように変形して、チャンバ本体１３１Ｍと電気絶縁プレート１３５との隙間を封止している。同様に、溝１３２ｂ内に配置されたメタルシール３１０ｂは、上側チャンバ１３１ａと下側チャンバ１３１ｂとにより、径方向に押圧され、上記のように押圧方向に潰れるように変形して、上側チャンバ１３１ａと下側チャンバ１３１ｂとの隙間を封止している。

[0047] ２．２ 動作

次に、比較例のガスレーザ装置１００の動作について説明する。

[0048] ガスレーザ装置１００がレーザ光を出射する前の状態で、光路管１４７ａ，１７１，５００の内部空間や、筐体１４５ａ，１６１の内部空間には、不図示のパージガス供給源からパージガスが充填される。また、放電チャンバ１３１の内部空間には、不図示のレーザガス供給源からレーザガスが供給される。レーザガスが供給されると、レーザプロセッサ１９０はモータ１４９ａを制御してクロスフローファン１４９を回転させる。クロスフローファン１４９の回転によって、レーザガスは放電チャンバ１３１の内部空間を循環する。このとき、上側チャンバ１３１ａと下側チャンバ１３１ｂとの隙間はメタルシール３１０ｂにより封止され、チャンバ本体１３１Ｍと電気絶縁プレート１３５との隙間はメタルシール３１０ａにより封止されているため、レーザガスが放電チャンバ１３１の外部に漏洩することが防止されている。

[0049] ガスレーザ装置１００がレーザ光を出射する際には、レーザプロセッサ１９０は、露光プロセッサ２３０から目標エネルギーＥｔを示す信号及び発光トリガＴｒを示す信号を受信する。レーザプロセッサ１９０は、目標エネルギーＥｔを示す信号を受信すると、シャッタ１７０を閉じて、充電器１４１を駆動させる。また、レーザプロセッサ１９０は、パルス圧縮回路１５０のスイッチ１５１をＯＮする。これにより、充電器１４１からの電流は、パルス圧縮回路１５０を介して、ピーキングコンデンサ１５３に充電される。このとき、ピーキングコンデンサ１５３は短時間に高い電位に充電される。そして、充電器１４１及びピーキングコンデンサ１５３から、電流導入端子１５７を介して、電極１３４ｂにパルス状の高電圧が短時間に印加される。なお、予備電離内電極１８３と予備電離外電極１８５との間に高電圧が印加されるタイミングは、電極１３４ａと電極１３４ｂとの間に高電圧が印加されるタイミングよりも僅かに早い。予備電離内電極１８３と予備電離外電極１８５との間に高電圧が印加されると、誘電体パイプ１８１及び予備電離外電極１８５の端部の近傍にコロナ放電が生じ、紫外光が放射される。紫外光が電極１３４ａと電極１３４ｂとの間のレーザガスを照射すると、電極１３４ａと電極１３４ｂとの間のレーザガスが予備電離される。予備電離後におい

て、上記のように電極１３４ａと電極１３４ｂとの間に高電圧が印加されると、電極１３４ａと電極１３４ｂとの間の主放電が起こる。

[0050] この主放電により、電極１３４ａと電極１３４ｂとの間のレーザガスに含まれるレーザ媒質は励起状態とされて、レーザ媒質が基底状態に戻る際に光を放出する。この光によりグレーティング１４５ｃと出力結合ミラー１４７との間で光が共振し、光は放電チャンバ１３１の内部空間における放電空間を通過するたびに増幅され、レーザ発振が起こる。共振するレーザ光の一部は、パルスレーザ光として出力結合ミラー１４７を透過して、ビームスプリッタ１６３に進行する。

[0051] ビームスプリッタ１６３に進行したレーザ光のうちの一部は、ビームスプリッタ１６３で反射され、光センサ１６５で受光される。光センサ１６５は、受光したレーザ光のエネルギーＥを計測し、エネルギーＥを示す信号をレーザプロセッサ１９０に出力する。レーザプロセッサ１９０は、エネルギーＥと目標エネルギーＥｔとの差ΔＥが許容範囲内になるように充電電圧を制御し、差ΔＥが許容範囲内となった後、発光トリガＴｒの受信準備が完了したこと示す受信準備完了信号を露光プロセッサ２３０に送信する。

[0052] 露光プロセッサ２３０は、受信準備完了信号を受信すると、発光トリガＴｒをレーザプロセッサ１９０に送信する。発光トリガＴｒの受信に同期してレーザプロセッサ１９０がシャッタ１７０を開けると、シャッタ１７０を通過したレーザ光は露光装置２００に入射する。このレーザ光は、例えば中心波長が１９３ｎｍのパルスレーザ光である。

[0053] ２．３ 課題

上記のように、メタルシール３１０ａは、直線部３５１ａと湾曲部３５２ａとを含んでいる。メタルシール３１０ａの湾曲部３５２ａは、直線部３５１ａに比べて、チャンバ本体１３１Ｍと電気絶縁プレート１３５とによる押圧方向に潰れにくい傾向にある。湾曲部３５２ａにおいて、メタルシール３１０ａが十分に潰れない場合、電気絶縁プレート１３５とチャンバ本体１３１Ｍとの距離が設計値と異なる懸念が生じる。このため、電気絶縁プレート

１３５に固定される電極１３４ｂと、電極ホルダ部１３７上に配置される電極１３４ａとの距離が設計値と異なる懸念が生じる。また、上記のように、メタルシール３１０ｂは、直線部３５１ｂと湾曲部３５２ｂとを含んでいる。メタルシール３１０ｂの湾曲部３５２ｂは、直線部３５１ｂに比べて、上側チャンバ１３１ａと下側チャンバ１３１ｂとによる押圧方向に潰れにくい傾向にある。メタルシール３１０ｂの湾曲部３５２ｂが十分に潰れない場合、上側チャンバ１３１ａと下側チャンバ１３１ｂとの距離が設計値と異なり、下側チャンバ１３１ｂに対する放電チャンバ１３１から出射するレーザ光の相対的な位置が設計値と異なる懸念が生じる。従って、湾曲部３５２ａ，３５２ｂが十分に潰れない場合、設計値と異なるレーザ光が出射する可能性がある。

[0054] そこで、以下の実施形態では、設計値通りにレーザ光が出射し得る放電チャンバ１３１が例示される。

[0055] ３．実施形態１の説明

次に、実施形態１のガスレーザ装置用放電チャンバである放電チャンバ１３１について説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。また、一部の図面では、見易さのため、部材の一部を省略または簡略して記載する場合がある。

[0056] ３．１ 構成

図８は、本実施形態の放電チャンバ１３１に用いられるメタルシール３１０ａの長手方向に沿った断面図である。本実施形態のメタルシール３１０ａは、湾曲部３５２ａを直線状にした場合に、湾曲部３５２ａにおけるコイルバネ３２０を構成する線材の巻ピッチが、直線部３５１ａにおける線材の巻ピッチより大きい点において、比較例のメタルシール３１０ａと異なる。従って、本実施形態のメタルシール３１０ａでは、湾曲部３５２ａを直線状にした場合における径方向のばね定数が、直線部３５１ａの径方向のばね定数より小さい。メタルシール３１０ａは、特定の径方向に押圧されて潰される

ため、本実施形態のメタルシール３１０ａでは、湾曲部３５２ａを直線状にした場合における押圧方向のばね定数が、直線部３５１ａの押圧方向のばね定数より小さい。ばね定数とは、物体に掛かる力を当該物体の変形量で除したものである。従って、湾曲部３５２ａを直線状にした場合において、押圧方向に所定の力を加える場合、湾曲部３５２ａ潰れ方は、直線部３５１ａの潰れ方よりも大きい。本例では、直線部３５１ａにおいて、コイルバネ３２０を構成する互いに隣り合う線材同士が隙間なく接触しており、湾曲部３５２ａを直線状にした場合に、湾曲部３５２ａの互いに隣り合う線材間に隙間が形成されている。

[0057] なお、図５の状態において、メタルシール３１０ａの湾曲部３５２ａにおける押圧方向のばね定数は、直線部３５１ａの押圧方向のばね定数と同じであることが好ましい。

[0058] 次に、湾曲部３５２ａを直線状にした場合における押圧方向のばね定数が、直線部３５１ａの押圧方向のばね定数より小さい構成の変形例について説明する。

[0059] 図９は、メタルシール３１０ａの第１変形例における長手方向に沿った断面図である。図９に示すように、本変形例では、湾曲部３５２ａにおけるコイルバネ３２０を構成する線材の巻ピッチが、直線部３５１ａにおける線材の巻ピッチより大きく、湾曲部３５２ａにおける線材間にリテーナ３２１が配置されている。リテーナ３２１は、板状の部材であり、面内方向の大きさがコイルバネ３２０の直径よりも小さい。従って、メタルシール３１０ａが押圧される押圧方向において、リテーナ３２１と外皮３３０との間に隙間が空いている。このため、リテーナ３２１がメタルシール３１０ａの潰れを阻害することが抑制されている。リテーナ３２１の材料としては、例えば樹脂を挙げることができる。リテーナ３２１が線材間に配置されることで、湾曲部３５２ａにおいて、線材の巻ピッチが小さくなることが抑制され、湾曲部３５２ａにおける押圧方向のばね定数が増加することを抑えることができる。

[0060] 図１０は、メタルシール３１０ａの第２変形例における長手方向に沿った断面図である。図１０に示すように、本変形例では、湾曲部３５２ａにおけるコイルバネ３２０を構成する線材の太さが、直線部３５１ａにおける線材の太さより小さい。なお、本例では、湾曲部３５２ａにおける線材の巻ピッチと直線部３５１ａにおける線材の巻ピッチとが同一である。ただし、湾曲部３５２ａにおける線材の巻ピッチが直線部３５１ａにおける線材の巻ピッチより大きくても小さくてもよい。本例の場合、線材の巻ピッチによらず、湾曲部３５２ａの押圧方向のばね定数を減少させ得る。

[0061] 図１１は、メタルシール３１０ａの第３変形例における長手方向に沿った断面図である。図１１に示すように、本変形例では、湾曲部３５２ａにおけるコイルバネ３２０を構成する線材の太さや線材の巻ピッチは、直線部３５１ａにおける線材の太さや線材の巻ピッチと同様である。ただし、本変形例では、直線部３５１ａと湾曲部３５２ａとで線材の材料が互いに異なり、湾曲部３５２ａにおけるコイルバネ３２０を構成する線材のヤング率が、直線部３５１ａにおける線材のヤング率より小さい。湾曲部３５２ａにおける線材の材料としては、例えば、ステンレス鋼を挙げることができ、直線部３５１ａにおける線材の材料としては、例えば、鋼を挙げることができる。直線部３５１ａと湾曲部３５２ａとの境界において、材料の異なる線材同士が、例えば溶接により接続されている。

[0062] なお、湾曲部３５２ａを直線状にした場合における押圧方向のばね定数が、直線部３５１ａの押圧方向のばね定数より小さい限りにおいて、図８から図１１を用いて説明されるメタルシール３１０ａの構成が適宜組み合わされてもよい。

[0063] また、本実施形態の放電チャンバ１３１に用いられるメタルシール３１０ｂは、メタルシール３１０ａと概ね同様の構成であるため、メタルシール３１０ｂにおいても、湾曲部３５２ｂを直線状にした場合における押圧方向のばね定数が、直線部３５１ｂの押圧方向のばね定数より小さい。

[0064] ３．２ 作用・効果

本実施形態の放電チャンバ１３１では、メタルシール３１０ａ，３１０ｂにおける湾曲部３５２ａ，３５２ｂを直線状にした場合における押圧方向のばね定数が、直線部３５１ａ，３５１ｂの押圧方向のばね定数より小さい。このため、湾曲部３５２ａ，３５２ｂを直線状にした場合における押圧方向のばね定数と、直線部３５１ａ，３５１ｂの押圧方向のばね定数とが同じ場合と比べて、メタルシール３１０ａ，３１０ｂは、湾曲部３５２ａ，３５２ｂにおいて潰れやすい。従って、湾曲部３５２ａにおいてメタルシール３１０ａが十分に潰れないために電気絶縁プレート１３５とチャンバ本体１３１Ｍとの距離が設計値と異なることが抑制される。従って、電極１３４ｂと電極１３４ａとの距離が設計値と異なることが抑制される。また、メタルシール３１０ｂの湾曲部３５２ｂが十分に潰れないために上側チャンバ１３１ａと下側チャンバ１３１ｂとの距離が設計値と異なることが抑制され、放電チャンバ１３１から出射するレーザ光の下側チャンバ１３１ｂに対する相対的な位置が設計値と異なることが抑制される。従って、本実施形態の放電チャンバ１３１によれば、設計値通りにレーザ光が出射し得る。

[0065] ４．実施形態２の説明

次に、実施形態２のガスレーザ装置用放電チャンバである放電チャンバ１３１について説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0066] ４．１　構成

図１２は、本実施形態の放電チャンバ１３１に用いられるメタルシール３１０ａの長手方向に沿った断面図である。図１２に示すように、本実施形態のメタルシール３１０ａは、金属管３４０から構成される点において、実施形態１のメタルシール３１０ａと異なる。本実施形態では、湾曲部３５２ａにおける金属管３４０の肉厚は、直線部３５１ａにおける金属管３４０の肉厚より小さい。従って、湾曲部３５２ａにおける金属管３４０の内周面の直径は、直線部３５１ａにおける金属管３４０の内周面の直径よりも大きい。

従って、本実施形態のメタルシール３１０ａでは、湾曲部３５２ａを直線状にした場合における径方向のばね定数が、直線部３５１ａの径方向のばね定数より小さい。このため、本実施形態のメタルシール３１０ａでは、湾曲部３５２ａを直線状にした場合における押圧方向のばね定数が、直線部３５１ａの押圧方向のばね定数より小さい。上記のように、ばね定数とは、物体に掛かる力を当該物体の変形量で除したものであるため、本実施形態においても、湾曲部３５２ａを直線状にした場合において、押圧方向に所定の力を加える場合、湾曲部３５２ａ潰れ方は、直線部３５１ａの潰れ方よりも大きい。

[0067] なお、本実施形態において、実施形態１の第３変形例のように、直線部３５１ａと湾曲部３５２ａとで金属管３４０を構成する材料が互いに異なり、湾曲部３５２ａにおける金属管３４０を構成する材料のヤング率が、直線部３５１ａにおける金属管３４０を構成する材料のヤング率より小さくされてもよい。この場合、湾曲部３５２ａにおける金属管３４０の材料としては、例えば、ステンレス鋼を挙げることができ、直線部３５１ａにおける金属管３４０の材料としては、例えば、鋼を挙げることができる。直線部３５１ａと湾曲部３５２ａとの境界において、材料の異なる金属管同士が、例えば溶接により接続されている。

[0068] なお、本実施形態においても、図５の状態において、メタルシール３１０ａの湾曲部３５２ａにおける押圧方向のばね定数は、直線部３５１ａの押圧方向のばね定数と同じであることが好ましい。また、本実施形態においても、メタルシール３１０ｂは、メタルシール３１０ａと概ね同様の構成である。本実施形態のメタルシール３１０ｂにおいても、湾曲部３５２ｂを直線状にした場合における押圧方向のばね定数が、直線部３５１ｂの押圧方向のばね定数より小さい。

[0069] ４．２　作用・効果

本実施形態の放電チャンバ１３１においても、実施形態１と同様に設計値通りにレーザ光が出射し得る。

[0070] なお、本実施形態と異なるが、金属管３４０の肉厚が直線部３５１ａと湾曲部３５２ａとで一定であり、湾曲部３５２ａにおける金属管３４０を構成する材料のヤング率が、直線部３５１ａにおける金属管３４０を構成する材料のヤング率より小さくされてもよい。

[0071] 以上、本発明について実施形態を例に説明したが、本発明は、適宜変更が可能である。例えば、メタルシール３１０ａ，３１０ｂの構成は、湾曲部３５２ａを直線状にした場合における押圧方向のばね定数が、直線部３５１ａの押圧方向のばね定数より小さい限りにおいて、上記実施形態と異なる構成であってもよい。また、上記実施形態では、メタルシール３１０ａ，３１０ｂは概ね矩形の形状である。しかし、メタルシール３１０ａ，３１０ｂの形状は、直線部３５１ａ，３５１ｂと湾曲部３５２ａ，３５２ｂとを含む限りにおいて、矩形でなくてもよい。メタルシール３１０ａ，３１０ｂの形状が矩形以外である変形例について説明する。図１３は、メタルシール３１０ａの他の変形例を示す図である。図１３に示すように、メタルシール３１０ａは、直線部３５１ａと湾曲部３５２ａとを含むレーストラック形状である。また、特に図示しないが、メタルシール３１０ｂの形状もレーストラック形状であってもよい。

[0072] また、メタルシール３１０ａ，３１０ｂが概ね同様の構成でなくてもよい。具体的には、例えば、メタルシール３１０ａが上記実施形態の構成とされ、メタルシール３１０ｂが上記実施形態と異なる構成とされてもよい。

[0073] また、第１チャンバ部品及び第２チャンバ部品として、上側チャンバ１３１ａ及び下側チャンバ１３１ｂの例と、チャンバ本体１３１Ｍ及び電気絶縁プレート１３５の例とを挙げた。しかし、第１チャンバ部品及び第２チャンバ部品は、互いに組み合わされることで放電チャンバ１３１の内部空間の少なくとも一部を囲う部品であれば、他の部品でも良い。

[0074] 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、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て使用

することも当業者には明らかである。本明細書及び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り、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] 内部空間に互いに間隔をあけて対向する一対の放電電極が配置され、レーザガスが封入されるガスレーザ装置用放電チャンバであって、

互いに組み合わされることで前記内部空間の少なくとも一部を囲う第１チャンバ部品及び第２チャンバ部品と、

直線部と湾曲部とを含み、前記第１チャンバ部品と前記第２チャンバ部品との間に配置され、前記第１チャンバ部品と前記第２チャンバ部品とに押圧されて、前記第１チャンバ部品と前記第２チャンバ部品との隙間を封止するメタルシールと、

を備え、

前記メタルシールの前記湾曲部を直線状にした場合における押圧方向のばね定数は、前記直線部の前記押圧方向のばね定数より小さい

ガスレーザ装置用放電チャンバ。

[請求項2] 請求項１に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記メタルシールは、金属の外皮と、

前記外皮に囲われるコイルバネと、

を含む。

[請求項3] 請求項２に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記湾曲部における前記コイルバネを構成する線材の巻ピッチは、前記直線部における前記巻ピッチより大きい。

[請求項4] 請求項３に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記湾曲部における前記線材間にリテーナが配置される。

[請求項5] 請求項４に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記リテーナは樹脂から成る。

[請求項6] 請求項２に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記湾曲部における前記コイルバネを構成する線材の太さは、前記直線部における前記線材の太さより小さい。

[請求項7] 請求項２に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記湾曲部における前記コイルバネを構成する線材のヤング率は、前記直線部における前記線材のヤング率より小さい。

[請求項8] 請求項７に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記湾曲部における前記線材は、ステンレス鋼であり、

前記直線部における前記線材は、鋼である。

[請求項9] 請求項１に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記メタルシールは、金属管から成り、

前記湾曲部における前記金属管の肉厚は、前記直線部における前記肉厚より小さい。

[請求項10] 請求項１に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記メタルシールの前記湾曲部における押圧方向のばね定数は、前記直線部の押圧方向のばね定数と同じである。

[請求項11] 請求項１に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記第１チャンバ部品は前記ガスレーザ装置用放電チャンバの上側の少なくとも一部を構成する上側チャンバであり、前記第２チャンバ部品は前記ガスレーザ装置用放電チャンバの下側の少なくとも一部を構成する下側チャンバである。

[請求項12] 請求項１に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

前記第１チャンバ部品は前記ガスレーザ装置用放電チャンバの本体を構成し上部に開口を有するチャンバ本体であり、前記第２チャンバ部品は前記開口を塞ぐ蓋体である。

[請求項13] 請求項１２に記載のガスレーザ装置用放電チャンバであって、

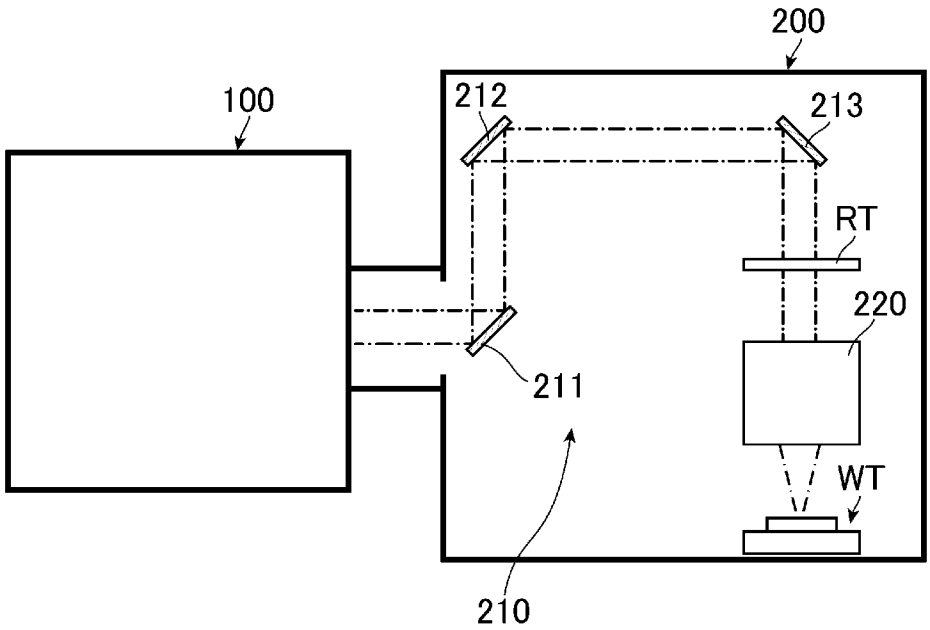
前記蓋体は、一方の前記放電電極が固定される絶縁プレートである。

[請求項14] 内部空間に互いに間隔をあけて対向する一対の放電電極が配置され、レーザガスが封入されるガスレーザ装置用放電チャンバであって、

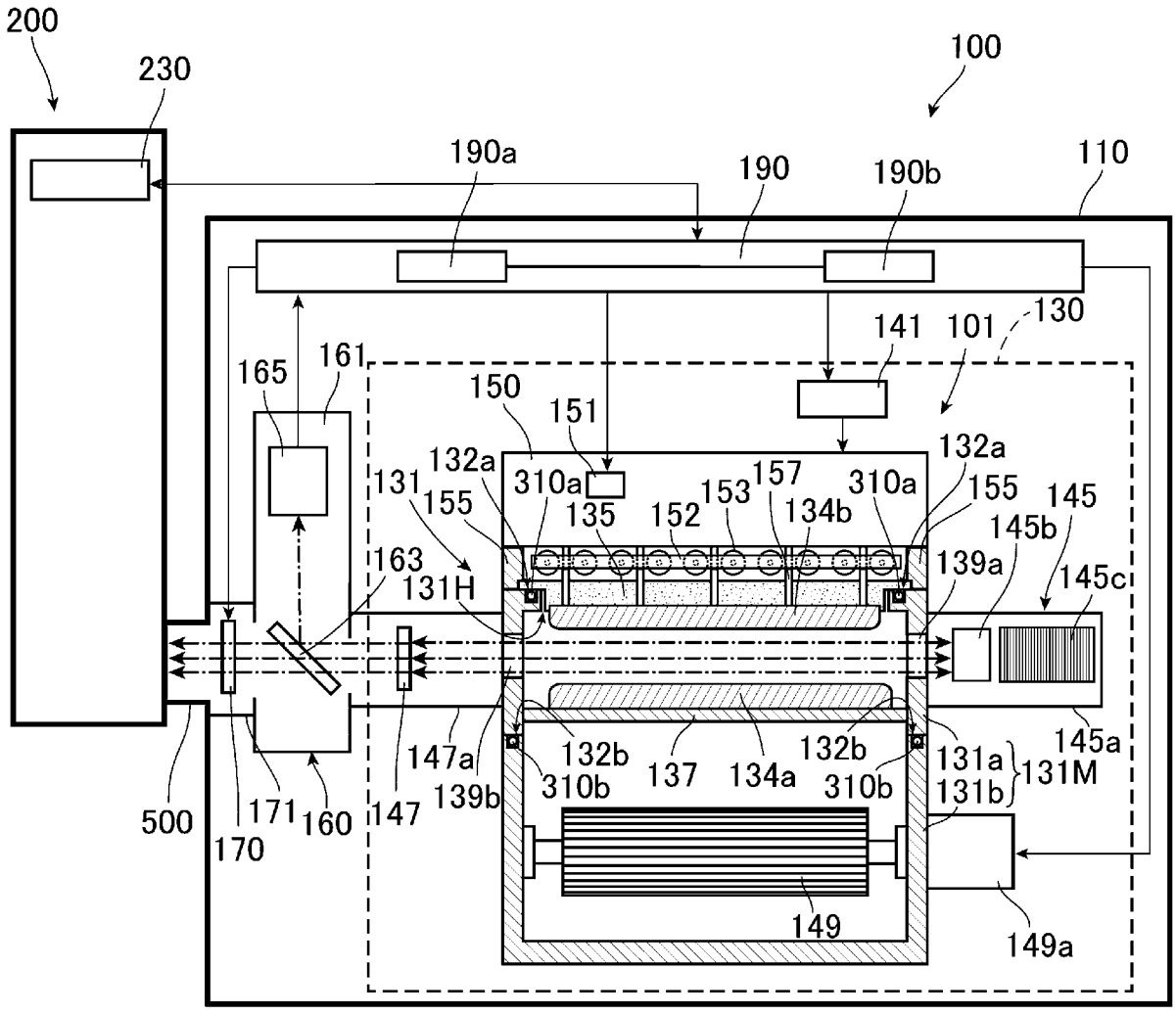
互いに組み合わされることで前記内部空間の少なくとも一部を囲う第１チャンバ部品及び第２チャンバ部品と、

直線部と湾曲部とを含み、前記第１チャンバ部品と前記第２チャンバ部品との間に配置され、前記第１チャンバ部品と前記第２チャンバ部品とに押圧されて、前記第１チャンバ部品と前記第２チャンバ部品との隙間を封止するメタルシールと、
を備え、
前記メタルシールの前記湾曲部を直線状にした場合における押圧方向のばね定数は、前記直線部の前記押圧方向のばね定数より小さいガスレーザ装置用放電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。

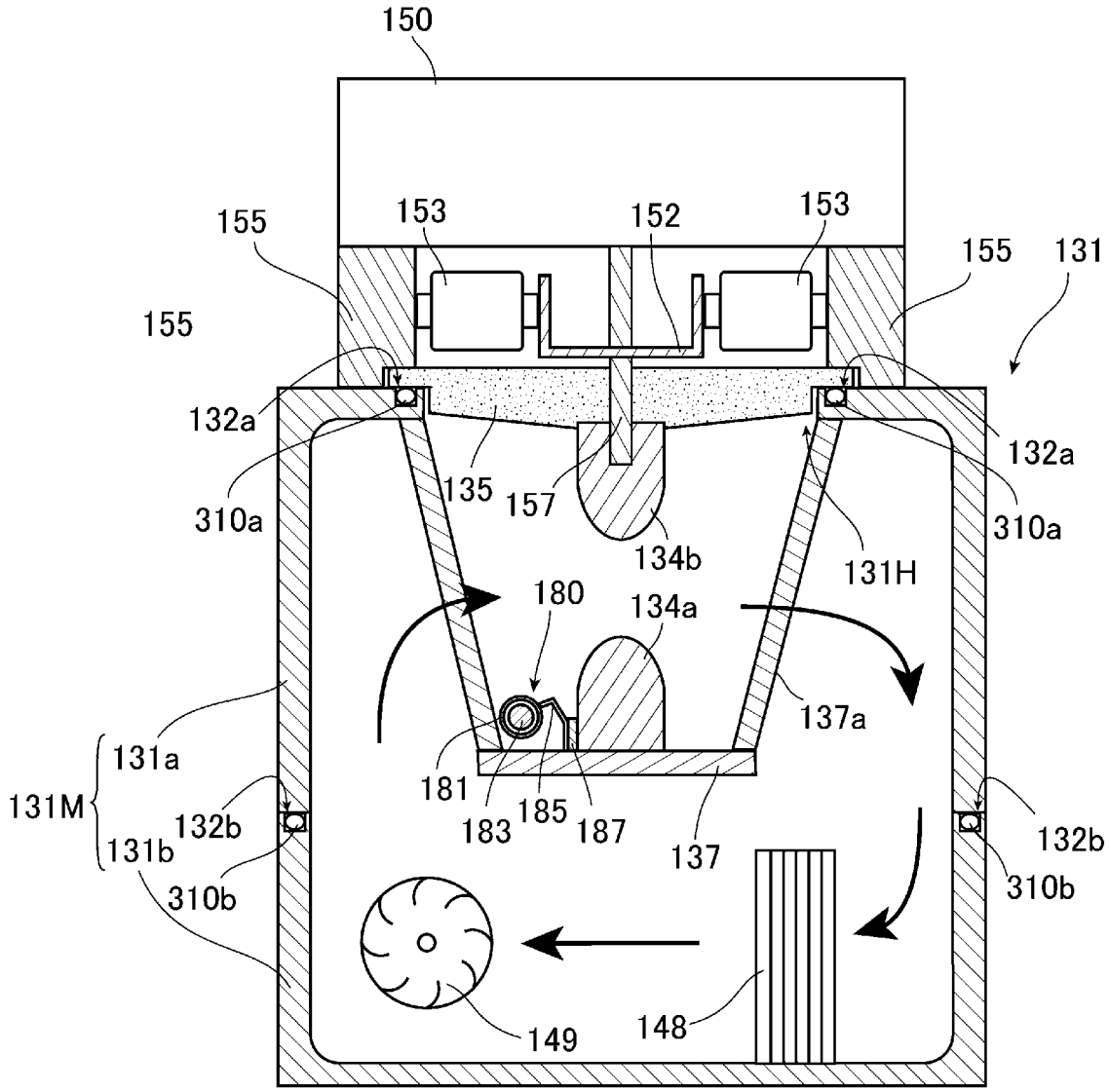
[図1]


200
100
212
213
RT
220
211
WT
210

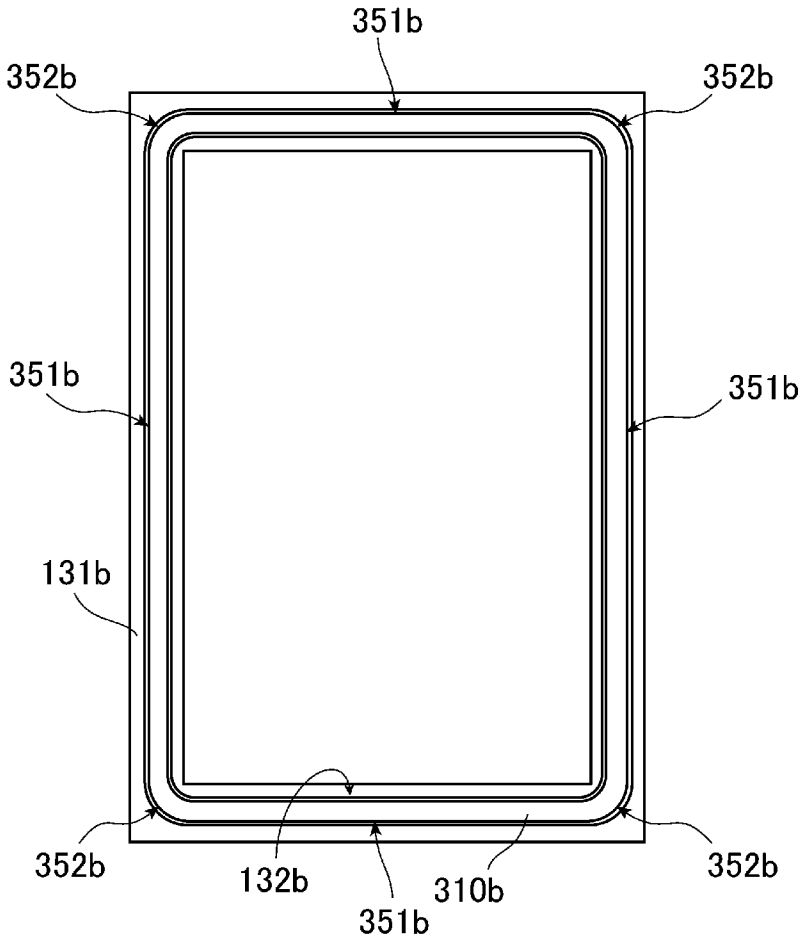
[図2]


200
230
100
190a
190
190b
110
141
101
130
165
161
150
151
132a
131
155
310a
135
152
153
157
134b
310a
132a
155
145
145b
145c
139a
163
131H
147a
139b
132b
310b
137
134a
132b
310b
131a
131b
131M
145a
500
171
170
160
147
149
149a

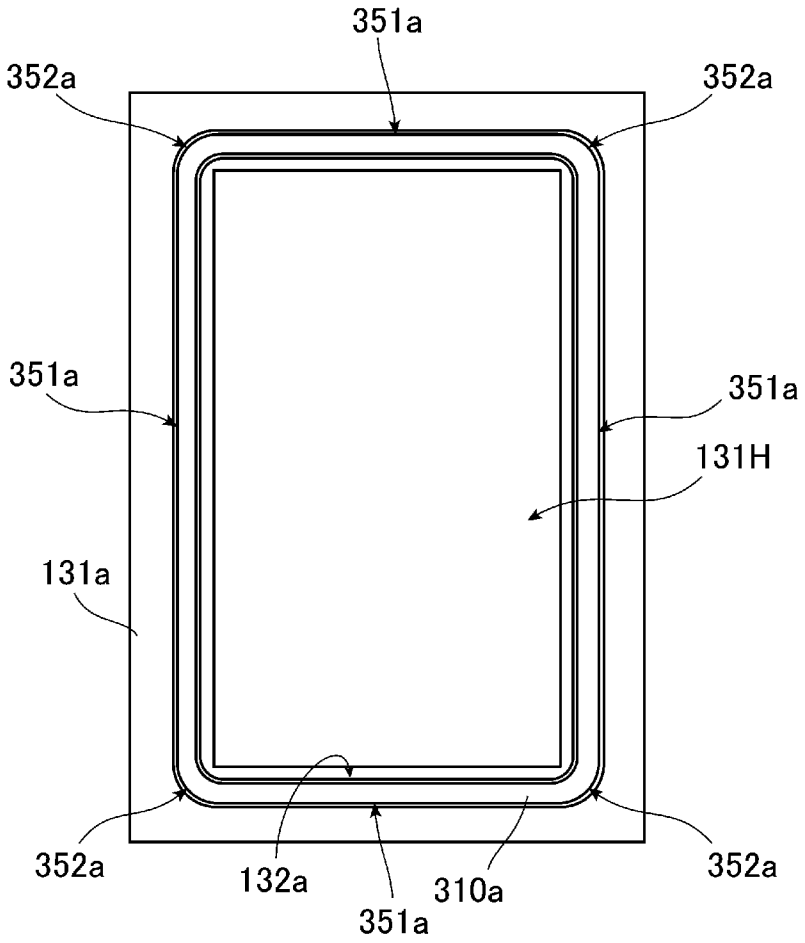
[図3]


150
155
153
152
153
155
131
155
132a
310a
135
157
134b
131H
132a
310a
180
134a
137a
131M
131a
131b
132b
310b
181
183
185
187
137
132b
310b
149
148

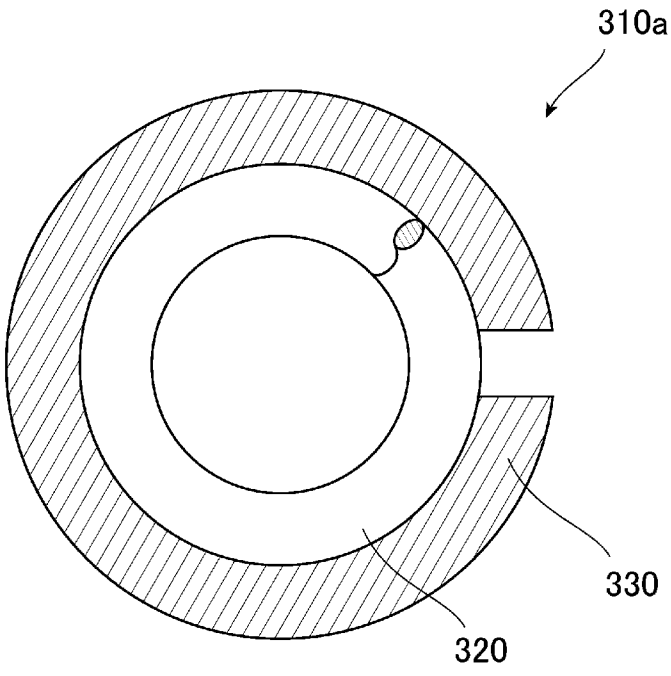
[図4]



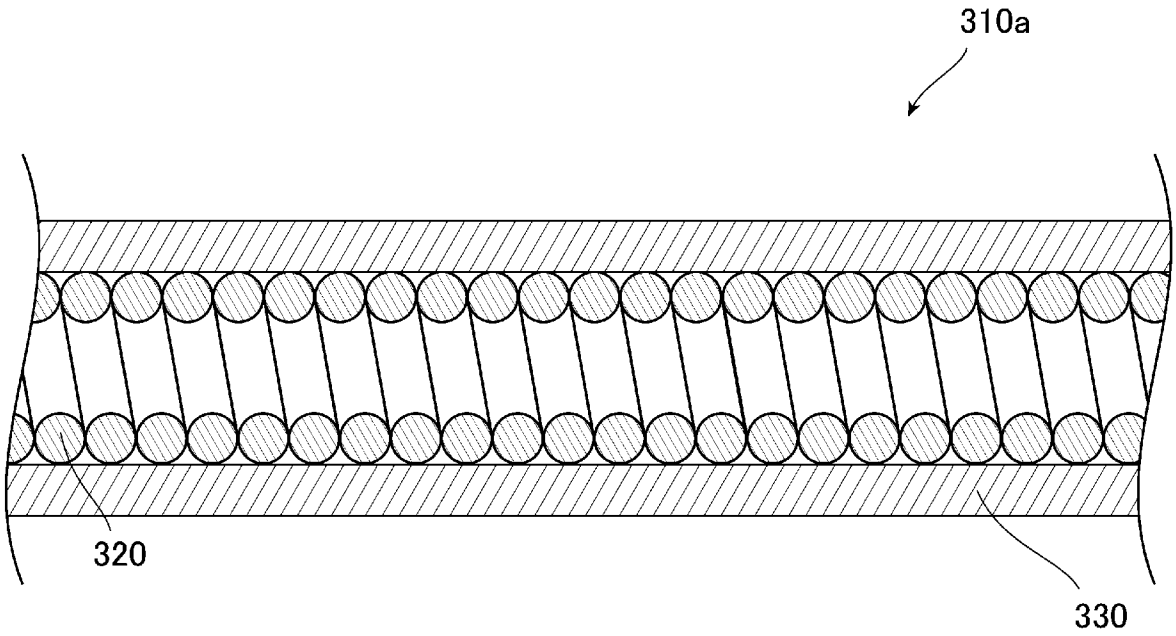
[図5]


351a
352a
352a
351a
351a
131H
131a
352a
132a
351a
310a
352a

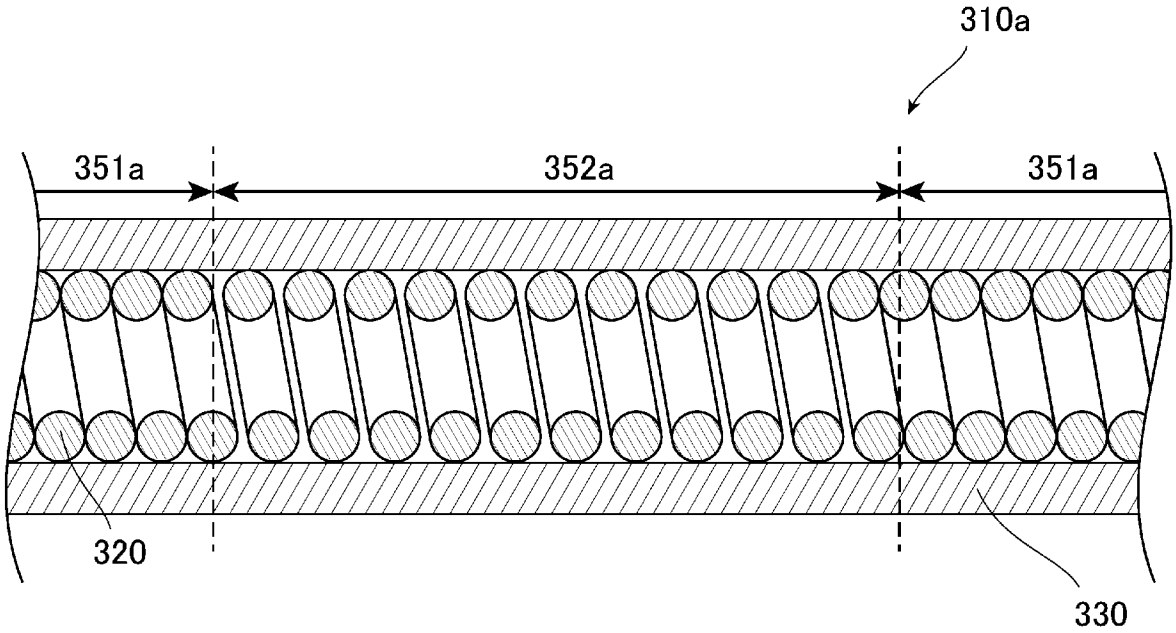
[図6]


310a
330
320

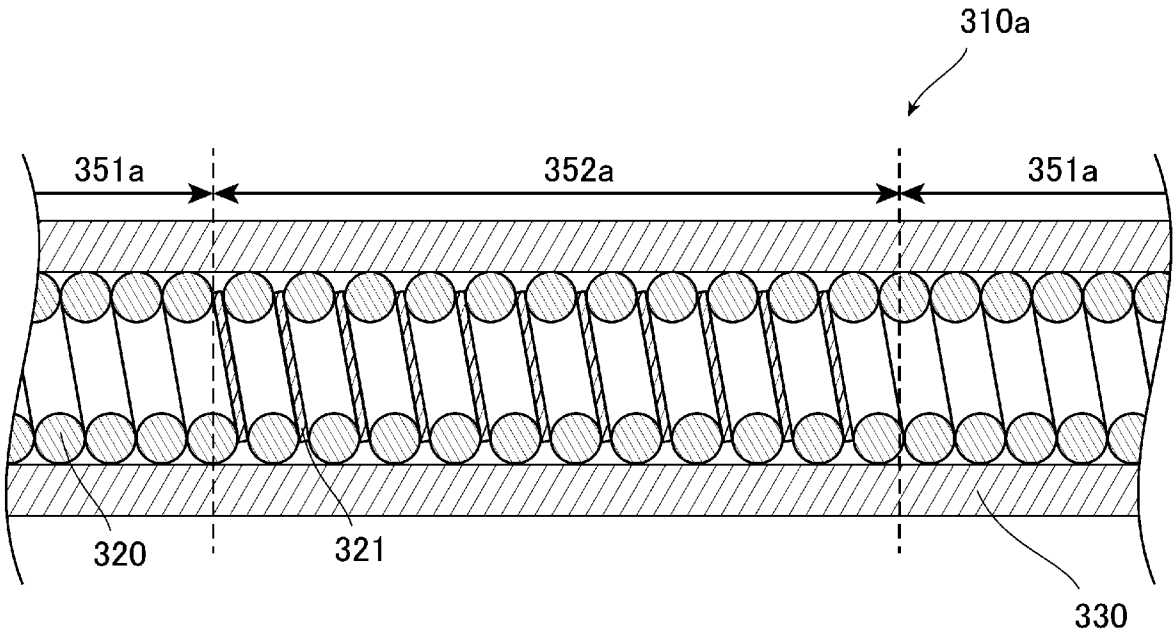
[図7]



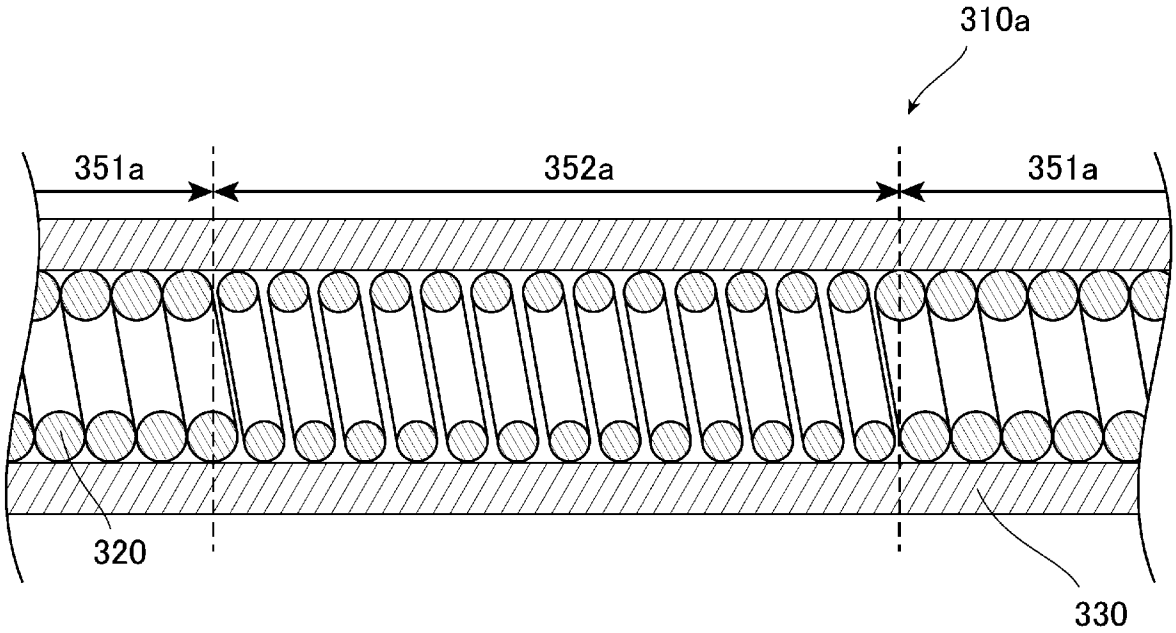
[図8]



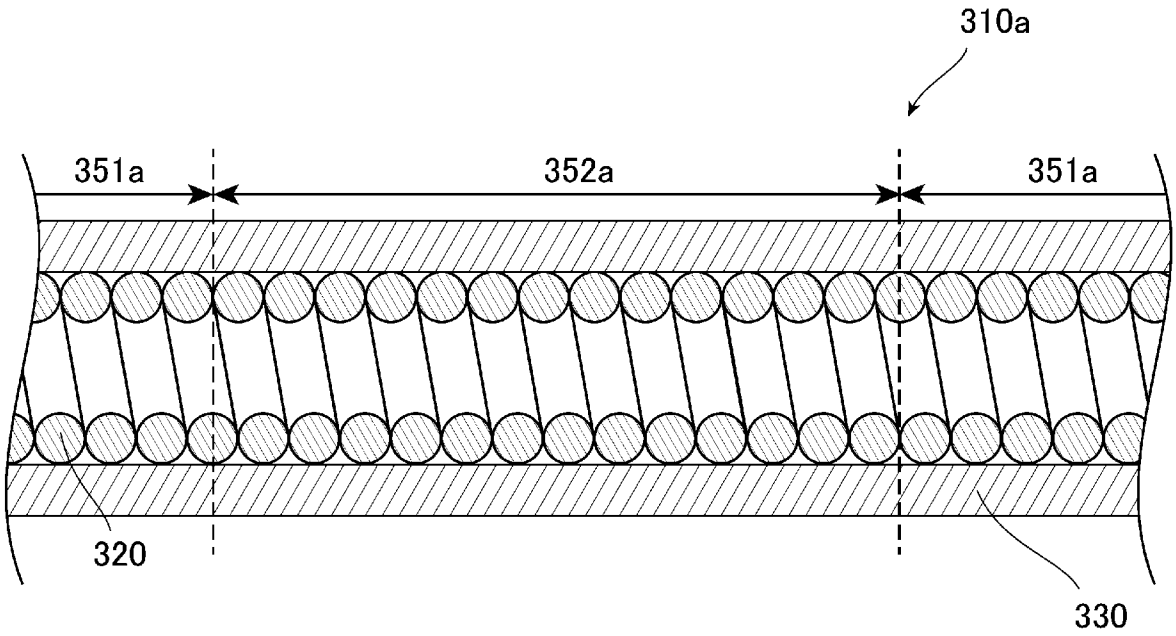
[図9]



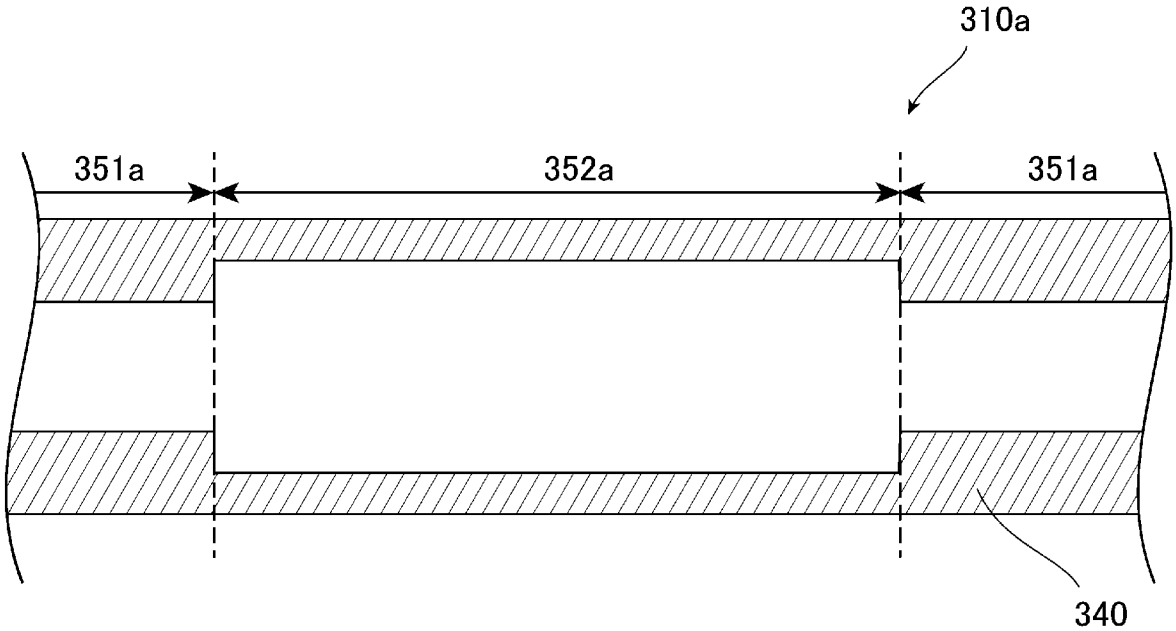
[図10]



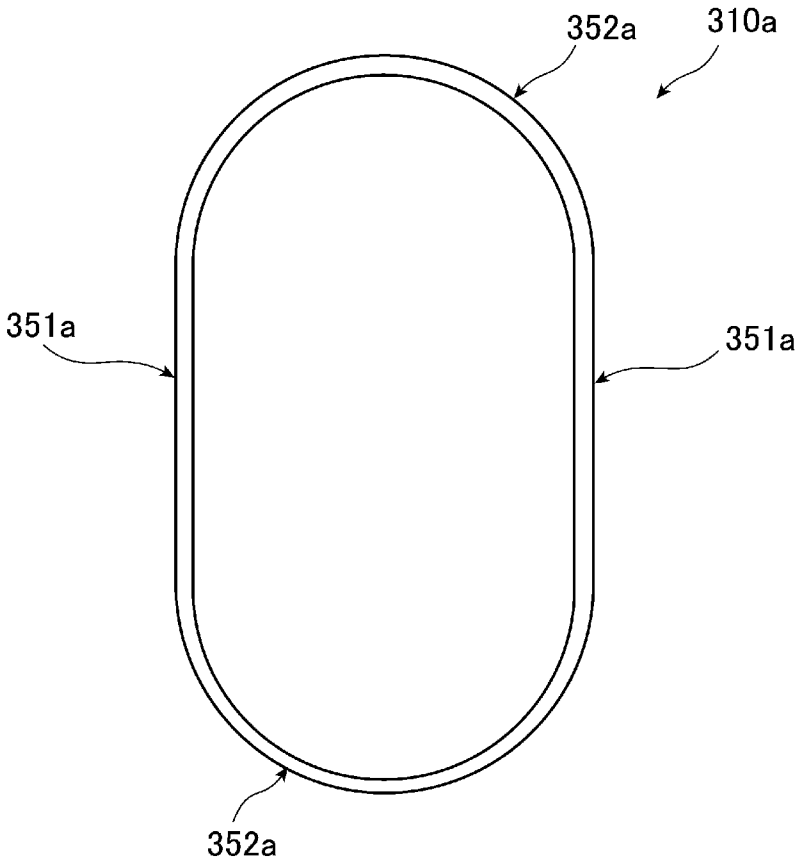
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/002744

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 3/03(2006.01)i
FI: H01S3/03 Z

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	WO 2019/207630 A1 (GIGAPHOTON INC.) 31 October 2019 (2019-10-31) entire text, all drawings	1-14
A	JP 9-246637 A (OMI, Tadahiro, CANON INC.) 19 September 1997 (1997-09-19) entire text, all drawings	1-14
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 039279/1976 (Laid-open No. 130682/1977) (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.) 04 October 1977 (1977-10-04), entire text, all drawings	1-14
A	JP 2022-73477 A (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) 17 May 2022 (2022-05-17) entire text, all drawings	1-14
A	WO 2008/156031 A1 (TOKYO ELECTRON LIMITED) 24 December 2008 (2008-12-24) entire text, all drawings	1-14
A	US 2005/0083984 A1 (BRAGIN, Igor et al.) 21 April 2005 (2005-04-21) entire text, all drawings	1-14

☑ 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	Date of mailing of the international search report
23 March 2023	**04 April 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/002744

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5048041 A (CYMER LASER TECHNOLOGIES) 10 September 1991 (1991-09-10) entire text, all drawings	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/002744

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2019/207630 A1	31 October 2019	US 2020/0403369 A1	
		CN 111801854 A	
		CN 114843868 A	
JP 9-246637 A	19 September 1997	(Family: none)	
JP 52-130682 U1	04 October 1977	(Family: none)	
JP 2022-73477 A	17 May 2022	(Family: none)	
WO 2008/156031 A1	24 December 2008	US 2010/0212592 A1	
		CN 101680090 A	
		KR 10-2010-0031679 A	
US 2005/0083984 A1	21 April 2005	(Family: none)	
US 5048041 A	10 September 1991	US 4959840 A	
		US 5018161 A	
		US 5018162 A	
		US 5023884 A	
		US 5027366 A	
		US 5029177 A	
		US 5033055 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/002744

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01S 3/03(2006.01)i
FI: H01S3/03 Z

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））

H01S3/00-3/30

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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
A	WO 2019/207630 A1 (ギガフォトン株式会社) 31.10.2019 (2019-10-31) 全文,全図	1-14
A	JP 9-246637 A (大見　忠弘, キヤノン株式会社) 19.09.1997 (1997-09-19) 全文,全図	1-14
A	日本国実用新案登録出願51-039279号(日本国実用新案登録出願公開52-130682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（東京芝浦電気株式会社）04.10.1977 (1977-10-04) 全文,全図	1-14
A	JP 2022-73477 A (株式会社東芝) 17.05.2022 (2022-05-17) 全文,全図	1-14
A	WO 2008/156031 A1 (東京エレクトロン株式会社) 24.12.2008 (2008-12-24) 全文,全図	1-14
A	US 2005/0083984 A1 (BRAGIN, Igor et al.) 21.04.2005 (2005-04-21) 全文,全図	1-14
A	US 5048041 A (CYMER LASER TECHNOLOGIES) 10.09.1991 (1991-09-10) 全文,全図	1-14

☐ 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
“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	国際調査報告の発送日
23.03.2023	04.04.2023

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）
百瀬　正之 2K 4084

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

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/JP2023/002744

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/207630 A1	31.10.2019	US 2020/0403369 A1	
		CN 111801854 A	
		CN 114843868 A	
JP 9-246637 A	19.09.1997	（ファミリーなし）	
JP 52-130682 U1	04.10.1977	（ファミリーなし）	
JP 2022-73477 A	17.05.2022	（ファミリーなし）	
WO 2008/156031 A1	24.12.2008	US 2010/0212592 A1	
		CN 101680090 A	
		KR 10-2010-0031679 A	
US 2005/0083984 A1	21.04.2005	（ファミリーなし）	
US 5048041 A	10.09.1991	US 4959840 A	
		US 5018161 A	
		US 5018162 A	
		US 5023884 A	
		US 5027366 A	
		US 5029177 A	
		US 5033055 A	