(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 10 月 20 日(20.10.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/167339 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) *H01L 21/677* (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/062089

(22) 国際出願日: 2016 年 4 月 15 日(15.04.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-085469 2015 年 4 月 17 日(17.04.2015) JP
特願 2015-171655 2015 年 9 月 1 日(01.09.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 柴崎 祐一 (SHIBAZAKI, Yuichi); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 立石 篤司(TATEISHI, Atsuji); 〒2060035 東京都多摩市唐木田一丁目５３番地９ 唐木田センタービル 立石国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

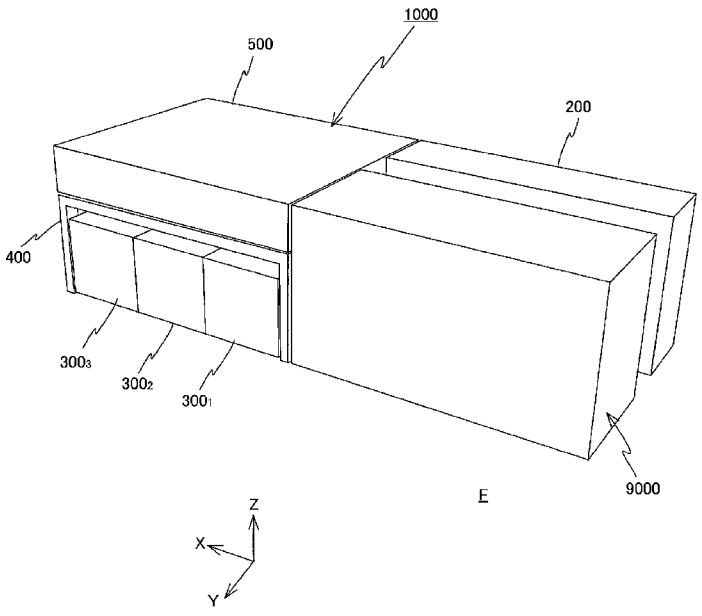
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

(54) **Title**: EXPOSURE SYSTEM

(54) 発明の名称 : 露光システム

[図1]



(57) **Abstract**: This exposure system (1000) is provided with: a first row of chambers (300_1-300_3) that are arranged so as to be adjacent to a C/D (9000), which is provided on a floor surface F, on a +X side; a second row of chambers that are arranged on a -Y side facing the first row of chambers; and a first control rack (200) that is adjacent to the second row of chambers on a -X side and is disposed on the -Y side facing the C/D (9000). Exposure chambers in which exposure is carried out are formed inside at least a portion of the first and second rows of chambers, and the first control rack (200) distributes, to the first and second rows of chambers, a utility supplied from below the floor surface (F).

(57) 要約: 露光システム（１０００）は、床面Ｆ上に設置されたＣ／Ｄ（９０００）に対して＋Ｘ側に隣接して配置された第１列のチャンバ（３００_{1}～３００_{3}）と、第１列のチャンバに対向して－Ｙ側に配置された第２列のチャンバと、第２列のチャンバに対して－Ｘ側に隣接して、かつＣ／Ｄ（９０００）に対向して－Ｙ側に配置された第１制御ラック（２００）と、を備えている。少なくとも一部の複数のチャンバの内部には、露光が行われる露光室がそれぞれ形成され、第１制御ラック（２００）は、床面（Ｆ）の下方から供給されたユーティリティを第１列及び第２列のチャンバのそれぞれに分配する。

WO 2016/167339 A1

明　細　書

発明の名称 ： 露光システム

技術分野

[0001] 本発明は、露光システムに係り、特にターゲットに感応剤を塗布する基板処理装置に一部が接続され、荷電粒子線で感応剤が塗布されたターゲットを露光する露光システムに関する。

背景技術

[0002] 半導体素子等の電子デバイス（マイクロデバイス）を製造するためのリソグラフィ工程で使用され、露光ビームとして遠紫外域から真空紫外域にかけての紫外光を用いる露光装置（以下、紫外光露光装置という）においては、解像度を高めるために、露光波長の短波長化、照明条件の最適化、及び投影光学系の開口数をさらに増大するための液浸法の適用等が行われてきた。

[0003] 近年では、紫外光露光装置の解像限界よりも微細なピッチの回路パターンを形成するために、紫外光露光装置の解像限界よりも小さい多数の円形スポットを電子ビームで形成し、この電子ビームの円形スポットとウエハとを相対的に走査する電子ビーム露光装置が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

[0004] 電子ビーム露光装置は、チャンバの内部を真空にするための種々の制御ユニットを備えているため、紫外光露光装置に比べてフットプリントが大きい。また、電子ビーム露光装置を、半導体工場のクリーンルーム内に設置する場合には、紫外光露光装置と同様に、コータ・デベロッパと並べて配置するため、クリーンルーム内のスペースの利用効率を考慮する必要性がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：米国特許第７，１７３，２６３号明細書

発明の概要

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第１の態様によれば、ターゲットを荷電粒子線で露光する露光システムであって、ターゲットに感応材を塗布する基板処理装置に隣接して配置される第１チャンバと、前記第１チャンバに対し、該第１チャンバと前記基板処理装置とが隣接する第１方向に交差する第２方向に離間して配置された第２チャンバと、前記第２チャンバ及び前記基板処理装置のそれぞれに隣接又は近接して配置され、外部のユーティリティ供給源に接続された第１制御ラックと、を備え、前記第１制御ラックは、前記ユーティリティ供給源から供給される前記ユーティリティを前記第１チャンバ及び前記第２チャンバのそれぞれに分配する第１の露光システムが、提供される。

[0007] 本発明の第２の態様によれば、感応剤が塗布されたターゲットを荷電粒子線で露光する露光システムであって、前記ターゲットを保持して移動可能なステージを含むステージ装置と、前記ターゲットに荷電粒子線を照射して露光する荷電粒子線照射装置とを有する露光ユニットと、前記露光ユニットの少なくとも一部を収容する真空チャンバと、前記真空チャンバの側壁及び天井壁の少なくとも一方に設けられ、前記荷電粒子線照射装置に対して、外部のユーティリティ供給源から供給されるユーティリティを供給するための供給部材が取り付けられる取付部材とを備える第２の露光システムが、提供される。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]一実施形態に係る露光システムを、レジスト塗布・現像装置とともに示す斜視図である。

[図2]図２（Ａ）は、図１とは異なる角度から見て、一実施形態に係る露光システムを、レジスト塗布・現像装置とともに示す斜視図、図２（Ｂ）は、図１及び図２（Ａ）とは異なる角度から見て、一実施形態に係る露光システムを、レジスト塗布・現像装置とともに示す斜視図である。

[図3]一実施形態に係る露光システムを、レジスト塗布・現像装置とともに示す平面図である。

[図4]露光システムのうち、第１制御ラック、フレーム及び第２制御ラックを

取り除いた部分を示す斜視図である。

[図5]真空チャンバが備えるロードロックチャンバを、真空チャンバ内部の露光室内部に収容された露光ユニットとともに概略的に示す図である。

[図6]露光ユニットを示す斜視図である。

[図7]定盤上に載置された粗微動ステージに、ウエハシャトルが装着された状態を示す斜視図である。

[図8]微動ステージからウエハシャトルが取り外された図７の粗微動ステージを示す斜視図である。

[図9]定盤上に載置された粗微動ステージを拡大して示す図である。

[図10]図８に示される粗微動ステージから微動ステージ及び磁気シールド部材を取り去った状態を示す図である。

[図11]自重キャセル装置の構成を説明するための図である。

[図12]図１２（Ａ）及び図１２（Ｂ）は、第１計測系の構成を説明するための図（その１及びその２）である。

[図13]図１３（Ａ）は、計測室内の各部の構成を説明するための図であり、図１３（Ｂ）は、図１３（Ａ）の計測テーブルの上下方向の可動範囲を説明するための図である。

[図14]露光システムの制御系の構成を示すブロック図である。

[図15]図１４の制御系を構成する計測制御装置の入出力関係を示すブロック図である。

[図16]図１４の制御系を構成する露光制御装置の入出力関係を示すブロック図である。

[図17]図１７（Ａ）は、計測室６０内で行われる事前準備作業の一例を説明するためのフローチャート、図１７（Ｂ）は、計測室６０内における露光済みのウエハのアンロード作業を説明するためのフローチャートである。

[図18]ウエハシャトルと一体でのウエハの交換動作について説明するための図（その１）である。

[図19]ウエハシャトルと一体でのウエハの交換動作について説明するための

図（その２）である。

[図20]ウエハシャトルと一体でのウエハの交換動作について説明するための図（その３）である。

[図21]ウエハシャトルと一体でのウエハの交換動作について説明するための図（その４）である。

[図22]ウエハシャトルと一体でのウエハの交換動作について説明するための図（その５）である。

[図23]ウエハシャトルと一体でのウエハの交換動作について説明するための図（その６）である。

[図24]ウエハシャトルと一体でのウエハの交換動作について説明するための図（その７）である。

[図25]ウエハシャトルと一体でのウエハの交換動作について説明するための図（その８）である。

[図26]ウエハシャトルと一体でのウエハの交換動作について説明するための図（その９）である。

[図27]ウエハシャトルと一体でのウエハの交換動作について説明するための図（その１０）である。

[図28]第１の変形例に係る露光システムについて説明するための図である。

[図29]第２の変形例に係る露光システムについて説明するための図である。

[図30]露光ユニットのうち、電子ビーム照射装置の鏡筒の下端部（射出端部）を除く部分を、真空チャンバの外部に露出させた変形例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、一実施形態について、図１～図２７に基づいて、説明する。図１～図２（Ｂ）には、一実施形態に係る露光システム１０００が、レジスト塗布・現像装置（コータ・デベロッパ（以下、Ｃ／Ｄと略記する））９０００とともに、異なる方向から見て斜視図にてそれぞれ示されている。また、図３には、露光システム１０００が、Ｃ／Ｄ９０００とともに、平面図にて示されている。

[0010] 本実施形態では、荷電粒子ビームの一例として、電子ビームを用いた構成について説明する。但し、荷電粒子ビームは、電子ビームに限るものではなく、イオンビーム等の荷電粒子を用いたビームでも構わない。

[0011] 本実施形態では、後述するように複数の電子ビーム光学系が設けられているので、以下、各電子ビーム光学系の光軸に平行にＺ軸を取り、Ｚ軸に垂直な平面（本実施形態では床面Ｆと平行な面である）内に互いに直交するＹ軸及びＸ軸を取って説明する。

[0012] 露光システム１０００は、図１～図３に示されるように、床面Ｆ上に設置された直方体状のＣ／Ｄ９０００に対向して－Ｙ側に所定間隔を隔てて配置された直方体状の第１制御ラック２００と、Ｃ／Ｄ９０００及び第１制御ラック２００の＋Ｘ側に配置された複数、例えば６つのチャンバ３００_1～３００_6と、６つのチャンバ３００_1～３００_6が配置されたスペースの４つのコーナーに位置する４本の脚部を有するフレーム４００と、フレーム４００上に配置された第２制御ラック５００と、を備えている。

[0013] ６つのチャンバ３００_1～３００_6は、３つのチャンバ３００_1～３００_3と、３つのチャンバ３００_4～３００_6とから成る２列に分かれている。

[0014] ３つのチャンバ３００_1～３００_3は、互いにＸ軸方向（後述するチャンバ３００_1とＣ／Ｄ９０００とが隣接する方向）に所定間隔を隔てて配置され、また、図２（Ａ）に示される３つのチャンバ３００_4～３００_6は、互いにＸ軸方向（後述するチャンバ３００_4と第１制御ラック２００とが隣接する方向）に所定間隔を隔てて配置される。

[0015] 図１に示されるチャンバ３００_1～３００_3が一方の列に含まれ、図２（Ａ）に示されるチャンバ３００_4～３００_6が他方の列に含まれている。図３の平面図に示されるように、一方の列のチャンバ３００_1～３００_3は、Ｃ／Ｄ９０００の＋Ｘ側に隣接してＸ軸方向に並んで配置されている。他方の列のチャンバ３００_4～３００_6は、第１制御ラック２００の＋Ｘ側に隣接してＸ軸方向に並んで配置されている。本実施形態では、露光システム１０００のうち、第１制御ラック２００、フレーム４００及び第２制御ラック５００を

取り除いた部分を示す図４及び図３からわかるように、チャンバ３００$_1$と３００$_4$が対向し、チャンバ３００$_2$と３００$_5$が対向し、チャンバ３００$_3$とチャンバ３００$_6$とが対向している。

[0016] 言い換えると、６つのチャンバ３００$_1$～３００$_6$のうち、チャンバ３００$_1$は、Ｃ／Ｄ９０００に対して、Ｃ／Ｄ９０００が延びる方向に隣接して配置される。

[0017] また、６つのチャンバ３００$_1$～３００$_6$のうち、チャンバ３００$_4$は、チャンバ３００$_1$とＣ／Ｄ９０００とが隣接する方向に対して交差する方向に、かつチャンバ３００$_1$に対して所定間隔を隔てて配置される。すなわち、チャンバ３００$_4$とチャンバ３００$_1$とは、対向して配置される。

[0018] そして、第1制御ラック２００は、チャンバ３００$_4$とＣ／Ｄ９０００とにそれぞれ所定間隔を隔てて配置される。すなわち、チャンバ３００$_4$は、第１制御ラック２００に対して、第１制御ラック２００が延びる方向に隣接して配置され、Ｃ／Ｄ９０００は、第１制御ラック２００に対向して配置される。

[0019] 第１制御ラック２００として、Ｃ／Ｄ９０００と同じ長さ且つ同じ高さを有する直方体状のものが用いられている。また、６つのチャンバ３００$_1$～３００$_6$の高さは、第１制御ラック２００及びＣ／Ｄ９０００の高さよりも低く構成したため、６つのチャンバ３００$_1$～３００$_6$の上方に、空きスペースが存在する。そこで、本実施形態では、この空きスペースを有効活用すべく、第２制御ラック５００が、フレーム４００を介して配置されている。すなわち、フレーム４００は、矩形の天板部とこの天板部を、その４つのコーナー部分で支持する４本の同一長さの脚部とを有し、第２制御ラック５００を下方から支持している。第２制御ラック５００の上面と、第１制御ラック２００及びＣ／Ｄ９０００の上面とは、ほぼ同一面となっている。

[0020] このようなレイアウトにより、本実施形態では、クリーンルーム内に直方体状のスペースを作ることができ、クリーンルーム内に使い勝手が悪い空間が生じるのを回避して、空間の利用効率の向上を図ることが可能である。

[0021] 第１制御ラック２００には、床面Ｆの下にある、生産支援機器やユーティリティ設備が収容されたクリーンルームサブファブのユーティリティ供給源からの配線及び配管が床面Ｆを介して下側から接続されている（図２（Ａ）中の上向きの３本の黒矢印参照）。また、第１制御ラック２００は、配線及び配管を介して第２制御ラック５００に接続されている。配線及び配管は、電力等のユーティリティ（用役、用力）を供給するもので、ユーティリティには、電力の他に、空気、冷却水、真空排気などが含まれる。

[0022] 第１制御ラック２００の内部には、例えば高電圧電源、及びアンプなどの電子ビーム露光装置に直接関係する制御系ユニット、後述するステージの制御系、及び後述する計測系の制御基板等の様々なユニットが収納されている。第１制御ラック２００は、配線及び配管を一旦中継し、クリーンルームサブファブのユーティリティ供給源から配線及び配管（供給部材）を介して供給されたユーティリティを６つのチャンバ３００_1～３００_6に分配するため（図２（Ａ）中の白抜き矢印参照）、第２制御ラック５００に供給する。なお、必要に応じ、第１制御ラック２００の内部に、冷却水の温調機を配置しても良い。

[0023] 第２制御ラック５００の内部にも、第１制御ラックと同様、様々なユニットが、収容され、配線及び配管を介して６つのチャンバ３００_1～３００_6のそれぞれに接続されている。第２制御ラック５００は、６つのチャンバ３００_1～３００_6のそれぞれに対して、第１制御ラック２００から供給されたユーティリティを上方から供給する（図２（Ａ）中の下向きの３本の黒矢印参照）。すなわち、第２制御ラック５００は、第1制御ラック２００と６つのチャンバ３００_1～３００_6とのインターフェースとして機能する。なお、６つのチャンバ３００_1～３００_6のそれぞれに対して、ユーティリティを上方から供給するメリットについては、後述する。

[0024] ６つのチャンバ３００_1～３００_6のうち、Ｃ／Ｄ９０００に隣接して配置されたチャンバ３００_1は、直方体形状を有している（図４参照）。チャンバ３００_1は、Ｃ／Ｄ９０００にインラインにて接続されている。チャンバ３０

０_1の内部空間は、ターゲットであるウエハ（Ｃ／Ｄ９０００によって電子線レジストが塗布されたウエハ）に対する所定の計測、及び後述するウエハシャトルに対する露光前のウエハのロード及び露光済みのウエハのアンロードが行われる、計測室（計測セル）６０（図１～図２（Ｂ）等では不図示、図１３（Ａ）参照）となっている。

[0025] 残りの５つのチャンバ３００_2～３００_6のうち、チャンバ３００_4～３００_6は、＋Ｘ側から見てＬ字形状を有し、チャンバ３００_2、３００_3は、これらと左右対称な形状を有している。５つのチャンバ３００_2～３００_6それぞれの内部空間は、電子ビームによるウエハに対する露光が行われる露光室（露光セル）３０１_i（ｉ＝２～６）（図１～図３等では不図示、図５参照）となっている。露光室３０１_i内は、高度の真空状態に維持されている。すなわち、内部に露光室３０１_iが形成される５つのチャンバ３００_iとしては、大気圧の作用によって押しつぶされたり変形したりすることがない十分な耐性を備えた構造の真空チャンバが用いられている。以下では、チャンバ３００_2～３００_6を真空チャンバ３００_2～３００_6とも表記する。

[0026] なお、チャンバ３００_1の内部空間は、上述した計測室になっているため、チャンバ３００_2～３００_6の内部空間のように真空雰囲気にする必要性がない。そのため、チャンバ３００_1としては、真空チャンバより強度の弱いチャンバを用いることができる。また、チャンバ３００_1の内部空間及びＣ／Ｄ９０００の内部空間の圧力をクリーンルームの気圧よりも高くなるように制御することにより、クリーンルーム内の気体（空気）がチャンバ３００_1及びＣ／Ｄ９０００内に侵入することを抑制することができる。なお、第1制御ラック２００の内部空間及び第２制御ラック５００の内部空間のそれぞれは、クリーンルームと同圧力（大気圧空間）、またはクリーンルームの気圧よりも高い圧力に設定しても良い。

[0027] 真空チャンバ３００_iには、図５に示されるように、前面に一対のロードロックチャンバ３０２が取付けられている。なお、図５は、真空チャンバ３００_3、３００_2、と同じ向きのものが示されているが、真空チャンバ３００_6、

３００$_5$、３００$_4$は、図５に示されるものとは左右対称であるが同様の構成を有している。

[0028] 各ロードロックチャンバ３０２は、その内部にロードロック室３０４（例えば図１９参照）が形成される本体部３０２ａと、本体部３０２ａの前面側（大気側）及び背面側（真空側）に固定された一対のゲート部３０２ｂ、３０２ｃとを含む。一対のゲート部３０２ｂ、３０２ｃには、本体部３０２ａの前面側及び背面側に形成された開口を開閉するシャッタと該シャッタを上下方向にスライド駆動する駆動機構とから成るゲートバルブが設けられている。以下では、ゲート部と同一の符号を用いて、ゲートバルブ３０２ｂ、３０２ｃと表記する。ゲートバルブ３０２ｂ、３０２ｃの開閉（すなわち駆動機構によるシャッタの開閉）は、露光制御装置３８０$_i$（図１４、図１６参照）によって制御される。

[0029] ロードロックチャンバ３０２には、真空ポンプ等の真空源に開閉弁３０５（図１６参照）を介して接続された真空配管が接続されており、開閉弁３０５を開けることで、ロードロック室３０４の内部は、必要に応じて真空引きが行われる。開閉弁３０５の開閉も露光制御装置３８０$_i$によって制御される。なお、各ロードロックチャンバ３０２に、個別に真空ポンプを設けても良い。

[0030] 真空チャンバ３００$_i$内部の露光室３０１$_i$内には、図５に示される一対の露光ユニット３１０と、例えば水平多関節ロボットから成る露光室内搬送系３１２（図５では不図示、図１６参照）が収容されている。また、露光室３０１$_i$内には、図５では不図示であるが、図１８等に示されるように、例えば第１の距離離れた上下２段の収納棚を有し、上下動可能なシャトルキャリア３０６が設けられている。シャトルキャリア３０６の上下動は、露光制御装置３８０$_i$によって制御される（図１６参照）。

[0031] 露光ユニット３１０は、図５に簡略化して示されるように、ステージ装置３２０と、電子ビーム照射装置３３０とを含む。電子ビーム照射装置３３０は、図６に示される円筒状の鏡筒３３１と、鏡筒３３１の内部の電子ビーム

光学系とを含む。

[0032] ステージ装置３２０は、ウエハを保持して移動可能なウエハシャトルが着脱自在に装着される粗微動ステージを含む構成であり、電子ビーム照射装置３３０は、粗微動ステージに装着されたウエハシャトルに保持されたウエハに電子ビームを照射して露光する構成である。

[0033] ここで、ウエハシャトルは、詳しくは後述するが、ウエハを静電吸着して保持する保持部材（あるいはテーブル）であるが、該保持部材がウエハを保持した状態で、保持部材が搬送され、しかもこの保持部材が計測室６０を起点として、各露光室３０１$_2$～３０１$_6$それぞれとの間でシャトルバス（あるいはスペースシャトル）のように繰り返し往復するので、ウエハシャトルと称している。

[0034] ステージ装置３２０は、図６に示されるように、定盤３２１と、定盤３２１上で移動する粗微動ステージ３２２と、粗微動ステージ３２２を駆動する駆動系と、粗微動ステージの位置情報を計測する位置計測系とを備えている。ステージ装置３２０の構成等の詳細は、後述する。

[0035] 電子ビーム照射装置３３０の鏡筒３３１は、図６に示されるように、外周部に中心角１２０度の間隔で３つの凸部が形成された円環状の板部材から成るメトロロジーフレーム３４０によって下方から支持されている。より具体的には、鏡筒３３１の最下端部は、その上の部分に比べて直径が小さい小径部となっており、その小径部とその上の部分との境界部分は段部となっている。そして、その小径部が、メトロロジーフレーム３４０の円形の開口内に挿入され、段部の底面がメトロロジーフレーム３４０の上面に当接した状態で、鏡筒３３１が、メトロロジーフレーム３４０によって下方から支持されている。メトロロジーフレーム３４０は、図６に示されるように、前述の３つの凸部のそれぞれに下端が接続された３つの吊り下げ支持機構３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃ（柔構造の連結部材）を介して、露光室３０１$_i$を区画する真空チャンバ３００$_i$の天板（天井壁）から吊り下げ状態で支持されている。すなわち、このようにして、電子ビーム照射装置３３０は、真空チャンバ

３００$_i$に対して３点で吊り下げ支持されている。

[0036] ３つの吊り下げ支持機構３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃは、図６中で吊り下げ支持機構３５０ａについて代表的に示されるように、それぞれの上端に設けられた受動型の防振パッド３５１と、防振パッド（防振部）３５１の下端にそれぞれの一端が接続され、他端がメトロロジーフレーム３４０に接続された鋼材より成るワイヤ３５２とを有する。防振パッド３５１は、真空チャンバ３００$_i$の天板に固定され、それぞれエアダンパ又はコイルばねを含む。

[0037] 本実施形態では、外部から真空チャンバ３００$_i$に伝達された床振動などの振動のうちで、電子ビーム光学系の光軸に平行なＺ軸方向の振動成分の大部分は防振パッド３５１によって吸収されるため、電子ビーム光学系の光軸に平行な方向において高い除振性能が得られる。また、吊り下げ支持機構の固有振動数は、電子ビーム光学系の光軸に平行な方向よりも光軸に垂直な方向で低くなっている。３つの吊り下げ支持機構３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃは光軸に垂直な方向には振り子のように振動するため、光軸に垂直な方向の除振性能（真空チャンバ３００$_i$に外部から伝達された床振動などの振動が電子ビーム照射装置３３０に伝わるのを防止する能力）が十分に高くなるように３つの吊り下げ支持機構３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃの長さ（ワイヤ３５２の長さ）を十分に長く設定している。この構造では高い除振性能が得られるとともに機構部の大幅な軽量化が可能であるが、電子ビーム照射装置３３０と真空チャンバ３００$_i$との相対位置が比較的低い周波数で変化するおそれがある。そこで、電子ビーム照射装置３３０と真空チャンバ３００$_i$との相対位置を所定の状態に維持するために、非接触方式の位置決め装置３５３（図５では不図示、図１６参照）が設けられている。この位置決め装置３５３は、例えば国際公開２００７/０７７９２０などに開示されるように、６軸の加速度センサと、６軸のアクチュエータとを含んで構成することができる。位置決め装置３５３は、露光制御装置３８０$_i$によって制御される（図１６参照）。これにより、真空チャンバ３００$_i$に対する電子ビーム照射装置３３０

のＸ軸方向、Ｙ軸方向、Ｚ軸方向の相対位置、及びＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の回りの相対回転角は、一定の状態（所定の状態）に維持される。

[0038] 本実施形態では、電子ビーム照射装置３３０は、鏡筒３３１内に所定の位置関係で配置されたｍ個（ｍは例えば１００）の光学系カラムから構成される電子ビーム光学系を備えている。各光学系カラムは、個別にオンオフ可能で、かつ偏向可能なｎ本（ｎは例えば４０００）のビームを照射可能なマルチビーム光学系から成る。マルチビーム光学系としては、例えば特開２０１１－２５８８４２号公報、国際公開第２００７／０１７２５５号などに開示される光学系と同様の構成のものを用いることができる。４０００本のマルチビームを全てオン状態（電子ビームがウエハに照射される状態）にしたとき、例えば１００μｍ×２０ｎｍの矩形領域（露光領域）内に等間隔に設定された４０００点に同時に紫外光露光装置の解像限界よりも小さい（例えば直径２０ｎｍ）の電子ビームの円形スポットが形成される。

[0039] １００個の光学系カラムは、例えば３００ｍｍウエハ上に形成された（あるいはショットマップに従ってこれから形成される）例えば１００個のショット領域にほぼ１：１で対応している。本実施形態では、１００個の光学系カラムのそれぞれが、それぞれオン／オフ可能で、かつ偏向可能な多数（ｎ＝４０００）の直径２０ｎｍ電子ビームの円形スポットを矩形（例えば１００μｍ×２０ｎｍ）の露光領域内に配置し、この露光領域に対してウエハを走査しながら、その多数の電子ビームの円形スポットを偏向しながらオン／オフすることで、ウエハ上の１００個のショット領域が露光され、パターンが形成される。したがって、３００ｍｍウエハの場合、露光に際してのウエハの移動ストロークは、多少の余裕を持たせても数十ｍｍ、例えば５０ｍｍあれば十分である。各光学系カラムは、通常の電子ビーム光学系と同様、反射電子を検出する反射電子検出系（不図示）を備えている。電子ビーム照射装置３３０は、露光制御装置３８０iによって制御される（図１６参照）。

[0040] 次にステージ装置３２０の構成等について説明する。図７には、ステージ装置３２０の粗微動ステージ３２２に、ウエハシャトル（以下、シャトルと

略記する）１０が装着された状態の斜視図が示されている。図８には、シャトル１０が離脱された（取り外された）状態の図７に示される粗微動ステージ３２２の斜視図が示されている。

[0041] ステージ装置３２０が備える定盤３２１は、実際には、露光室３０１$_i$を区画する真空チャンバ３００$_i$の底壁上に設置されている。粗微動ステージ３２２は、図７及び図８に示されるように、Ｙ軸方向に所定間隔を隔てて配置され、Ｘ軸方向にそれぞれ延びる一対の四角柱状の部分を含み、定盤３２１上でＸ軸方向に所定ストローク、例えば５０ｍｍで移動可能な粗動ステージ３２２ａと、粗動ステージ３２２ａに対してＹ軸方向に所定ストローク、例えば５０ｍｍで移動可能で、かつ残りの５自由度方向、すなわちＸ軸方向、Ｚ軸方向、Ｘ軸周りの回転方向（θｘ方向）、Ｙ軸周りの回転方向（θｙ方向）及びＺ軸周りの回転方向（θｚ方向）にＹ軸方向に比べて短いストロークで可動な微動ステージ３２２ｂと、を備えている。なお、図示は省略されているが、粗動ステージ３２２ａの一対の四角柱状の部分は、実際には、微動ステージ３２２ｂのＹ軸方向の移動を妨げない状態で不図示の連結部材によって連結され、一体化されている。

[0042] 粗動ステージ３２２ａは、粗動ステージ駆動系３２３（図１６参照）によって、Ｘ軸方向に所定ストローク（例えば５０ｍｍ）で駆動される（図１０のＸ軸方向の長い矢印参照）。粗動ステージ駆動系３２３は、本実施形態では磁束漏れが生じない一軸駆動機構、例えばボールねじを用いた送りねじ機構によって構成される。この粗動ステージ駆動系３２３は、粗動ステージの一対の四角柱状の部分のうち、一方の四角柱状の部分と定盤３２１との間に配置される。例えば、定盤３２１にねじ軸が取り付けられ、一方の四角柱状の部分にボール（ナット）が取り付けられる構成である。なお、定盤３２１にボールを取り付け、一方の四角柱状の部分にねじ軸を取り付ける構成であっても良い。

[0043] また、粗動ステージの一対の四角柱状の部分のうち、他方の四角柱状の部分は、定盤３２１に設けられた不図示のガイド面に沿って移動する構成であ

る。

[0044] ボールねじのねじ軸は、ステッピングモータによって回転駆動される。あるいは、粗動ステージ駆動系３２３を、駆動源として超音波モータを備えた一軸駆動機構によって構成しても良い。いずれにしても、磁束漏れに起因する磁場変動が電子ビームの位置決めに影響を与えることはない。粗動ステージ駆動系３２３は、露光制御装置３８０$_i$によって制御される（図１６参照）。

[0045] 微動ステージ３２２ｂは、図９の斜視図に拡大して示されるように、Ｙ軸方向に貫通したＸＺ断面矩形枠状の部材から成り、重量キャンセル装置３２４によって、定盤３２１上でＸＹ平面内で移動可能に支持されている。微動ステージ３２２ｂの側壁の外面には、補強用のリブが複数設けられている。なお、重量キャンセル装置３２４の構成については、後述する。

[0046] 微動ステージ３２２ｂの中空部の内部には、ＸＺ断面が矩形枠状でＹ軸方向に延びるヨーク３２５ａと、ヨーク３２５ａの上下の対向面に固定された一対の磁石ユニット３２５ｂとが設けられ、これらヨーク３２５ａと一対の磁石ユニット３２５ｂによって、微動ステージ３２２ｂを駆動するモータの可動子３２５が構成されている。

[0047] この可動子３２５に対応して、粗動ステージ３２２ａの一対の四角柱部分の相互間には、図８から微動ステージ３２２ｂ及び符号３２８で示される後述する磁気シールド部材を取り去った状態を示す図１０に示されるように、コイルユニットから成る固定子３２６が架設されている。固定子３２６と前述の可動子３２５とによって、可動子３２５を固定子３２６に対して、図１０に各方向の矢印で示されるように、Ｙ軸方向に所定ストローク、例えば５０ｍｍで移動可能で、かつＸ軸方向、Ｚ軸方向、θｘ方向、θｙ方向及びθｚ方向に微小駆動可能な閉磁界型かつムービングマグネット型のモータ３２７が構成されている。本実施形態では、モータ３２７によって微動ステージを６自由度方向に駆動する微動ステージ駆動系が構成されている。以下、微動ステージ駆動系をモータと同一の符号を用いて、微動ステージ駆動系３２

７と表記する。微動ステージ駆動系３２７は、露光制御装置３８０ｉによって制御される（図１６参照）。

[0048] 粗動ステージ３２２ａの一対の四角柱部分の相互間には、例えば図７及び図８などに示されるように、さらに、モータ３２７の上面及びＸ軸方向の両側面を覆う状態でＸＺ断面逆Ｕ字状の磁気シールド部材３２８が架設されている。すなわち、磁気シールド部材３２８は、四角柱部分が延びる方向に交差する方向（Ｙ軸方向）に延びて形成されており、モータ３２７の上面に非接触で対向する上面部と、モータ３２７の側面に非接触で対向する側面部とを備える。この磁気シールド部材３２８は、微動ステージ３２２ｂの中空部内に挿入された状態で、側面部のうち、長手方向（Ｙ軸方向）の両端部の下面が粗動ステージ３２２ａの一対の四角柱部分の上面に固定されている。また、磁気シールド部材３２８の側面部のうち、上記両端部の下面以外は、微動ステージ３２２ｂの内壁面のうち、底壁面（下面）に対して、非接触で対向する。すなわち、磁気シールド部材３２８は、可動子３２５の固定子３２６に対する移動を妨げることがない状態で、微動ステージ３２２ｂの中空部内に挿入されている。

[0049] 磁気シールド部材３２８としては、所定の空隙（スペース）を隔てて積層された複数層の磁性材料のフィルムによって構成されるラミネートな磁気シールド部材が用いられている。この他、透磁率の異なる２種類の材料のフィルムが交互に積層された構成の磁気シールド部材を用いても良い。磁気シールド部材３２８は、モータ３２７の上面及び側面を、可動子３２５の移動ストロークの全長に渡って覆っており、かつ粗動ステージ３２２ａに固定されているので、微動ステージ３２２ｂ及び粗動ステージ３２２ａの移動範囲の全域で、上方（電子ビーム光学系側）への磁束の漏れをほぼ確実に防止することができる。

[0050] 重量キャンセル装置３２４は、図１１に示されるように、微動ステージ３２２ｂの下面に上端が接続された金属製のベローズ型空気ばね（以下、空気ばねと略記する）３８２と、空気ばね３８２の下端に接続された平板状の板

部材から成るベーススライダ３８６と、を有している。空気ばね３８２とベーススライダ３８６とは、中央に開口が形成された板状の接続部材３８４を介して互いに接続されている。

[0051] ベーススライダ３８６には、空気ばね３８２内部の空気を、定盤３２１の上面に噴き出す軸受部３８６ａが空気ばね３８２の下方に設けられ、軸受部３８６ａから噴出される加圧空気の軸受面と定盤３２１上面との間の静圧（隙間内圧力）により、ベーススライダ３８６、重量キャンセル装置３２４、微動ステージ３２２ｂ及び可動子３２５（後述するように、シャトルが粗微動ステージ３２２に装着された場合には、そのシャトル１０等も含む）の自重が支持されている。なお、空気ばね３８２には、微動ステージ３２２ｂに接続された不図示の配管を介して圧縮空気が供給されている。

[0052] ベーススライダ３８６の定盤３２１に対向する面（下面）には、軸受部３８６ａの周囲に環状の凹部３８６ｂが形成され、これに対応して定盤３２１には、軸受部３８６ａから凹部３８６ｂと定盤３２１の上面とで区画される空間内に噴出された空気を、外部に真空排気するための排気路３２１ａが形成されている。ベーススライダ３８６の凹部３８６ｂは、微動ステージ３２２ｂが定盤３２１上でＸＹ平面内の移動可能な範囲のどこに移動しても、凹部３８６ｂに排気路３２１ａの排気口が対向する状態が維持されるような寸法を有している。すなわち、ベーススライダ３８６の下方に一種の差動排気型の空気静圧軸受が構成され、軸受部３８６ａから定盤３２１に向かって噴出された空気が、周囲に（露光室内に）漏れ出すことが防止されている。

[0053] 微動ステージ３２２ｂの下面には、空気ばね３８２を挟んで一対の支柱（ピラー）３８８が固定されている。一対の支柱３８８は、空気ばね３８２のＸ軸方向の両側で、かつ空気ばね３８２を中心として左右対称な配置で、Ｚ軸方向の長さが空気ばね３８２より幾分長い。一対の支柱３８８それぞれの下端には、空気ばね３８２の下端面に一端がそれぞれ接続された平面視Ｕ字状の一対の板ばね３９０の他端がそれぞれ接続されている。この場合、一対の板ばね３９０は、Ｕ字の先端部（二股に別れた部分）が空気ばね３８２に

接続され、反対側の端部が一対の支柱３８８それぞれに接続されている。一対の板ばね３９０とベーススライダ３８６とは、ほぼ平行であり、両者の間には所定の間隙が形成されている。

[0054] 微動ステージ３２２ｂのＸＹ平面内の移動の際にベーススライダ３８６に作用する水平方向の力を、一対の板ばね３９０が受けることができるので、微動ステージ３２２ｂのＸＹ平面内の移動の際に、不要な力が空気ばね３８２に作用するのをほぼ確実に防止できる。また、一対の板ばね３９０は、微動ステージ３２２ｂがチルト駆動される際には、そのチルトを許容するように変形する。

[0055] ここで、シャトル１０を粗微動ステージ３２２、より正確には微動ステージ３２２ｂに着脱自在に装着するための構造について説明する。

[0056] 微動ステージ３２２ｂの上面には、図８に示されるように、３つの三角錐溝部材１２が設けられている。この三角錐溝部材１２は、例えば、平面視でほぼ正三角形の３つの頂点の位置に設けられている。この三角錐溝部材１２には、後述するシャトル１０に設けられた球体又は半球体が係合可能であり、この球体又は半球体とともにキネマティックカップリングを構成する。なお、図８には、３つの板部材によって構成された花弁のような三角錐溝部材１２が示されているが、この三角錐溝部材１２は、球体又半球体にそれぞれ点接触する三角錐溝と同じ役割を有するので、三角錐溝部材と称している。したがって、三角錐溝が形成された単一の部材を、三角錐溝部材１２の代わりに用いても良い。

[0057] 本実施形態では、３つの三角錐溝部材１２に対応して、図７に示されるように、シャトル１０に３つの球体又は半球体（本実施形態ではボール）１４が設けられている。シャトル１０は、平面視で正三角形の各頂点を切り落としたような六角形状で形成されている。これをさらに詳述すると、シャトル１０には、平面視で３つの斜辺それぞれの中央部に切り欠き部１０ａ、１０ｂ、１０ｃが形成され、切り欠き部１０ａ、１０ｂ、１０ｃをそれぞれ外側から覆う状態で、板ばね１６がそれぞれ取り付けられている。各板ばね１６

の長手方向の中央部にボール１４がそれぞれ固定されている。三角錐溝部材１２に係合される前の状態では、各ボール１４は、外力を受けた場合、シャトル１０の中心（図７に示されるウエハWの中心にほぼ一致）を中心とする半径方向にのみ微小移動する。

[0058] 微動ステージ３２２ｂの上方で３つの三角錐溝部材１２に３つのボール１４がそれぞれほぼ対向する位置に、シャトル１０を移動させた後、シャトル１０を降下させることにより、３つのボール１４のそれぞれが、３つの三角錐溝部材１２に個別に係合し、シャトル１０が微動ステージ３２２ｂに装着される。この装着時に、シャトル１０の微動ステージ３２２ｂに対する位置が所望の位置からずれていたとしても、ボール１４が三角錐溝部材１２に係合する際にその三角錐溝部材１２から外力を受けて前述の如く半径方向に移動する結果、３つのボール１４が対応する三角錐溝部材１２に、常に同じ状態で係合する。一方、シャトル１０を上方に移動させて、ボール１４と三角錐溝部材１２との係合を解除するだけで、シャトル１０を微動ステージ３２２ｂから簡単に取り外す（離脱させる）ことができる。すなわち、本実施形態では３組のボール１４と三角錐溝部材１２との組によって、キネマティックカップリングが構成され、このキネマティックカップリングによって、シャトル１０の微動ステージ３２２ｂに対する取り付け状態を常にほぼ同一状態に設定することができるようになっている。したがって、何度、取り外しても、再度、シャトル１０をキネマティックカップリング（３組のボール１４と三角錐溝部材１２との組）を介して微動ステージ３２２ｂに装着するだけで、シャトル１０と微動ステージ３２２ｂとの一定の位置関係を、再現することができる。

[0059] シャトル１０の上面には、例えば図７に示されるように、中央にウエハWより僅かに直径が大きな円形の凹部が形成され、該凹部内に不図示の静電チャックが設けられ、該静電チャックによってウエハWが静電吸着され保持されている。このウエハWの保持状態では、ウエハWの表面は、シャトル１０の上面とほぼ同一面となっている。シャトル１０にはウエハWの載置面（吸

着面）に上下に貫通する円形開口（不図示）が複数、所定の位置関係で形成されている。

[0060] 次に、粗微動ステージ３２２の位置情報を計測する位置計測系について説明する。この位置計測系は、シャトル１０が微動ステージ３２２ｂに前述したキネマティックカップリングを介して装着された状態で、シャトル１０の位置情報を計測する。この位置計測計は、シャトル１０が装着された微動ステージ３２２ｂの位置情報を計測する第１計測系２０と、微動ステージ３２２ｂの位置情報を直接計測する第２計測系２５とを含む（図１６参照）。

[0061] まず、第１計測系２０について説明する。シャトル１０の前述の３つの斜辺を除く３つの辺それぞれの近傍には、図７に示されるように、グレーティングプレート２２ａ、２２ｂ、２２ｃがそれぞれ設けられている。グレーティングプレート２２ａ、２２ｂ、２２ｃのそれぞれには、シャトル１０の中心（本実施形態では円形の凹部の中心に一致）を中心とする半径方向とこれに直交するする方向のそれぞれを周期方向とする２次元格子がそれぞれ形成されている。例えば、グレーティングプレート２２ａには、Ｙ軸方向及びＸ軸方向を周期方向とする２次元格子が形成されている。また、グレーティングプレート２２ｂには、シャトル１０の中心に関してＹ軸に対して－１２０度を成す方向（以下、α方向と称する）及びこれに直交する方向を周期方向とする２次元格子が形成され、グレーティングプレート２２ｃには、シャトル１０の中心に関してＹ軸に対して＋１２０度を成す方向（以下、β方向と称する）及びこれに直交する方向を周期方向とする２次元格子が形成されている。２次元格子としては、それぞれの周期方向について、ピッチが例えば１μｍの反射型の回折格子が用いられている。

[0062] ３つのグレーティングプレート２２ａ、２２ｂ、２２ｃに対応して、図１２（Ａ）に示されるように、メトロロジーフレーム３４０の下面（－Ｚ側の面）には、３つのグレーティングプレート２２ａ、２２ｂ、２２ｃのそれぞれに個別に対向可能な位置に、３つのヘッド部２４ａ、２４ｂ、２４ｃが固定されている。３つのヘッド部２４ａ、２４ｂ、２４ｃのそれぞれには、図

１２（Ｂ）中に各４本の矢印で示される計測軸を有する４軸エンコーダヘッドが設けられている。

[0063] これをさらに詳述すると、ヘッド部２４ａは、同一の筐体の内部に収容された、Ｘ軸方向及びＺ軸方向を計測方向とする第１ヘッドと、Ｙ軸方向及びＺ軸方向を計測方向とする第２ヘッドとを含む。第１ヘッド（より正確には、第１ヘッドが発する計測ビームのグレーティングプレート２２ａ上の照射点）と、第２ヘッド（より正確には、第２ヘッドが発する計測ビームのグレーティングプレート２２ａ上の照射点）とは、同一のＸ軸に平行な直線上に配置されている。ヘッド部２４ａの第１ヘッド及び第２ヘッドは、それぞれグレーティングプレート２２ａを用いて、シャトル１０のＸ軸方向及びＺ軸方向の位置情報を計測する２軸リニアエンコーダ、及びＹ軸方向及びＺ軸方向の位置情報を計測する２軸リニアエンコーダを構成する。

[0064] 残りのヘッド部２４ｂ、２４ｃは、それぞれのメトロロジーフレーム３４０に対する向きが異なる（ＸＹ平面内における計測方向が異なる）が、第１ヘッドと第２ヘッドとを含んでヘッド部２４ａと同様に構成されている。ヘッド部２４ｂの第１ヘッド及び第２ヘッドは、それぞれグレーティングプレート２２ｂを用いて、シャトル１０のα方向にＸＹ平面内で直交する方向及びＺ軸方向の位置情報を計測する２軸リニアエンコーダ、及びα方向及びＺ軸方向の位置情報を計測する２軸リニアエンコーダを構成する。ヘッド部２４ｃの第１ヘッド及び第２ヘッドは、それぞれグレーティングプレート２２ｃを用いて、シャトル１０のβ方向にＸＹ平面内で直交する方向及びＺ軸方向の位置情報を計測する２軸リニアエンコーダ、及びβ方向及びＺ軸方向の位置情報を計測する２軸リニアエンコーダを構成する。

[0065] ヘッド部２４ａ、２４ｂ、２４ｃそれぞれが有する第１ヘッド及び第２ヘッドのそれぞれとしては、例えば米国特許第７，５６１，２８０号明細書に開示される変位計測センサヘッドと同様の構成のエンコーダヘッドを用いることができる。

[0066] 上述した３組、合計６つの２軸エンコーダ、すなわち３つのグレーティン

グプレート２２ａ、２２ｂ、２２ｃをそれぞれ用いてシャトル１０の位置情報を計測する３つのヘッド部２４ａ、２４ｂ、２４ｃによって、エンコーダシステムが構成され、このエンコーダシステムによって第１計測系２０（図１６参照）が構成されている。第１計測系２０で計測される位置情報は、露光制御装置３８０$_i$に供給される。

[0067] 第１計測系２０は、３つのヘッド部２４ａ、２４ｂ、２４ｃがそれぞれ４つの計測自由度（計測軸）を有しているので、合計１２自由度の計測が可能である。すなわち、３次元空間内では、自由度は最大で６であるから、実際には、６自由度方向のそれぞれについて、冗長計測が行われ、各２つの位置情報が得られることになる。

[0068] したがって、露光制御装置３８０$_i$は、第１計測系２０で計測された位置情報に基づいて、それぞれの自由度について各２つの位置情報の平均値を、それぞれの方向の計測結果とする。これにより、平均化効果により、６自由度の全ての方向について、シャトル１０及び微動ステージ３２２ｂの位置情報を、高精度に求めることが可能になる。

[0069] 次に、第２計測系２５について説明する。第２計測系２５は、シャトル１０が微動ステージ３３２ｂに装着されているか否かを問わず、微動ステージ３３２ｂの６自由度方向の位置情報の計測が可能である。第２計測系２５は、例えば微動ステージ３３２ｂの側壁の外面に設けられた反射面にビームを照射し、その反射光を受光して微動ステージ３３２ｂの６自由度方向の位置情報を計測する干渉計システムによって構成することができる。干渉計システムの各干渉計は、メトロロジーフレーム３４０に不図示の支持部材を介して吊り下げ支持しても良いし、あるいは定盤３２１に固定しても良い。第２計測系は、露光室３０１$_i$内（真空空間内）に設けられるので、空気揺らぎに起因する計測精度の低下のおそれがない。また、第２計測系２５は、本実施形態では、シャトル１０が微動ステージ３３２ｂに装着されていないとき、すなわちウエハの露光が行われないときに、主として、微動ステージ３３２ｂの位置、姿勢を所望の状態に維持するために用いられるので、第１計測系

２０に比べて計測精度は低くても良い。第２計測系２５で計測される位置情報は、露光制御装置３８０$_i$に供給される（図１６参照）。なお、干渉計システムに限らず、エンコーダシステムにより、あるいはエンコーダシステムと干渉計システムとの組み合わせによって、第２計測系を構成しても良い。後者の場合、微動ステージの３２２ｂのＸＹ平面内の３自由度方向の位置情報をエンコーダシステムで計測し、残りの３自由度方向の位置情報を干渉計システムで計測しても良い。

[0070] 本実施形態では、真空チャンバ３００$_2$～３００$_6$がそれぞれ備えるロードロックチャンバ３０２も、真空チャンバ３００$_2$～３００$_6$と同様、Ｘ軸方向に並んで配置されるので、一方の列の真空チャンバ３００$_3$、３００$_2$がそれぞれ備えるロードロックチャンバ３０２、及びチャンバ３００$_1$と、他方の列の真空チャンバ３００$_6$、３００$_5$、３００$_4$がそれぞれ備えるロードロックチャンバ３０２とは、所定の間隔を隔てて対向している。そして、図２（Ｂ）及び図４に示されるように、この対向する両者間に、Ｘ軸方向に延びる断面矩形の搬送空間ＳＰを区画する搬送チャンバ３１１が設けられている。搬送空間ＳＰ内に後述するシャトル搬送系の移動経路が設けられている。なお、図示は省略されているが、搬送チャンバ３１１の両側壁には、ゲート部に対向する位置に、シャトル１０の通路となる開口が形成されている。なお搬送空間ＳＰは、真空チャンバの内部に比べて真空度の低い低真空空間、例えば、大気圧空間に設定することができるから、搬送チャンバ３１１は必ずしも用いる必要はない。

[0071] 露光制御装置３８０$_2$、３８０$_3$、３８０$_4$、３８０$_5$、３８０$_6$は、図２（Ｂ）及び図４に示されるように、各ロードロックチャンバ３０２の上方且つ真空チャンバ３００$_2$、３００$_3$、３００$_4$、３００$_5$、３００$_6$の内側の空間に配置された制御ボックス３８１$_2$、３８１$_3$、３８１$_4$、３８１$_5$、３８１$_6$内にそれぞれ収納されている。なお、制御ボックス３８１$_2$、３８１$_3$、３８１$_4$、３８１$_5$、３８１$_6$は、図２（Ｂ）に制御ボックス３８１$_3$について代表的に示されるように、実際には、真空チャンバと搬送チャンバ３１１との間に架設さ

れた支持フレーム３１３の上に載置されている。支持フレーム３１３は、実際には、床面Ｆ上に支持されている。

[0072] 次に、計測室６０内部の構成について簡単に説明する。計測室６０内には、図１３（Ａ）に示されるように、ＸＹ平面内で２次元移動する計測ステージＳＴと計測ステージＳＴ上に搭載された計測テーブルＴＢとを有する計測ステージ装置３０と、計測システム４０と、ウエハW及びシャトル１０を搬送する例えば多関節ロボットから成る計測室内搬送系６２（図１５参照）とが収納されている。計測ステージ装置３０には、計測テーブルＴＢに前述と同様のキネマティックカップリングを介して着脱自在にシャトル１０が装着される。そして、計測システム４０は、シャトル１０に保持されたウエハWに対して所定の計測を行う。

[0073] この他、計測室６０の内部には、シャトル１０を収納可能な複数段の棚を有し、複数のシャトル１０を同時保管可能なシャトルストッカ（不図示）が設けられている。本実施形態では、シャトルストッカは、収納されているシャトル１０の温調機能をも有している。これに限らず、シャトルの温調装置を、シャトルストッカとは別に設けも良い。なお、ウエハを搬送する搬送系とシャトルを搬送する搬送系とが別々に設けられていても良いが、本実施形態では、説明を簡略化するため、同一の搬送系によりウエハ及びシャトルの搬送が行われるものとする。

[0074] 計測テーブルＴＢには、シャトル１０に形成された前述の複数の円形開口に対応する配置で複数の円形開口が形成されている。計測ステージＳＴには、複数の円形開口に対応する配置で、複数のピン３２が凸設されており、複数のピン３２が計測テーブルＴＢの複数の円形開口内に個別に挿入された状態で、計測テーブルＴＢが計測ステージＳＴ上に配置されている。計測テーブルＴＢは、計測ステージＳＴに設けられた駆動系３４によって駆動され、所定ストロークで上下動（Ｚ軸方向に移動）可能である。本実施形態では、計測テーブルＴＢは、シャトル１０がキネマティックカップリングを介して装着された状態で、シャトル１０の上面が複数のピン３２の上端面より所定

距離高くなる（複数のピンの上端面がシャトル１０の上面から突出しない）図１３（Ａ）に示される第１位置と、シャトル１０のウエハ載置面（静電チャックの上面）が複数のピン３２の上端面より所定距離低くなる（複数のピン３２の上端面がシャトル１０のウエハ載置面から突出する）図１３（Ｂ）に示される第２位置との間で、上下動可能である。

[0075] なお、計測ステージＳＴ上に計測テーブルＴＢを載置し、計測テーブルＴＢに対して、複数のピン３２を上下動させても良い。

[0076] 計測ステージＳＴは、例えば平面モータから成る計測ステージ駆動系３６（図１５参照）によってＸＹ平面内で駆動（θｚ方向の回転を含む）される。計測ステージＳＴのＸＹ平面内の位置情報は、計測ステージ干渉計３８（図１５参照）によって計測されている。また、計測テーブルＴＢの上下方向の位置は、駆動系３４が有するエンコーダによって計測されている。計測ステージ装置３０の各部の動作は、計測制御装置５０によって制御される（図１５参照）。

[0077] 計測システム４０は、図１３（Ａ）に示されるように、アライメント検出系ＡＬＧと、照射系４２ａと受光系４２ｂとを有する面位置検出装置ＡＦ（図１５参照）とを含む。

[0078] 本実施形態では、シャトル１０上に保持されているウエハ上面には、感応剤（電子線用レジスト）が塗布さているのに対応して、アライメント検出系ＡＬＧの検出光として、電子線レジストを感光させない波長の検出ビームが用いられる。アライメント検出系ＡＬＧとして、例えばウエハ上に塗布されているレジストを感光させないブロードバンドな検出光束を対象マークに照射し、その対象マークからの反射光により受光面に結像された対象マークの像と不図示の指標（内部に設けられた指標板上の指標パターン）の像とを撮像素子（ＣＣＤ等）を用いて撮像し、それらの撮像信号を出力する画像処理方式のＦＩＡ（Field Image Alignment）系が用いられている。アライメント検出系ＡＬＧからの撮像信号は、信号処理装置（不図示）を介して計測制御装置５０に供給されるようになっている（図１５参照）。なお、アライメン

ト検出系ＡＬＧとして、ＦＩＡ系に限らず、例えばコヒーレントな検出光を対象マークに照射し、その対象マークから発生する２つの回折光（例えば同次数の回折光、あるいは同方向に回折する回折光）を干渉させて検出する回折光干渉型のアライメント検出系を、ＦＩＡ系に代えて用いても良い。

[0079] 面位置検出装置ＡＦは、照射系４２ａと受光系４２ｂとを有し、例えば米国特許第５，４４８，３３２号明細書等に開示されるものと同様の構成の斜入射方式の多点焦点位置検出系によって構成される。面位置検出装置ＡＦの複数の検出点は、被検面上でＸ軸方向に沿って所定間隔で配置される。本実施形態では、例えば１行Ｍ列（Ｍは検出点の総数）または２行Ｎ列（Ｎは検出点の総数の１／２）の行マトリックス状に配置される。図１３（Ａ）中では、図示が省略されているが、複数の検出点は、ウエハＷの直径と同程度のＸ軸方向の長さを有する領域内にほぼ均等に設定されているので、ウエハＷをＹ軸方向に１回スキャンするだけで、ウエハＷのほぼ全面でＺ軸方向の位置情報（面位置情報）を計測できる。本実施形態では、上述した計測室６０内に配置された各部、すなわち計測ステージ装置３０、計測システム４０、及び計測室内搬送系６２等と、計測制御装置５０とによって、シャトル１０上に保持された露光前のウエハに対する事前計測を行う計測部６５が構成されている（図１５参照）。

[0080] この他、本実施形態に係る露光システム１０００は、前述の空間ＳＰ内を移動して、露光前のウエハを保持するシャトル１０を、計測室６０から真空チャンバ３００$_i$がそれぞれ備えるロードロックチャンバ３０２に搬送し、露光済みのウエハを保持するシャトル１０をロードロックチャンバ３０２から計測室６０に搬送する、シャトルの搬送動作を繰り返し行うシャトル搬送系７０（図１４参照）を、さらに備えている。シャトル搬送系７０は、例えば空間ＳＰ内を移動可能な水平多関節ロボットによって構成される。シャトル搬送系７０は、マイクロコンピュータ等を含む搬送系制御装置７２（図１４参照）によって制御される。

[0081] 図１４には、露光システム１０００の制御系の構成がブロック図にて示さ

れている。露光システム１０００の制御系は、露光システム１０００の全体を統括的に制御するワークステーション等から成る主制御装置１００と、主制御装置１００の配下にある計測制御装置５０、５つの露光制御装置380_2～380_6、及び搬送系制御装置７２とを備えている。

[0082] 図１５には、図１４の制御系を構成する計測制御装置５０の入出力関係がブロック図にて示されている。計測制御装置５０は、マイクロコンピュータ等を含み、計測室６０内に設けられた図１５に示される各部を制御する。

[0083] 図１６には、図１４の制御系を構成する５つの露光制御装置380_i（ｉ＝２～６）の入出力関係がブロック図にて示されている。露光制御装置380_iは、マイクロコンピュータ等を含み、露光室301_i内に設けられた図１６に示される各部を制御する。

[0084] 次に、計測室６０内で行われる事前準備作業の一例について、図１７（Ａ）のフローチャートに基づいて説明する。以下で説明する各ステップの処理は、計測制御装置５０の制御下で行われるが、以下では、説明の簡略化のため、計測制御装置５０に関する説明は特に必要な場合を除き省略する。

[0085] 前提として、シャトルストッカ（不図示）には、複数のシャトル１０が保管されているものとする。また、露光前のウエハは、計測室６０にインラインにて接続されているＣ／Ｄ９０００側のウエハ搬送系によって基板受け渡し部に載置されているものとする。

[0086] ステップＳ１０２において、シャトルストッカ（不図示）に保管されているシャトル１０が、計測テーブルＴＢに装着される。具体的には、シャトルストッカ（不図示）に保管されているシャトル１０が、計測室内搬送系６２により、シャトルストッカからウエハ交換位置にある計測ステージＳＴ上で前述の第２位置に位置している計測テーブルＴＢの上方に搬送された後、下方に駆動されて計測テーブルＴＢにキネマティックカップリングを介して装着される。

[0087] 次のステップＳ１０４では、計測室内搬送系６２により基板受け渡し部にある露光前のウエハ（便宜上、ウエハW_1とする）が、計測ステージＳＴの複

数のピン３２に渡される。このとき、計測テーブルＴＢは第２位置にあり、この状態で、ウエハW_1は、回転位置ずれ及び中心位置ずれが調整された状態で、複数のピン３２の上に載置される。

[0088] 次のステップＳ１０６では、ウエハW_1をシャトル１０に保持させる。具体的には、計測テーブルＴＢを第１位置まで上方に駆動することで、ウエハW_1をシャトル１０の静電チャック上に載置し、その後、静電チャックによるウエハの吸着を開始する。なお、シャトル１０には、静電チャックに接続された接続端子が設けられ、また、計測テーブルＴＢには、不図示の電力供給源に接続されたテーブル側端子が設けられており、計測テーブルＴＢにシャトル１０がキネマティックカップリングを介して装着された時に、接続端子とテーブル側端子とが接続され、電力供給源から静電チャックに電力が供給可能になる。

[0089] 次のステップＳ１０８では、ウエハW_1のシャトル１０に対する概略（ラフ）位置計測を行う。具体的には、最初に、ウエハW_1のサーチアライメントを行った後、シャトル１０に設けられた基準マーク（不図示）の位置情報を計測し、シャトル１０（基準マーク）に対するウエハW_1の相対位置情報を求める。

[0090] サーチアライメントに際し、例えば、ウエハW_1の中心に関してほぼ対称に周辺部に位置する少なくとも２つのサーチアライメントマーク（以下、サーチマークと称する）が検出対象となる。計測制御装置５０は、計測ステージ駆動系３６による計測ステージＳＴの駆動を制御して、それぞれのサーチマークをアライメント検出系ＡＬＧの検出領域（検出視野）内に位置決めしつつ、計測ステージ干渉計３８による計測情報を取得し、アライメント検出系ＡＬＧを用いてウエハW_1に形成されたサーチマークを検出した時の検出信号と、計測ステージ干渉計３８による計測情報とに基づいて、各サーチマークの位置情報を求める。

[0091] より具体的には、計測制御装置５０は、信号処理装置（不図示）から出力されるアライメント検出系ＡＬＧの検出結果（検出信号から求まるアライメ

ント検出系ＡＬＧの検出中心（指標中心）と各サーチマークとの相対位置関係）と、各サーチマーク検出時の計測ステージ干渉計３８の計測値とに基づいて、２つのサーチマークの基準座標系上の位置座標を求める。ここで、基準座標系は、計測ステージ干渉計３８の測長軸によって規定される直交座標系である。

[0092] しかる後、計測制御装置５０は、サーチマークと同様の手順で、シャトル１０上に設けられた複数の基準マークの基準座標系上の位置座標を求める。そして、２つのサーチマークの位置座標と複数の基準マークの位置座標とに基づいて、ウエハW_1のシャトル１０に対する相対位置を求める。ここで、概略位置計測と読んでいるのは、アライメント検出系ＡＬＧによるマークの位置座標の検出精度が、露光直前に行われる、反射電子の検出によるアライメントマークの位置座標の検出精度に比べて低いからである。これにより、ウエハW_1のシャトル１０に対する概略位置計測が終了する。なお、ウエハW_1は、実際には回転位置ずれ及び中心位置ずれが調整された状態でシャトル１０上にロードされるので、ウエハW_1の中心位置ずれは無視できるほど小さく、残留回転誤差は非常に小さい。

[0093] ステップＳ１０８のウエハW_1のシャトル１０に対する概略位置計測が終了すると、ステップＳ１１０に進み、ウエハW_1のフラットネス計測（表面の凹凸の計測）が行われる。このフラットネス計測は、計測ステージＳＴをＹ軸方向に移動させながら、面位置検出装置ＡＦの計測情報と計測ステージ干渉計３８の計測情報とを所定のサンプリング間隔で取り込むことで行われる。ここで、ウエハのフラットネスの計測を行うのは、電子ビーム露光装置では、ウエハ表面の凹凸に起因してウエハのＸＹ平面内の位置計測誤差（横ずれ）が生じるので、露光の際にこの位置計測誤差を補正する必要があるからである。この位置計測誤差は、ウエハのフラットネス情報（ウエハ座標系上のＸＹ座標位置（Ｘ，Ｙ）に応じたＺ位置の情報Ｚ（Ｘ，Ｙ））に基づいて簡単に演算で求めることができる。なお、サーチアライメントにより、ウエハの回転ずれの情報は既知なので、ウエハ座標系と前述の基準座標系との関係

は、簡単に求めることができる。

[0094] ステップＳ１１０のフラットネス計測が終了すると、ステップＳ１１２において、ウエハW_1を保持したシャトル１０が、計測室内搬送系６２によって、上方に駆動され、キネマティックカップリングを解除して計測テーブルＴＢ上から取り外された後、計測室６０の空間ＳＰとの境界部に設けられているシャトル受け渡し部のロード側シャトル載置部に載置される。これにより、計測室６０内における事前計測動作（Ｓ１０８、Ｓ１１０）を含む事前準備作業が終了する。なお、計測テーブルＴＢからシャトル１０が取り外された後も、シャトル１０の静電チャックは、残留電荷によりウエハW_1を保持することが可能である。また、シャトル１０に内部電源を設け、計測テーブルＴＢからシャトル１０が取り外された後は、この内部電源から静電着チャックに電力を供給しても良い。

[0095] 次に、計測室６０内で行われる露光済みのウエハのアンロード作業について、図１７（Ｂ）のフローチャートに基づいて説明する。以下で説明する各ステップの処理は、計測制御装置５０の制御下で行われるが、以下では、説明の簡略化のため、計測制御装置５０に関する説明は特に必要な場合を除き省略する。前提として、露光済みのウエハを保持するシャトルが、シャトル受け渡し部のアンロード側シャトル載置部に載置されているものとする。

[0096] ステップＳ１２２において、露光済みのウエハ（便宜上、ウエハW_0とする）を保持するシャトル１０が、計測テーブルＴＢに装着される。具体的には、ウエハW_0を保持するシャトル１０が、計測室内搬送系６２により、シャトル受け渡し部のアンロード側シャトル載置部からウエハ交換位置にある計測ステージＳＴ上で前述の第１位置に位置している計測テーブルＴＢの上方に搬送された後、下方に駆動されて計測テーブルＴＢにキネマティックカップリングを介して装着される。

[0097] 次のステップＳ１２４では、シャトル１０からウエハW_0を離脱させる（取り外す）。具体的には、シャトル１０の静電チャックによるウエハW_0の吸着を解除し、計測テーブルＴＢを第２位置まで下方に駆動する。これにより、

複数のピン３２によってウエハW_0が下方から全体的に押し上げられ、ウエハW_0をシャトル１０から容易に離脱させることができる。なお、残留電荷に起因してウエハW_0がシャトル１０から離脱させ難い場合には、ウエハW_0に超音波を印可させたり、または各種除電対策を行いながらウエハを離脱させることもできる。

[0098] 次のステップＳ１２６では、複数のピン３２によって支持されているウエハW_0が、計測室内搬送系６２により計測テーブルＴＢ上から搬出され前述の基板受け渡し部に載置される。

[0099] 次のステップ１２８では、シャトル１０が、計測室内搬送系６２によって、上方に駆動され、キネマティックカップリングを解除して計測テーブルＴＢ上から取り外された後、シャトルストッカの空いている収納棚に収納される。これにより、計測室６０内における露光済みのウエハのアンロード作業が終了する。シャトルストッカ内に収納されたシャトル１０は、次に取り出されるまで、シャトルストッカ内に保管されるが、この保管中に所定の温度に調整（冷却）される。

[0100] 次に、露光システム１０００によるウエハに対する処理の流れについて説明する。以下で説明する処理は、計測制御装置５０及び露光制御装置３８０_2～３８０_6、並びに搬送系制御装置７２により、これらの制御装置を統括的に管理する主制御装置１００の管理の下で行われるが、以下では、これらの制御装置に関する説明は特に必要な場合を除き、省略する。また、実際には、各露光室３０１_i内には、露光ユニット３１０が、各２つ収容され、これに対応してロードロックチャンバ３０２（ロードロック室）も２つ設けられているが、以下では、説明の便宜上、各露光室３０１_i内には、露光ユニット３１０が１つ収容され、ロードロックチャンバも真空チャンバに１つだけ設けられているものとする。すなわち、真空チャンバ（露光室）と、露光ユニットと、ロードロックチャンバ（ロードロック室）とが、互いに１：１対応であるものとする。

[0101] 露光システム１０００による処理が開始されるのに先立って、Ｃ／Ｄ９０

００内の搬送系（例えば多関節型のロボット）により、電子線レジストが塗布された露光前のウエハが計測室６０とＣ／Ｄ９０００との境界部分に設けられた基板受け渡し部上に載置される。Ｃ／Ｄ９０００内では、ウエハに対する電子線レジスト塗布処理を含む一連の処理が順次繰り返し行われ、ウエハが順次基板受け渡し部上に載置される。

[0102] まず、計測室６０内で、前述したステップＳ１０２～ステップＳ１１２の処理が行われる。これにより、ウエハのシャトルに対する概略位置計測及びフラットネス計測が終了した露光前のウエハW_1を保持するシャトル１０が、シャトル受け渡し部のロード側シャトル載置部に載置されることになる。

[0103] 次いで、シャトル搬送系７０により、シャトル受け渡し部のロード側シャトル載置部から露光前のウエハW_1を保持するシャトル１０が、主制御装置１００によって指定された露光室３０１$_i$に対応するロードロックチャンバ３０２の前方に搬送された後、その指定された露光室３０１$_i$内の露光済みのウエハＷを保持するシャトル１０と交換される。この場合、主制御装置１００は、その時点でウエハに対する露光処理が終了している露光室３０１$_i$があれば、その露光室３０１$_i$を指定し、露光処理が終了している露光室がなければ、最も早いタイミングで露光処理が終了する予定の露光室３０１$_i$を指定する。ここでは、一例として、最も早いタイミングで露光処理が終了する予定の露光室３０１$_i$が指定されるものとする。

[0104] 以下、シャトル交換動作、すなわちシャトルと一体でのウエハの交換動作について図面に基づいて具体的に説明する。まず、シャトル受け渡し部のロード側シャトル載置部から搬出されたウエハW_1を保持するシャトル１０は、図１８に示されるように、露光室３０１$_i$が内部に形成された真空チャンバ３００$_i$のロードロックチャンバ３０２の前方（この場合、－Ｙ側）の位置までシャトル搬送系７０によって搬送される。このとき、露光室３０１$_i$内では、ウエハW_0の露光が行われている。なお、以下の説明では、「ウエハW_1を保持するシャトル」を、便宜上、「シャトル１０$_1$」と表記し、「ウエハW_0を保持するシャトル」を、「シャトル１０$_0$」と表記する。また、これに併せて

、以下の説明で用いる図１９～図２７においては、ウエハの図示が省略されている。

[0105] ウエハW_0の露光が終了すると、図１８中に下向きの白抜き矢印で示されるように、真空チャンバ３００$_i$のロードロックチャンバ３０２に設けられた外側（大気側）ゲートバルブ３０２ｂが開けられた後、図１９中に黒矢印で示されるように、シャトル１０$_1$がシャトル搬送系７０によってロードロック室３０４内に搬入される。次に、図１９中に上向きの白抜き矢印で示されるように、外側（大気側）ゲートバルブ３０２ｂが閉じられた後、ロードロック室３０４内の真空引きが開始される。

[0106] シャトル搬送系７０は、ロードロック室３０４内にシャトル１０$_1$を搬入後、次の露光前のウエハを保持するシャトルをシャトル受け渡し部から別のロードロック室内に搬入する動作、又は別の露光済みのウエハを保持するシャトルを別のロードロック室から搬出し、シャトル受け渡し部に搬送する動作など（以下、別の動作と称する）に従事する。

[0107] そして、ロードロック室３０４内が露光室３０１$_i$と同程度の高真空状態に達すると、図２０中に下向きの白抜き矢印で示されるように、ロードロックチャンバ３０２に設けられた内側（真空側）ゲートバルブ３０２ｃが開けられた後、露光室３０１$_i$内部の露光室内搬送系３１２によって、シャトル１０$_1$が露光室３０１$_i$内のシャトルキャリア３０６の下段の収納棚に収納される。このときシャトルキャリア３０６は、図２０に示されるように、下段の収納棚の高さが、ロードロック室３０４の開口に一致する第１の状態（第１位置）にある。このときの、シャトル１０$_1$の位置を、便宜上、搬出入位置と称する。このとき、シャトル１０$_0$上のウエハW_0に対する露光が続行されている。なお、図１８～図２７では、シャトルの位置をわかり易くするため、シャトルキャリア３０６は、仮想線（二点鎖線）にて簡略化して示されている。

[0108] 次いで、図２１中に白抜き矢印で示されるように、シャトルキャリア３０６は、第１位置から第１の距離下方の第２位置まで下降する。これにより、

シャトルキャリア３０６は、上段の収納棚の高さが、ロードロック室３０４の開口に一致する第２の状態となる。このとき、シャトル１０_0上のウエハW_0に対する露光が続行されているので、シャトルキャリア３０６は、露光が終了するまで、第２の状態を維持する。すなわち、シャトル１０_1は、搬出入位置の下方の第１待機位置で待機する。

[0109] そして、露光が終了すると、露光室内搬送系３１２により、シャトル１０_0が、微動ステージ３２２ｂから取り外され、図２１中に黒矢印で示されるようにロードロックチャンバ３０２側（－Ｙ側）に向かって搬送され、シャトルキャリア３０６の上段の収納棚に収納される。これにより、シャトルキャリア３０６の上下の収納棚にそれぞれ収納された、シャトル１０_0とシャトル１０_1とが、図２２に示されるように、上下に重なった状態となる。なお、微動ステージ３２２ｂからシャトル１０_0が取り外されるのに先立って、第２計測系２５（図１６参照）の計測情報に基づく、微動ステージ３２２ｂの６自由度方向の位置、姿勢のフィードバック制御が、露光制御装置３８０_iによって開始され、次に第１計測系２０（図１６参照）の計測情報に基づく、シャトルと一体の微動ステージ３２２ｂの位置制御が開始されるまでの間、微動ステージ３２２ｂの６自由度方向の位置、姿勢は所定の基準状態に維持される。

[0110] 次いで、図２２中に白抜き矢印で示されるように、シャトルキャリア３０６が、上方に第１の距離移動し、前述の第１の状態（第１位置）に戻る。すなわち、このシャトルキャリア３０６の上昇動作により、シャトル１０_1とシャトル１０_0とを上方に、第１の距離移動させて、シャトル１０_0を搬出入位置の上方の第２待機位置へ位置させるとともにシャトル１０_1を搬出入位置へ位置させる。

[0111] 次いで、露光室内搬送系３１２により、シャトル１０_1がシャトルキャリア３０６から取り出され、図２３中に黒矢印で示されるように粗微動ステージ３２２の上方に向かって搬送され、微動ステージ３２２ｂに装着される（図２４参照）。このとき、前述の如く、微動ステージ３２２ｂの６自由度方向

の位置、姿勢は基準状態に維持されているので、シャトル１０_{1}を、キネマティックカップリングを介して微動ステージ３２２ｂに装着するだけで、電子ビーム照射装置３３０（電子ビーム光学系）とシャトル１０_{1}との位置関係が所望の位置関係となる。そして、先に説明した概略位置計測の結果を考慮して、微動ステージの３２２ｂの位置を微調整することで、微動ステージ３２２ｂに装着されたシャトル１０_{1}上のウエハW_{1}に形成された複数（例えば１００個）のショット領域のそれぞれに対応してスクライブライン（ストリートライン）に形成された少なくとも各１つのアライメントマークに対して、電子ビーム光学系から電子ビームを確実に照射することが可能となる。したがって、少なくとも各１つのアライメントマークからの反射電子が反射電子検出系で検出され、ウエハW_{1}の全点アライメント計測が行われ、この全点アライメント計測の結果に基づいて、ウエハW_{1}上の複数のショット領域に対し、電子ビーム照射装置３３０を用いた露光が開始される。

[0112] 上記の全点アライメント計測及び露光と並行して、シャトル１０_{0}の前述のシャトル受け渡し部のアンロード側シャトル載置部への搬送動作（シャトルの回収動作）が、以下の手順で行われる。

[0113] すなわち、まず、シャトルキャリア３０６が、図２４に白抜き矢印で示されるように、第１の距離下方に移動して、再び第２の状態となる。これにより、図２５に示されるように、シャトル１０_{0}が収納されたシャトルキャリア３０６の上段の収納棚が、ロードロック室３０４の開口と同じ高さに位置する。

[0114] 次いで、露光室内搬送系３１２により、シャトル１０_{0}がシャトルキャリア３０６から取り出され、図２５中に黒矢印で示されるように、ロードロック室３０４内へ向けて搬送され、シャトル１０_{0}がロードロック室３０４内に搬入された時点で、真空側のゲートバルブ３０２ｃが閉じられる（図２６中の白抜き矢印参照）。

[0115] このとき、シャトル搬送系７０は、前述した別の動作を一旦終了して真空チャンバ３００_{i}が備えるロードロックチャンバ３０２の前に移動している。

なお、シャトル搬送系７０が、別の動作を継続中であった場合、例えば露光室３０１$_i$内でのウエハW$_0$の露光が終了した時点で、主制御装置１００は、直ちにその別の動作を一時的に中断させ、真空チャンバ３００$_i$が備えるロードロックチャンバ３０２の前に移動させても良い。

[0116] 次いで、図２７中に下向きの白抜き矢印で示されるように、大気側のゲートバルブ３０２ｂが開けられた後、シャトル搬送系７０によりシャトル１０$_0$がロードロック室３０４から取り出されて、回収される。露光制御装置３８０$_i$は、ゲートバルブ３０２ｂを開けるのと前後して、図２７中に上向きの白抜き矢印で示されるように、第２状態にあるシャトルキャリア３０６を、第１の距離上向きに駆動して第１状態に戻す。なお、シャトル１０$_0$が取り出された後、ゲートバルブ３０２ｂは、閉じられる。

[0117] 次いで、回収されたシャトル１０$_0$は、シャトル搬送系７０により、直ちに、シャトル受け渡し部のアンロード側シャトル載置部へ戻される。この戻されたシャトル１０$_0$は、計測室内搬送系６２によって、ウエハ交換のため、計測テーブルＴＢに向けて搬送される。以後、計測室６０内では前述した処理が繰り返し行われ、主制御装置１００により露光室の指定がなされる度に、シャトル搬送系７０によるシャトルの搬送、及び指定された露光室３０１$_i$でのシャトルの交換及び露光処理動作が繰り返し行われる。

[0118] なお、シャトル１０$_0$をロードロック室３０４から取り出すためのゲートバルブ３０２ｂの開放と前後して、シャトルキャリア３０６を、第１の状態（第１位置）に戻すものとしたが、これに限らず、第２の状態にあるシャトルキャリア３０６をそのままにしても良い。この場合には、露光室３０１$_i$内でのシャトルの交換に際して、シャトルキャリア３０６の第１の状態と第２の状態との設定が上の説明と反対になるようにしつつ、上述と同様の手順でシャトル交換を行えば良い。この場合、露光前のウエハを保持するシャトルに対する第１待機位置が、搬出入位置の上方に設定され、露光済みのウエハを保持するシャトルに対する第２待機位置が、搬出入位置の下方に設定されることになる。

[0119] なお、実際には、上述した計測室６０内での事前準備作業、及びシャトル搬送系７０による一連の動作（露光前のウエハを保持するシャトルの、シャトル受け渡し部からロードロック室内への搬入、及び露光済みのウエハを保持するシャトルのロードロック室からの搬出及びシャトル受け渡し部への搬送などの動作）に要する合計の所要時間は、１つの露光ユニット３１０で行われる露光動作（全点アライメント動作を含む）の所要時間に比べて格段に短いので、本実施形態に係る露光システム１０００のように、１０台の露光ユニット３１０に対して、計測室６０及びシャトル搬送系７０が、それぞれ１つのみ設けられているだけで十分である。すなわち、計測室６０内での一連の動作、及びシャトル搬送系７０による一連の動作が原因となって、露光システム１０００全体としてのスループットの低下を生じさせることはない。反対に、本実施形態に係る露光システム１０００のようなに複数台の露光ユニットに対して、計測室、シャトル搬送系をそれぞれ１つのみ設けることで、電子ビーム露光の本質的な欠点である、スループットが著しく低いという欠点を補って、実用上、十分なスループットを確保することが可能になる。なお、真空チャンバ３００_{3}、及び真空チャンバ３００_{6}の少なくとも一方に隣接して、真空チャンバ（露光室）の増設は容易であるので、計測室６０及びシャトル搬送系７０に、遊びの時間がある場合には、露光室（及び露光ユニット）の数をさらに増やすことで、さらなるスループットの向上が期待できる。

[0120] 以上説明したように、本実施形態に係る露光システム１０００によると、床面Ｆの下方から配線及び配管を介して供給されたユーティリティをチャンバ３００_{1}～３００_{6}のそれぞれに分配する第１制御ラック２００が、－Ｙ側の列のチャンバ３００_{4}～３００_{6}に対して－Ｘ側に隣接して、かつＣ／Ｄ９０００に対向して－Ｙ側に配置されている。このため、２列のチャンバ３００_{1}～３００_{3}及び３００_{4}～３００_{6}側と、Ｃ／Ｄ９０００側とのフットプリント（特に幅寸法（Ｙ軸方向の寸法））を揃えるレイアウトが可能となり、露光室用のチャンバを２列、Ｃ／Ｄ９０００の長手方向の一側に配置してい

るにもかかわらず、Ｃ／Ｄ９０００の長手方向と直交する方向の一側に使い勝手の悪い空きスペースを生じさせることがない。

[0121] また、２列のチャンバと、第１制御ラック２００と、第２制御ラック５００とを含む露光システム１０００の構成部分は、Ｃ／Ｄ９０００とともに、全体として直方体の空間を占めている。したがって、本実施形態では、クリーンルーム内に使い勝手が悪い空間が生じるのを回避して、空間の利用効率の向上を図ることが可能である。

[0122] また、第２制御ラック５００により、上方からユーティリティをチャンバ３００$_1$～３００$_6$のそれぞれに供給しているので次のような利点がある。すなわち、例えば電子ビーム照射装置３３０の鏡筒３３１には多くの電線（配線）を接続する必要があるが、かかる電線の接続を例えば下方から行おうとすると、粗微動ステージ３３２等を含むステージ装置３２０が存在し、邪魔になって、接続そのものに困難を伴う。これに対し、上方から鏡筒３３１に対して電線の接続を行う場合には、遮るものがないため、電線の本数が多くても容易に接続できる。

[0123] また、本実施形態に係る露光システム１０００では、真空チャンバ３００$_2$～３００$_6$の内部に各２つ収容された合計１０機の露光ユニット３１０を備え、各露光ユニット３１０が、それぞれオン／オフ可能で、かつ偏向可能な例えば４０００本の直径２０ｎｍの電子ビームの円形スポットを矩形（例えば１００μｍ×２０ｎｍ）の露光領域内に配置可能なマルチビーム光学系から成る光学系カラムが、例えば１００個、例えば３００ｍｍウエハ上の例えば１００個のショット領域にほぼ１：１で対応する位置関係で鏡筒３３１内に配置された電子ビーム照射装置３３０を備えている。したがって、合計１０機の露光ユニット３１０により並行して別々のウエハの露光を行うことで、従来の電子ビーム露光装置に比べてスループットを大幅に向上させることができる。

[0124] また、本実施形態に係る露光システム１０００では、露光室３０１$_i$とは別の計測室６０内で、露光に先立って、ウエハをシャトル１０で保持した状態

で、シャトルに対するウエハの位置関係の計測、及びウエハのフラットネス計測などの事前計測を行い、その後に各露光室３０１$_i$内にその事前計測が終了したウエハを保持するシャトル１０を搬入し、基準位置にある、微動ステージ３３２ｂに、キネマティックカップリングを介して装着するだけで、ウエハに対するアライメント計測及び露光を直ちに開始することができる。この点においても、従来に比べてスループットの向上が可能である。

[0125] また、露光システム１０００では、シャトル搬送系７０により、事前計測が終了したウエハ及び露光が終了したウエハが、シャトル１０と一体で、計測室６０と真空チャンバ３００$_2$～３００$_6$それぞれのロードロックチャンバ３０２との間で搬送される。このため、真空チャンバ３００$_2$～３００$_6$それぞれのロードロックチャンバ３０２内に搬入された事前計測が終了したウエハを保持するシャトル１０を、露光室内搬送系３１２が各露光室３０１$_i$内に搬入して微動ステージ３２２ｂに装着した後、ウエハのファインアライメント及びこの結果に基づく、ウエハの露光を直ちに開始することが可能になる。

[0126] また、本実施形態によると、図１８から図２７に基づいて説明したような手順で、露光室３０１$_i$内のウエハのシャトルと一体の交換が行われ、特に、シャトルキャリア３０６の下段及び上段の収納棚に、露光前のウエハW_1を保持するシャトル１０$_1$及び露光済みのウエハW_0を保持するシャトル１０$_0$をそれぞれ収納することで両シャトル１０$_0$、１０$_1$を上下に並べ、そのシャトルキャリア３０６を上方（又は下方）に移動させることで、両シャトル１０$_0$、１０$_1$を同時に上方に移動させる手順（図２２、図２３参照）が採用されている。このため、露光室３０１$_i$の空間を効率良く利用してウエハのシャトルと一体の交換を行うことができ、露光室３０１$_i$の内部の容積（Ｘ軸方向及びＹ軸方向の寸法）を必要以上に大きくする必要がなくなる。この点において、フットプリントを小さくすることが可能になる。なお、本実施形態では、両シャトル１０$_0$、１０$_1$を上下に並べた状態で、同時に上方（又は下方）に移動させるため、シャトルキャリア３０６を用いたが、シャトルキャリア３０

６を必ずしも用いる必要はなく、同様のことができるのであれば、そのための構成は特に問わない。例えばロボットにより両シャトル１０$_0$、１０$_1$を上下に並べた状態で、同時に上方（又は下方）に移動させても良い。

[0127] また、本実施形態に係る露光システム１０００の複数の露光ユニット３１０がそれぞれ備えるステージ装置３２０によると、粗動ステージ３３２ａをＸ軸方向に駆動する粗動ステージ駆動系３２３が、一軸駆動機構、一例としてボールねじを用いた送りねじ機構によって構成されているので、その送りねじ機構からの磁束漏れが生じるおそれはない。また、シャトル１０が装着される微動ステージ３３２ｂを６自由度方向に駆動する微動ステージ駆動系３２７として、前述した閉磁界型かつムービングマグネット型のモータ３２７が用いられ、且つ該モータの上面及び両側面が、粗動ステージ３３２ａに両端が固定された磁気シールド部材３２８で覆われているので、粗動ステージ３３２ａ及び微動ステージ３３２ｂの全移動範囲で上方への磁束漏れを効果的に抑制ないしは防止することが可能である。したがって、本実施形態では電子ビーム照射装置３３０のビーム源から射出される電子ビームの位置決めに対して無視できないほどの悪影響を与えるような磁場変動が生じるおそれはない。なお、本実施形態に係るステージ装置３２０は、上述のように上方への磁束漏れを効果的に抑制ないしは防止することができるので、電子ビーム露光装置、その他の荷電粒子線露光装置、あるいはＳＥＭ等に用いられるステージ装置として好適である。

[0128] なお、本実施形態では、粗動ステージ駆動系３２３として、ボールねじを用いた送りねじ機構で構成した例を示したが、この構成に限定されるものではない。例えば、粗動ステージ駆動系を微動ステージと同様、磁束漏れ対策が施された粗動ステージ駆動系を用いることも可能である。

[0129] また、本実施形態に係るステージ装置３２０では、微動ステージ３３２ｂ（及びシャトル１０）の自重を、定盤３２１上で支持する重量キャンセル装置３２４が設けられているので、微動ステージ（及びシャトル１０）を駆動しないときにモータ３２７により自重を支持するための定常的な力を発生さ

せる必要がなる。これにより、発熱が大きくなることによる不都合を防止できるとともに、磁力が電子ビームの位置決めに悪影響を与えることをさらに抑制ないしは防止することができる。

[0130] また、本実施形態に係る露光ユニット３１０では、シャトル１０が微動ステージ３２２ｂに装着された状態では、微動ステージ３２２ｂの６自由度方向の位置情報は、シャトル１０の位置情報を計測する前述のエンコーダシステムから成る第１計測系２０で計測されている。エンコーダシステムは、干渉計と比べて計測ビームの光路長が極端に短いので、必要なスペースが小さく、第１計測系２０の小型化が可能になる。また、第１計測系２０は、前述の如く、合計１２自由度の計測が可能であり、６自由度方向のそれぞれについて、冗長計測が行われ、各２つの位置情報が得られる。そして、露光制御装置３８０は、第１計測系２０で計測された位置情報に基づいて、それぞれの自由度について各２つの位置情報の平均値を、それぞれの方向の計測結果とする。これにより、平均化効果により、６自由度の全ての方向について、シャトル１０及び微動ステージ３２２ｂの位置情報を、高精度に求めることが可能になる。したがって、露光の際のウエハの位置制御性の向上が可能となり、高精度な露光が可能になる。

[0131] なお、本実施形態に係る露光ユニット３１０では、露光の際のウエハの位置制御性の向上が可能となることから、露光ユニット３１０は、ラインパターンの一部を除去し、紫外光露光装置の解像限界よりも微細な非周期的な部分を含むパターンの形成に好適に用いることができる。ここで、このようなパターン形成方法としては、例えば特開２０１１－２５８８４２号公報に開示されるように、第１段階として、例えばダブルパターニング法によってウエハ上の各ショット領域に線幅ｄ（紫外光露光装置の解像限界よりも微細な線幅である）でピッチ２ｄのライン・アンド・スペースパターンを形成する。そして、第２段階として、その各ショット領域において、ライン・アンド・スペースパターンから電子ビーム露光装置による露光及びエッチングによって部分的にラインパターンを除去するパターンの形成方法等がある。

[0132] 露光システム１０００を用いて上記パターンの形成を行う場合、第１段階で例えばダブルパターニング法によってウエハ上の各ショット領域に例えば線幅１０ｎｍでピッチ２０ｎｍのライン・アンド・スペースパターンを形成した後、第２段階でそのウエハをターゲットとして、露光システム１０００の各露光ユニット３１０を用いて非周期的な部分を露光することによって、紫外光露光装置の解像限界よりも微細な非周期的な部分（離間部）を含む回路パターンを効率的に形成できる。

[0133] なお、第１段階で用いられるダブルパターニング法は、ピッチ分割(Pitch Splitting)技術と、スペーサ・ピッチ・ダブリング（Spacer Pitch Doubling, Spacer transfer 又は Sidewall transfer）技術のいずれでも良い。また、第２段階で用いられるターゲットは、ダブルパターニング法に限らず、電子ビーム露光装置、あるいはＥＵＶ露光装置などを用いて、各ショット領域に線幅ｄ（紫外光露光装置の解像限界よりも微細な線幅である）でピッチ２ｄのライン・アンド・スペースパターンが形成されたウエハであっても良い。

[0134] また、本実施形態に係る露光ユニット３１０では、微動ステージ３２２ｂの６自由度方向の位置情報を常時計測する第２計測系２５が、第１計測系２０とは別に設けられている。このため、シャトルが微動ステージ３２２ｂに装着されていないときにも、露光制御装置３８０_{i}（ｉ＝２～６）では、微動ステージ３２２ｂの６自由度方向の位置、姿勢の制御が可能である。

[0135] また、本実施形態に係る露光システム１０００では、真空チャンバ３００_{i}の内部に、一対の露光ユニット３１０が収容されている。すなわち、真空チャンバ３００_{2}～３００_{6}のそれぞれの内部にウエハWを保持するシャトル１０が装着される移動可能な微動ステージ３２２ｂを含むステージ装置３２０のみならず、ステージ装置３２０とともに露光ユニット３１０を構成する、微動ステージ３２２ｂ上のシャトル１０に保持されたウエハに電子ビームを照射して露光する電子ビーム光学系を有する電子ビーム照射装置３３０の全体が、収容されている。したがって、大気圧が変動しても真空チャンバ３０

０$_i$の内部に全体が収容された鏡筒３３１が変形することはなく、鏡筒３３１内の電子ビーム光学系が悪影響を受けるなどの事態が発生するおそれはない。

[0136] なお、上記実施形態では、ステージ装置３２０が、磁界変動を抑制ないし防止するための構成として、粗動ステージ３３２ａに両端が固定された磁気シールド部材３２８及び重量キャンセル装置３２４の両者を備えている場合について説明したが、例えば、磁気シールド部材３２８のみを備えていても良い。

[0137] なお、上記実施形態では、真空チャンバ３００$_i$の内部に、露光ユニット３１０が一対収容された場合について例示したが、これに限らず、１つの真空チャンバの内部に、露光ユニット３１０が１つ、あるいは３つ以上収容されていても良い。また、上記実施形態では、露光システム１０００が、５つの露光室３０１$_i$と１つの計測室６０とを備えている場合について説明したが、露光室の数は、少なくとも１つあれば足りる。また、計測室６０が内部に形成されたチャンバ３００$_1$が、各３つのチャンバから成る２列のチャンバの一部であるものとしたが、チャンバ３００$_1$は、必ずしも、２列のチャンバの一部を構成していなくても良く、その設置場所は問わない。また、２列のチャンバ３００$_1$～３００$_3$及び３００$_4$～３００$_6$の全てを設ける必要はなく、例えばＣ／Ｄ９０００に隣接するチャンバ３００$_1$と第１制御ラック２００に隣接するチャンバ３００$_4$の２つのみが設けられていても良い。また、上記実施形態の計測室６０の内部に配置されていた各部は、チャンバ３００$_1$の内部に設けられなくても良く、要は、ウエハのシャトルに対する概略位置計測及びフラットネス計測などの事前計測を実行可能な前述した計測部６５が、露光システムの一部にあれば良い。

[0138] また、上記実施形態で説明した事前計測の内容は一例に過ぎず、その他の計測内容を含めても良い。また、上記実施形態では、事前計測のために露光前のウエハが載置される計測ステージ装置３０が、計測室内搬送系６２（搬送部材）と協働して、シャトル１０に対するウエハのロード及びシャトル１

０からのウエハのアンロードを行うロード・アンロード装置（３２、３４、ＴＢ）を有している場合について説明したが、これに限らず、事前計測に用いられる計測ステージＳＴとは別に、計測部の搬送部材と協働してシャトル１０に対するウエハのロード及びシャトル１０からのウエハのアンロードを行うロード・アンロード装置を設けても良い。また、計測部（上記実施形態における計測室６０）内に、シャトル１０の清掃装置を設けても良い。

[0139] なお、上記実施形態では、第１制御ラック２００に加えて、第２制御ラック５００が設けられた場合について説明したが、第２制御ラック５００は、必ずしも設けなくても良い。第２制御ラック５００が設けられていない場合には、第１制御ラック２００により、床面Ｆの下方から配線及び配管を介して供給されたユーティリティをチャンバ300_1～300_6のそれぞれに、上方から分配することが望ましい。

[0140] なお、チャンバの数は、チャンバ300_1、300_2の２つでも良く、この場合、第２制御ラック５００は、チャンバ300_1、300_2の上方に設けられても良い。

[0141] 《第１の変形例》

上記実施形態では、前述したように、第２制御ラック５００が、真空チャンバ300_iに対して、ユーティリティを上方から供給する露光システムについて説明した。次に、この露光システムの第１の変形例について図２８に基づいて説明する。図２８には、変形例に係る露光システムが備える真空チャンバ３００ａ及びその内部に収容された露光ユニット３１０が示されている。真空チャンバ３００ａは、前述した真空チャンバ300_i（ｉ＝２、３、４、５、６）に相当するものである。図２８の変形例に係る露光システムでは、第２制御ラック５００の内部に接続されているユーティリティ供給用の供給部材である複数のケーブル３１５の一部が、真空チャンバ３００ａの側壁を介して電子ビーム照射装置３３０に接続されている。

[0142] 図２８に示される真空チャンバ３００ａの側壁には、配線及び配管等の供給部材が取り付けられる複数（図２８では４つ）の取付部材３１６ａが設け

られ、また真空チャンバ３００ａの天井壁にも、少なくとも一つの取付部材３１６ｂが設けられている。

[0143] そして、電子ビーム照射装置３３０の鏡筒３３１の外周部及び上面部に、取付部材３１６ａ又は３１６ｂを介して、複数のケーブル３１５の一端部がそれぞれ接続されている。複数のケーブル３１５のそれぞれは、配線及び配管の少なくとも一方を含む。複数のケーブル３１５それぞれの他端部は、前述した第２制御ラック５００に接続されている。これらのケーブル３１５を介して、真空チャンバ３００の上方に位置する第２制御ラック５００からユーティリティが電子ビーム照射装置３３０に供給されている。

[0144] なお、取付部材３１６ａ、３１６ｂは、真空チャンバ３００ａ内部の気密性を維持するためのシール部材を介して、複数のケーブル３１５それぞれの中間部又は一端部を支持している。

[0145] 取付部材３１６ａ、３１６ｂは、ケーブル３１５が貫通する貫通孔が形成された一種のシール部材で構成されても良いし、真空チャンバ３００ａの内面側に配置された第１部材と、真空チャンバ３００ａの外面側に配置された第２部材とを有し、それぞれのケーブル３１５のチャンバ内部分（真空チャンバ３００ａの内部に位置する部分）とチャンバ外部分（真空チャンバ３００ａの外部に位置する部分）とを接続するとともに、真空チャンバ３００ａ内部の気密性を維持するための真空用コネクタであっても良い。

[0146] 《第２の変形例》

次に、第２の変形例に係る露光システムについて図２９に基づいて説明する。図２９には、第２の変形例に係る露光システムが備える真空チャンバ３００ｂ及びその内部に収容された露光ユニット３１０が示されている。真空チャンバ３００ｂは、前述した真空チャンバ３００_i（ｉ＝２、３、４、５、６）に相当するものである。真空チャンバ３００ｂの内部空間は、ステージ装置３２０及び電子ビーム照射装置３３０の射出端部（下端部）が収容された第１室３０１ａと、電子ビーム照射装置３３０の下端部を除く部分（上端部）が収容された第２室３０１ｂとに区画されている。本変形例に係る露光

システムは、真空チャンバ３００$_i$に代えて、真空チャンバ３００ｂが用いられ、真空チャンバ３００ｂの内部空間を第１室３０１ａと第２室３０１ｂとに区画するため、次に説明するような構成が採用されている点が、前述した実施形態と異なる。なお、図２９では、シャトルキャリア及び露光室内搬送系は図示が省略されている。

[0147] 真空チャンバ３００ｂの第１室３０１ａ部分の側壁（側板）及び天井壁（天板）に、前述したユーティリティ供給用の供給部材である複数のケーブル３１５が取付部材３１６ａ又は３１６ｂを介して取付けられている（固定されている）。

[0148] 本変形例では、電子ビーム照射装置３３０の鏡筒３３１の外周部には、前述したメトロロジーフレーム３４０より上方の位置にフランジ部ＦＬＧが設けられ、このフランジ部ＦＬＧを介して、電子ビーム照射装置３３０が、前述した３つの吊り下げ支持機構３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃ（柔構造の連結部材）を介して、真空チャンバ３００ｂの天板（天井壁）から吊り下げ状態で支持されている。フランジ部ＦＬＧは、鏡筒３３１の外周部から突出するようにリング状に形成されている。また、電子ビーム照射装置３３０と真空チャンバ３００ｂとの相対位置を所定の状態に維持するために、フランジ部ＦＬＧには、前述の位置決め装置３５３（図１６参照）と同様の非接触方式の位置決め装置（不図示）が設けられている。

[0149] 真空チャンバ３００ｂの第１室３０１ａと第２室３０１ｂとの境界の部分における内壁面には、環状の突出部３１７が設けられている。そして、フランジ部ＦＬＧと突出部３１７との間に、両者を接続する環状接続部３１９が設けられている。

[0150] 環状接続部３１９は、突出部３１７上に配置された環状プレート３１４と、環状プレート３１４とフランジ部ＦＬＧとの間に、鏡筒３３１を取り囲んで配置されたリング状の金属製のベローズ３２９とを含む。環状プレート３１４は、その下面の外周側半部が全周に渡って突出部３１７の上面に載置されている。ベローズ３２９は、上端部が環状プレート３１４の下面に接続さ

れ、下端部がフランジ部ＦＬＧの上面に接続されている。このため、ベローズ３２９は、Ｚ軸方向に関して伸縮自在の構造となっている。

[0151] 本変形例では、突出部３１７と、フランジ部ＦＬＧと、環状接続部３１９とによって、第１室３０１ａと第２室３０１ｂとが気密性良く区画されている。

[0152] なお、３つの吊り下げ支持機構３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃそれぞれの下端は、環状プレート３１４の中央部の開口を介してフランジＦＬＧに接続されている。

[0153] 本変形例では、上記実施形態と同様、真空チャンバ３００ｂの内部に、露光ユニット３１０が収容されているので、大気圧が変動しても真空チャンバ３００ａの内部に全体が収容された鏡筒３３１が変形することはなく、鏡筒３３１内の電子ビーム光学系が悪影響を受けるなどの事態が発生するおそれはない。これに加え、本変形例では、第１室３０１ａには、ケーブルが配置されておらず、第１室３０１ａと第２室３０１ｂとは、気密性良く区画されており、しかも、環状接続部３１９には、脱ガスが殆どない金属製のベローズ３２９が用いられているので、第１室３０１ａ内に配置された各部が脱ガスによる影響を殆ど受けることがない。

[0154] また、電子ビーム照射装置３３０は、フランジ部ＦＬＧを介して３つの吊り下げ支持機構３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃによって真空チャンバ３００ｂの天井から吊り下げ支持されている。また、フランジ部ＦＬＧは、伸縮自在の金属製のベローズ３２９を介して環状プレート３１４に接続されている。このため、３つの吊り下げ支持機構３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃの機能により、高い除振性能が得られるとともに機構部の大幅な軽量化が可能である。また、不図示の位置決め装置により、真空チャンバ３００ａに対する電子ビーム照射装置３３０のＸ軸方向、Ｙ軸方向、Ｚ軸方向の相対位置、及びＸ軸、Ｙ軸、Ｚ軸の回りの相対回転角は、一定の状態（所定の状態）に維持される。また、環状接続部３１９（ベローズ３２９）は、フランジ部ＦＬＧ（電子ビーム照射装置３３０及びメトロロジーフレーム３４０）の真空チャ

ンバ３００ｂに対する相対変位を許容するとともに、真空チャンバ３００ｂからのフランジ部ＦＬＧ（電子ビーム照射装置３３０及びメトロロジーフレーム３４０）に対する振動の伝達も防止ないしは効果的に抑制する。なお、本変形例では、フランジ部ＦＬＧとは別にメトロロジーフレーム３４０を設けることなく、フランジ部ＦＬＧにメトロロジーフレーム３４０の機能を持たせても良い。

[0155] なお、上記実施形態及び変形例では、真空チャンバ300_2～300_6、３００ａ、３００ｂそれぞれの内部に、露光ユニット３１０の全体が収容された場合について説明したが、これに限らず、例えば図３０に示されるように、露光ユニット３１０のうち、電子ビーム照射装置３３０の鏡筒３３１の下端部を除く部分、すなわち、鏡筒３３１の上端部を、真空チャンバ３００ｃの外部に露出させても良い。図３０に示される真空チャンバ３００ｃは、前述した第２の変形例の真空チャンバ３００ｂの第１室３０１ａを区画する部分に相当する部分のみから成る。この真空チャンバ３００ｃの内部の外部に対する気密状態を確保するため、前述の変形例と同様、フランジ部ＦＬＧとこれに接続された環状接続部３１９とによって、真空チャンバ３００ｃの内部と外部とが区画されている。なお、図３０の例では、電子ビーム照射装置３３０は,フランジ部ＦＬＧを介して、３つの吊り下げ支持機構３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃによって、前述したフレーム４００から吊り下げ支持されている。この図３０の例では、空気を介した電子ビーム照射装置３３０からの放熱が可能になっている。なお、この図３０の変形例でも、フランジ部ＦＬＧとは別にメトロロジーフレーム３４０を設けることなく、フランジ部ＦＬＧにメトロロジーフレーム３４０の機能を持たせても良い。

[0156] なお、上記実施形態及び各変形例では、電子ビーム照射装置３３０がメトロロジーフレーム３４０と一体で、３つの吊り下げ支持機構３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃを介して真空チャンバの天板（天井壁）又はフレーム４００から吊り下げ支持されるものとしたが、これに限らず、電子ビーム照射装置３３０は、床置きタイプのボディによって支持されても良い。

[0157] なお、上記実施形態では、露光前のウエハ及び露光済みのウエハを、いずれもシャトル１０と一体で、全ての真空チャンバ３００$_2$～３００$_6$と計測室６０との間で搬送するものとしたが、これに限らず、露光前のウエハ及び露光済みのウエハを単独で、前述の空間ＳＰ内の移動経路に沿って移動する水平多関節ロボットなどから成るウエハ搬送系によって、全ての真空チャンバ３００$_2$～３００$_6$と計測室６０との間で搬送することとしても良い。この場合には、ウエハに対する１層目の露光のみならず、第２層目以降の露光をも可能にするためには、露光室３０１$_i$の内部に電子ビーム照射装置３３０によるアライメントマークの検出を可能とするためのウエハに対する事前計測を行うための装置を配置する必要がある。シャトルと一体でウエハを搬送する場合、及びウエハを単独で搬送する場合のいずれにおいても、ウエハが搬送される前述の空間ＳＰと該空間ＳＰに連通する計測室６０の一部とは、真空チャンバの内部に比べて真空度の低い低真空状態に設定可能に構成しても良い。大気中からロードロック室内にウエハ（及びシャトル）を搬入する場合、可能な限り短時間でロードロック室内を真空チャンバの内部と同程度の高真空状態になるまで真空引きする必要があり、この場合、ウエハ（及びシャトル）が置かれる環境は、大気圧から高真空に変化し、温度低下によりウエハが収縮する。一方、低真空空間からロードロック室内にウエハ（及びシャトル）を搬入した場合、その温度の低下割合が低くなり、温度低下に起因するウエハの収縮が小さくなる。

[0158] なお、上記実施形態では、シャトル１０と一体でウエハが、計測室６０と各露光室３０１$_i$との間で、搬送される場合について説明したが、これ限らず、シャトル１０と同様静電チャックを有する保持部材を、微動ステージ３３２ｂ上にメカニカル固定しておき、ウエハを単独に搬送する露光装置でも、上記実施形態と同様にエンコーダシステムにより、その保持部材の例えば６自由度方向の位置情報を計測することとしても良い。この場合において、エンコーダシステムとして上記実施形態の第１計測系２０と同様の構成のものを用いても良い。この場合、保持部材は搬送されないので、保持部材側にヘ

ッド部を設け、保持部材の外部にヘッド部が対向し得るようにグレーティングプレートを設けても良い。

[0159] なお、露光済のウエハを保持するシャトルを計測室６０に必ず戻す必要はない。例えば、計測室６０とは別に、ウエハ搬出部を設け、このウエハ搬出部でシャトルからウエハを取り外しても良い。

[0160] また、上記実施形態では、微動ステージ３３２ｂが、粗動ステージ３３２ａに対して６自由度方向に移動可能な場合について説明したが、これに限らず、微動ステージはＸＹ平面内でのみ移動可能であっても良い。この場合、微動ステージの位置情報を計測する第１計測系２０及び第２計測系２５も、ＸＹ平面内の３自由度方向に関する位置情報を計測可能であっても良い。

[0161] また、上記実施形態では、第１計測系２０により６自由度方向の各方向について、冗長計測を行い、それぞれの方向について得られた２つの位置情報の平均に基づいて、それぞれの方向の微動ステージの位置を求めるものとしたが、これに限らず、６自由度方向の各方向について、更なる冗長計測を行い、３つ以上の位置情報の平均に基づいて、それぞれの方向の微動ステージの位置を求めるものとしても良い。あるいは、６自由度方向の一部の方向、例えばＸＹ平面内の３自由度方向についてのみ、冗長計測を行うようにしても良いし、いずれの方向についても冗長計測を行わなくても良い。

[0162] なお、別の観点からすると、上記実施形態により、感応剤が塗布されたターゲットを荷電粒子線で露光する露光システムであって、第１保持部材に保持された露光前の前記ターゲットを事前計測する計測室が形成される第１チャンバと、前記第１保持部材とは異なる第２保持部材に保持された前記ターゲットを前記荷電粒子線で露光する露光室が形成される第２チャンバと、前記事前計測が終了した前記ターゲットを保持する前記第１保持部材を、ロードロックチャンバを介して前記第１チャンバから前記第２チャンバ内に搬送した後、前記真空チャンバから前記露光が終了した前記ターゲットを保持する前記第２保持部材を前記ロードロックチャンバを介して搬送する搬送システムと、を備える露光システムが、提供される。この場合、搬送システムは

、真空チャンバ及びロードロックチャンバの外部に配置された搬送系と真空チャンバ内に配置された搬送系との両者を含む。

[0163] また、さらに別の観点からすると、上記実施形態により、ロードロック室が併設された真空チャンバ内のテーブルに搭載されるターゲットを交換する交換方法であって、露光前の前記ターゲットを保持した第１保持部材を前記ロードロック室内に搬入することと、前記ロードロック室の大気側ゲートバルブを閉じて、前記ロードロック室内を真空引きすることと、前記ロードロック室内が所定の真空状態になった後、前記ロードロック室の真空側ゲートバルブを開けて、前記ターゲットを保持した前記第１保持部材を前記真空チャンバ内の所定位置に搬入することと、前記所定位置に搬入後、前記ターゲットを保持した前記第１保持部材を所定距離下方又は上方へ移動して第１待機位置で待機させるとともに、露光済みのターゲットを保持する第２保持部材を前記テーブルから前記所定位置まで搬送することと、前記第１保持部材と前記第２保持部材とを所定距離上方又は下方へ移動して、前記第２保持部材を第２待機位置へ位置させるとともに前記第１保持部材を前記所定位置へ位置させることと、前記所定位置にある前記第１保持部材を前記テーブル上に搬入し、前記第１保持部材のターゲットに対する露光を開始することと、前記露光開始と前後して前記第２待機位置で待機している前記第２保持部材を前記所定位置に位置させることと、前記所定位置にある前記第２保持部材を前記ロードロック室内に搬入し、前記ロードロック室の真空側のゲートバルブを閉じることと、前記ロードロック室の大気側のゲートバルブを開放し、前記第２保持部材を前記ロードロック室から外部へ搬出することと、を含む交換方法が、提供される。

[0164] また、さらに別の観点からすると、上記実施形態により、ベース部材と、前記ベース部材に対して第１方向に移動可能な第１ステージと、前記第１ステージに対し、前記第１方向と交差する第２方向に移動可能な第２ステージと、前記第２ステージを駆動する駆動用モータと、前記第１ステージに設けられ、前記モータの少なくとも上面及び側面を覆う磁気シールド部材と、を

備える第１のステージ装置が、提供される。

[0165] また、さらに別の観点からすると、上記実施形態により、ベース部材と、前記ベース部材に対して第１方向に移動可能な第１ステージと、前記第１ステージに対し、前記第１方向と交差する第２方向に移動可能な第２ステージと、前記第２ステージを駆動する駆動用モータと、前記駆動用モータの少なくとも上面及び側面を覆う磁気シールド部材と、前記第２ステージの自重を、前記ベース部材上で支持する重量キャンセル装置と、を備える第２のステージ装置が、提供される。

[0166] また、さらに別の観点からすると、上記実施形態により、前記第２ステージにターゲットが保持された上記第１及び第２のステージ装置のいずれかと、荷電粒子線光学系を有し、前記ターゲットに荷電粒子線を照射する荷電粒子線照射装置と、を備える第１の露光装置が、提供される。

[0167] また、さらに別の観点からすると、上記実施形態により、荷電粒子線光学系を有し、荷電粒子線をターゲットに照射する荷電粒子線照射装置と、前記ターゲットを保持して少なくとも前記荷電粒子線光学系の光軸に直交する所定平面内で移動可能なテーブルと、前記テーブルを駆動する駆動系と、前記テーブルの位置情報を計測可能なエンコーダシステムと、前記エンコーダシステムで計測された前記位置情報に基づいて、前記駆動系による前記テーブルの駆動を制御する制御装置と、を備える第２の露光装置が、提供される。

[0168] なお、上記実施形態では、ターゲットが半導体素子製造用のウエハである場合について説明したが、本実施形態に係る露光システム１０００は、ガラス基板上に微細なパターンを形成してマスクを製造する際にも好適に適用できる。また、上記実施形態では、荷電粒子線として電子ビームを使用する電子ビーム露光システム１０００について説明したが、露光用の荷電粒子線としてイオンビーム等を用いる露光装システムにも上記実施形態を適用することができる。

産業上の利用可能性

[0169] 以上説明したように、本発明に係る露光システムは、半導体素子等の電子

デバイスの製造におけるリソグラフィ工程での使用に適している。

符号の説明

[0170] ６０…計測室、２００…第１制御ラック、３００_{1}、３００_{2}、３００_{3}…チャンバ、３００_{4}、３００_{5}、３００_{6}…チャンバ、３０１_{i}…露光室、３０２…ロードロックチャンバ、３１０…露光ユニット、３２２…粗微動ステージ、３３０…電子ビーム照射装置、３５０ａ、３５０ｂ、３５０ｃ…吊り下げ支持機構、３５１…防振パッド、３５２…ワイヤ、３５３…位置決め装置、４００…フレーム、５００…第２制御ラック、１０００…露光システム、９０００…Ｃ／Ｄ、Ｆ…床面、ＳＰ…空間、Ｗ、$Ｗ_{0}$、$Ｗ_{1}$…ウエハ。

請求の範囲

[請求項1] ターゲットを荷電粒子線で露光する露光システムであって、

ターゲットに感応剤を塗布する基板処理装置に隣接して配置される第１チャンバと、

前記第１チャンバに対し、該第１チャンバと前記基板処理装置とが隣接する第１方向に交差する第２方向に離間して配置された第２チャンバと、

前記第２チャンバ及び前記基板処理装置のそれぞれに隣接又は近接して配置され、外部のユーティリティ供給源に接続された第１制御ラックと、を備え、

前記第１制御ラックは、前記ユーティリティ供給源から供給される前記ユーティリティを前記第１チャンバ及び前記第２チャンバのそれぞれに分配する露光システム。

[請求項2] 前記第１及び第２チャンバの上方に配置され、前記第１制御ラックから供給される前記ユーティリティを前記第１及び第２チャンバに供給する第２制御ラックをさらに備える請求項１に記載の露光システム。

[請求項3] 前記第２チャンバ及び前記第１制御ラックは、前記第１方向に関して隣接して配置されている請求項１又は請求項２に記載の露光システム。

[請求項4] 前記基板処理装置と前記第１チャンバとはインライン接続されており、

前記基板処理装置内の空間、前記第１制御ラックの空間、前記第２チャンバの空間は、互いに独立している請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の露光システム。

[請求項5] 前記基板処理装置、前記第１制御ラック、前記第２チャンバは、互いに離間している請求項４に記載の露光システム。

[請求項6] 前記第１方向に関し、前記基板処理装置が隣接する前記第１チャン

バの一側とは反対の他側に隣接して配置される第３チャンバを備える請求項１から請求項５のいずれか一項に記載の露光システム。

[請求項7] 前記第１方向に関し、前記第１制御ラックが隣接する前記第２チャンバの一側とは反対の他側に隣接して配置される第４チャンバを備える請求項１から請求項６のいずれか一項に記載の露光システム。

[請求項8] 前記第１チャンバと前記第２チャンバとの間、及び前記第３チャンバと前記第４チャンバとの間に配置され、前記第１、第２、第３及び第４チャンバのそれぞれに接続された搬送チャンバを備える請求項７に記載の露光システム。

[請求項9] 前記搬送チャンバ内には、前記第１チャンバと、前記第２、第３及び第４チャンバとの間で前記ターゲットを搬送するための搬送空間が形成される請求項８に記載の露光システム。

[請求項10] 前記搬送空間及び前記第１チャンバ内の空間と、前記第２、第３及び第４チャンバ内空間とは互いに異なる雰囲気である請求項９に記載の露光システム。

[請求項11] 前記第２、第３及び第４チャンバ内の空間は、真空雰囲気である請求項１０に記載の露光システム。

[請求項12] 前記搬送チャンバの内部及び前記第１チャンバの内部は、前記第２、第３及び第４チャンバの内部に比べて真空度の低い低真空状態に設定可能である請求項１１に記載の露光システム。

[請求項13] 前記第１、第２、第３及び第４チャンバのそれぞれと、前記搬送チャンバとの間に設けられるロードロック室を有する請求項９から請求項１２のいずれか一項に記載の露光システム。

[請求項14] 前記第１チャンバ内には、前記ターゲットに対する計測が行われる計測室が形成され、

前記第２、第３及び第４チャンバ内には、前記感応剤が塗布された前記ターゲットを荷電粒子線で露光する露光室が形成されている請求項１３に記載の露光システム。

[請求項15] 前記第２、第３及び第４チャンバのそれぞれには、前記感応剤が塗布された前記ターゲットを前記荷電粒子線で露光する露光ユニットの少なくとも一部が、少なくとも各１つ収容されている請求項１４に記載の露光システム。

[請求項16] 前記第２、第３及び第４チャンバのそれぞれには、前記露光ユニットの少なくとも一部が、各２つ収容されている請求項１５に記載の露光システム。

[請求項17] 前記露光ユニットは、前記ターゲットを保持して移動可能なステージを含むステージ装置と、前記ターゲットに荷電粒子線を照射して露光する荷電粒子線照射装置とを有し、

前記チャンバの内部に、前記ステージ及び前記荷電粒子線照射装置の少なくとも射出端部が収容されている請求項１５又は１６に記載の露光システム。

[請求項18] 前記チャンバの内部に、前記露光ユニット全体が収容されている請求項１７に記載の露光システム。

[請求項19] 前記ステージ装置は、前記ステージ及び該ステージの外部の一方に設けられ、２次元格子が形成された格子部と、前記ステージ及び該ステージの外部の他方に前記格子部と対向可能に設けられ、前記格子部に複数のビームを照射し、格子部からの戻り光を受光するヘッド部とを有し、前記ステージの位置情報を計測するエンコーダシステムを含む請求項１７又は１８に記載の露光システム。

[請求項20] 前記露光ユニットは、前記格子部と前記ヘッド部のうち、前記ステージの外部に設けられる前記エンコーダシステムの構成部分が設けられるメトロロジーフレームをさらに有し、

前記メトロロジーフレームは、前記荷電粒子線照射装置と一体で、前記チャンバの天井部から複数の柔構造の吊り下げ支持機構を介して吊り下げ支持されている請求項１９に記載の露光システム。

[請求項21] 前記荷電粒子線照射装置は、前記メトロロジーフレームを介して前

記チャンバの天井部に３つの前記吊り下げ支持機構を介して３点で吊り下げ支持されている請求項２０に記載の露光システム。

[請求項22] 前記吊り下げ支持機構は、前記天井部に固定された防振パッドと、該防振パッドに一端が接続され前記荷電粒子線照射装置の支持部材に他端が接続されたワイヤとを含む請求項２０又は２１に記載の露光システム。

[請求項23] 前記荷電粒子線照射装置と前記チャンバとの相対位置を所定の状態に維持するための非接触方式の位置決め装置をさらに備える請求項２２に記載の露光システム。

[請求項24] 前記第１、第２チャンバ、前記第１制御ラック及び前記第２制御ラックは、前記基板処理装置とともに、全体として直方体の空間を占めている請求項１から請求項２３のいずれか一項に記載の露光システム。

[請求項25] 前記ユーティリティ供給源は、前記基板処理装置、前記第１チャンバ、前記第２チャンバ、前記第１制御ラックが配置される床面の下方に配置され、

前記第１制御ラックには、前記床面を介して前記ユーティリティ供給源と接続される第１の供給部材が接続されていること請求項１から請求項２４のいずれか一項に記載の露光システム。

[請求項26] 感応剤が塗布されたターゲットを荷電粒子線で露光する露光システムであって、

前記ターゲットを保持して移動可能なステージを含むステージ装置と、前記ターゲットに荷電粒子線を照射して露光する荷電粒子線照射装置とを有する露光ユニットと、

前記露光ユニットの少なくとも一部を収容する真空チャンバと、

前記真空チャンバの側壁及び天井壁の少なくとも一方に設けられ、前記荷電粒子線照射装置に対して、外部のユーティリティ供給源から供給されるユーティリティを供給するための供給部材が取り付けられ

る取付部材とを備える露光システム。

[請求項27] 前記真空チャンバは、前記ステージ及び前記荷電粒子線照射装置における前記荷電粒子線を射出する射出端部が収容された第１室と、前記射出端部を除く部分が収容された第２室とを有し、前記第２室に前記取付部材が設けられる請求項２６に記載の露光システム。

[請求項28] 前記荷電粒子線照射装置は、その外周部に設けられたフランジ部を介して前記真空チャンバの天井部から複数の柔構造の吊り下げ支持機構を介して吊り下げ支持されている請求項２７に記載の露光システム。

[請求項29] 前記吊り下げ支持機構は、前記天井部に固定された防振パッドと、該防振パッドに一端が接続され前記荷電粒子線照射装置の支持部材に他端が接続されたワイヤとを含む請求項２８に記載の露光システム。

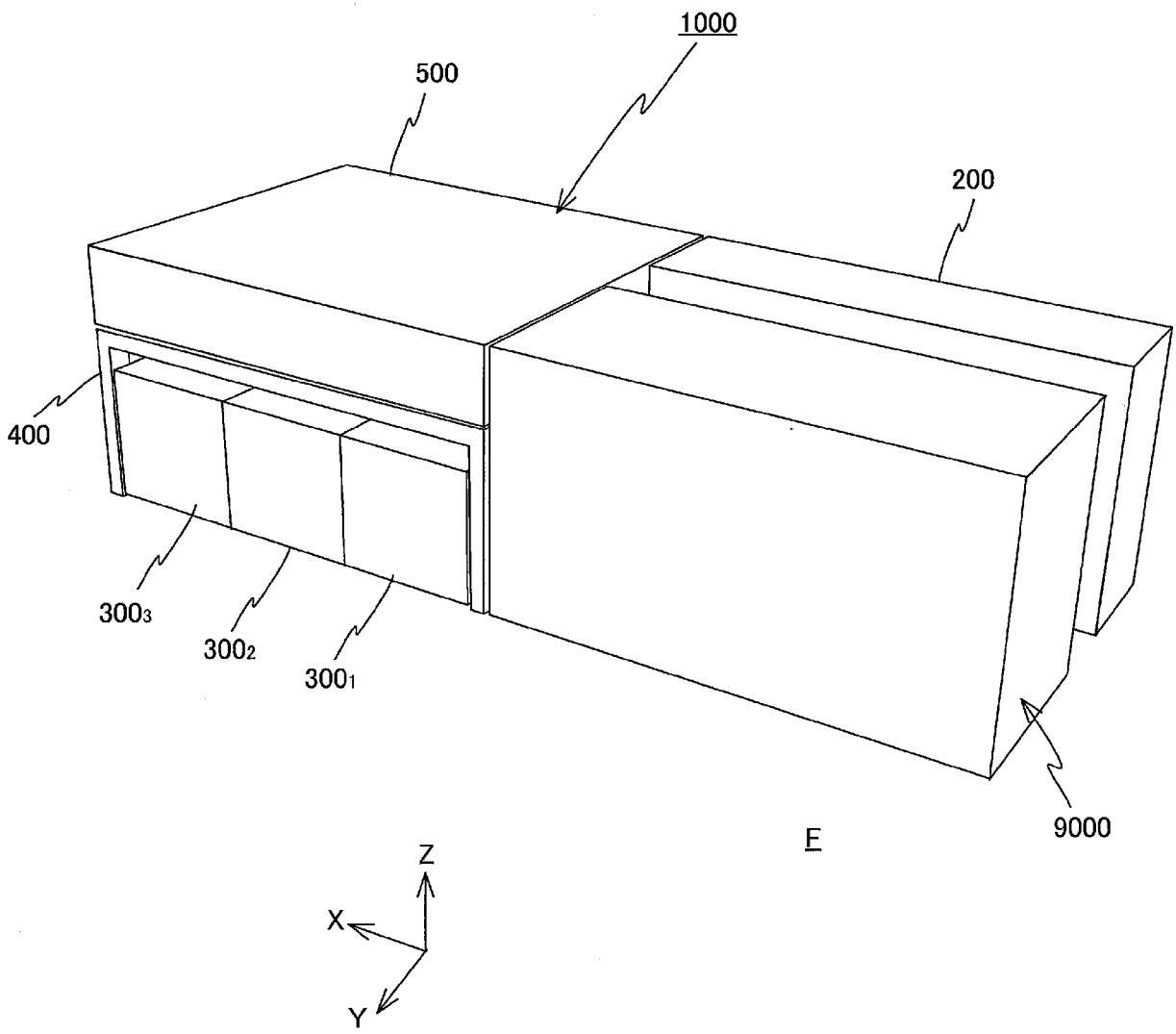
[請求項30] 前記真空チャンバの内周部には、環状凸部が設けられ、

前記フランジ部と前記環状凸部との間に、両者を接続する伸縮自在の環状接続部が設けられ、

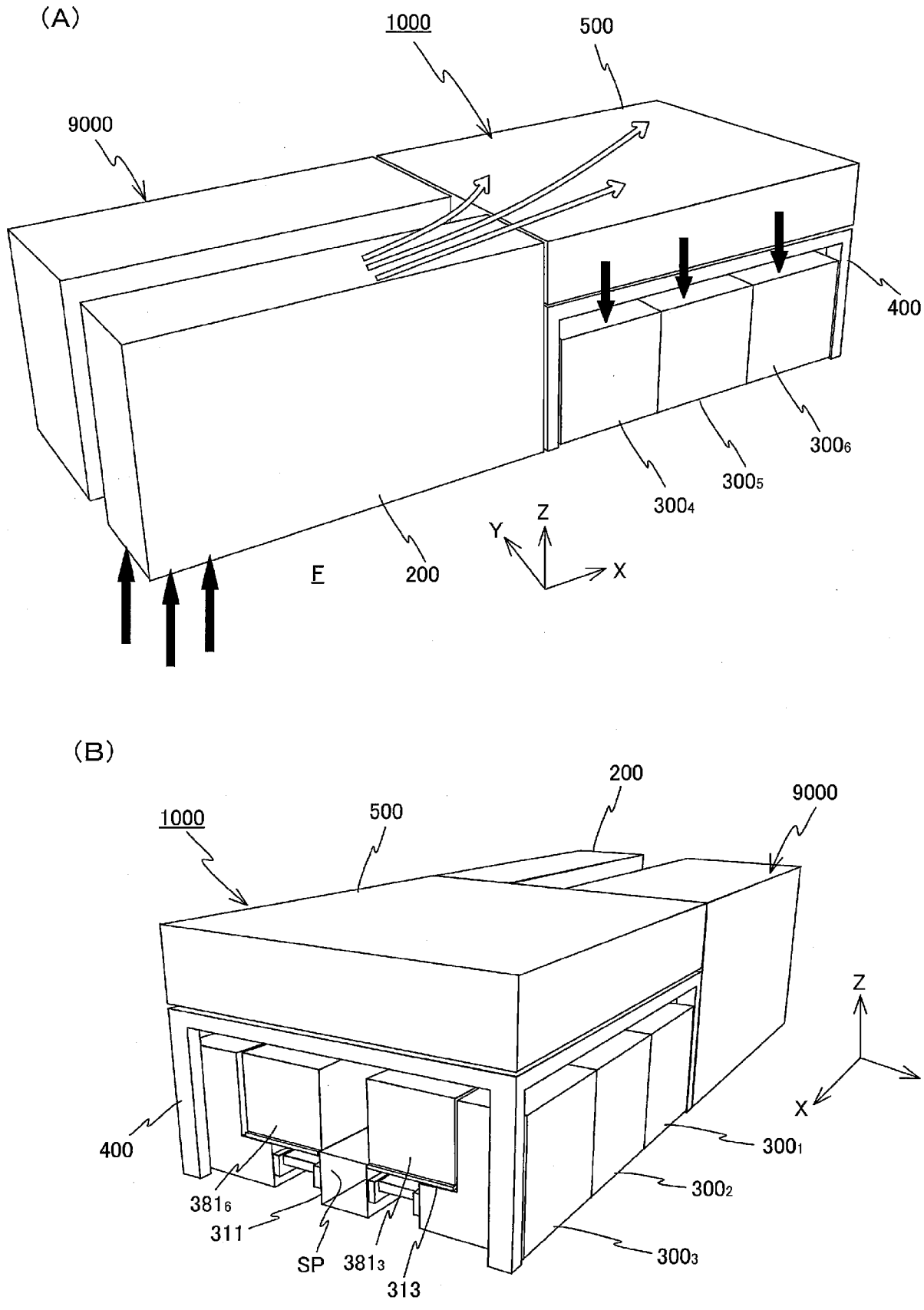
前記環状凸部と、前記フランジ部と、前記環状接続部とによって、前記第１室と、第２室とが区画されている請求項２８又は２９に記載の露光システム。

[請求項31] 前記環状接続部の少なくとも一部は、金属製のベローズによって構成されている請求項３０に記載の露光システム。

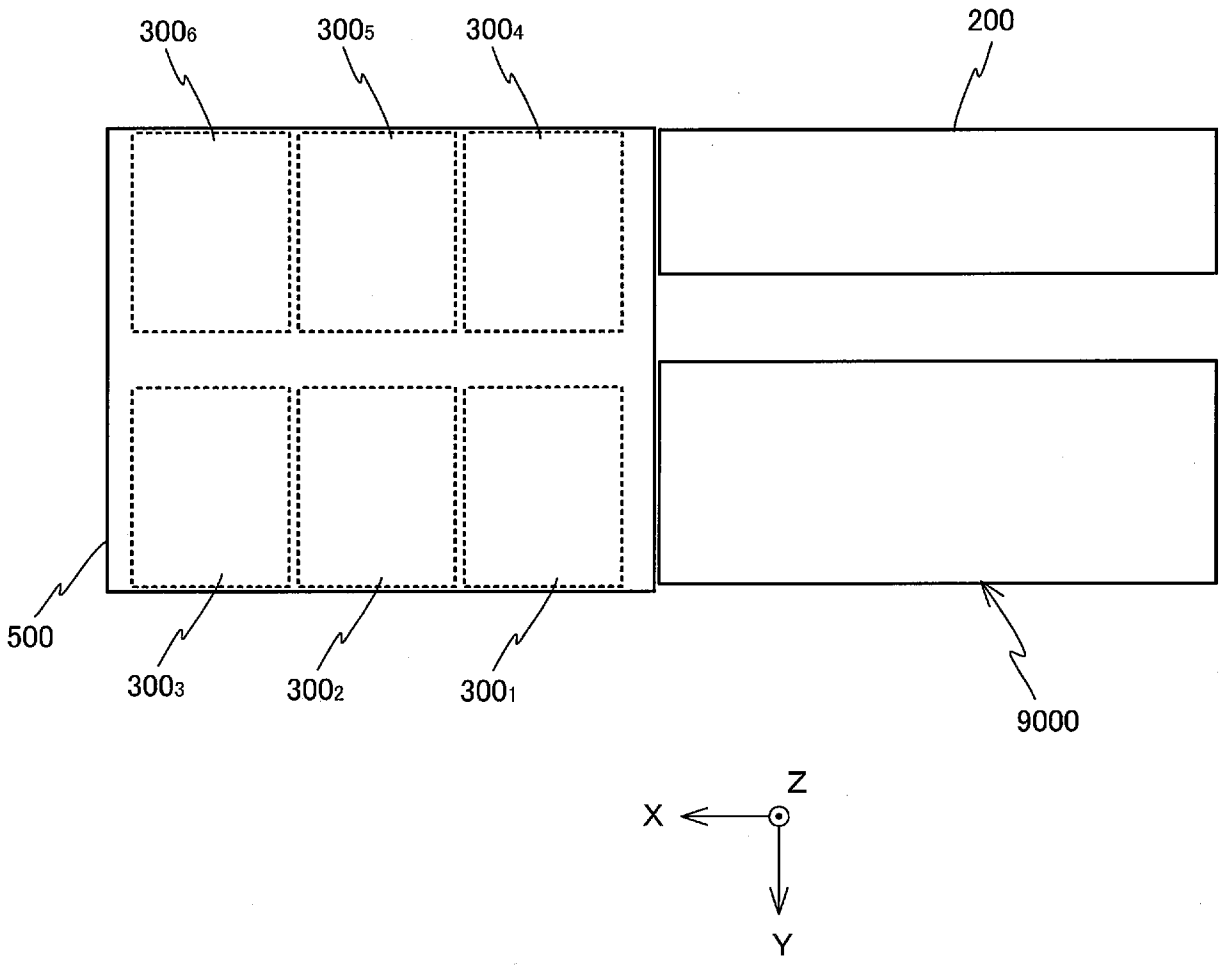
[図1]



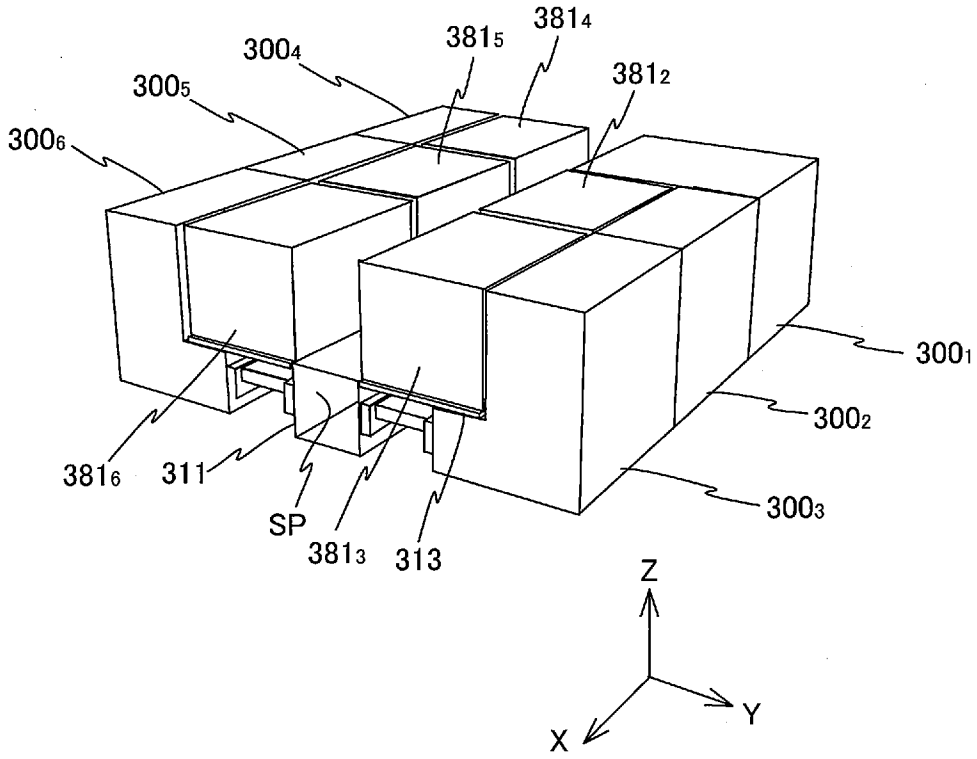
[図2]


(A)
1000
500
9000
400
300_6
300_5
300_4
F
200
Y
Z
X
(B)
200
9000
1000
500
Z
Y
X
400
300_1
300_2
300_3
381_6
311
SP
381_3
313

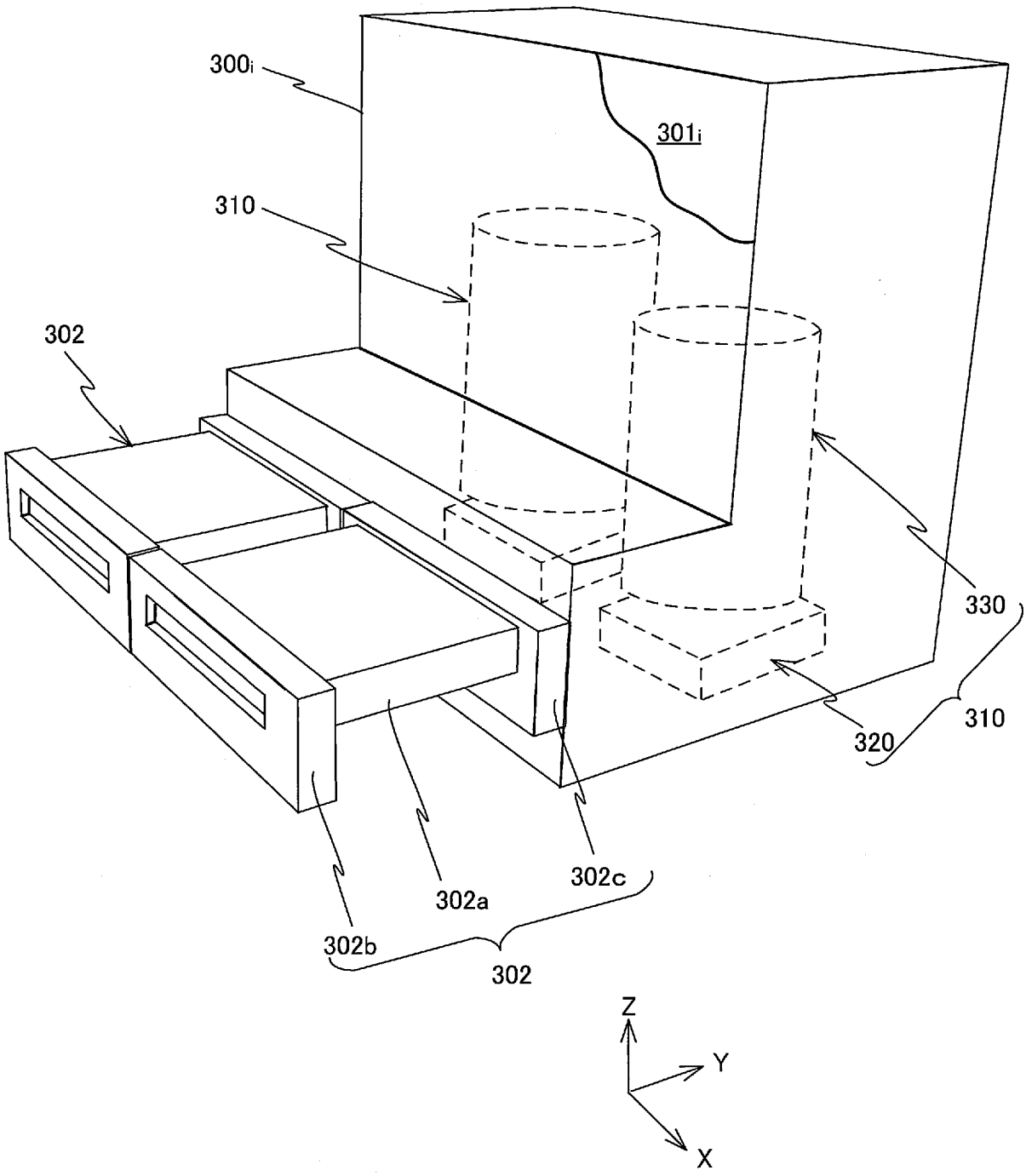
[図3]



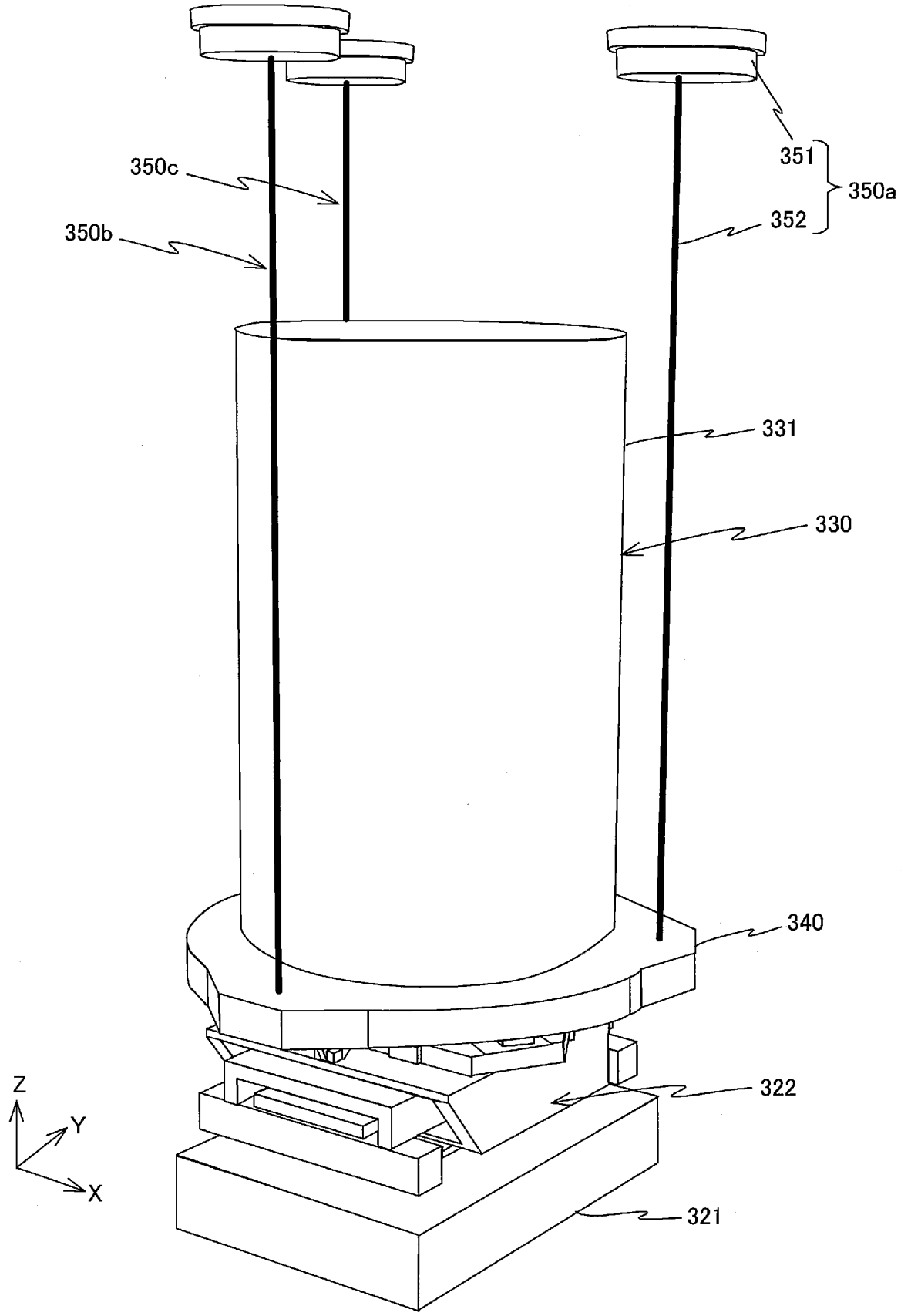
[図4]


300_4
381_5
381_4
300_5
381_2
300_6
300_1
300_2
300_3
381_6
311
SP
381_3
313
Z
Y
X

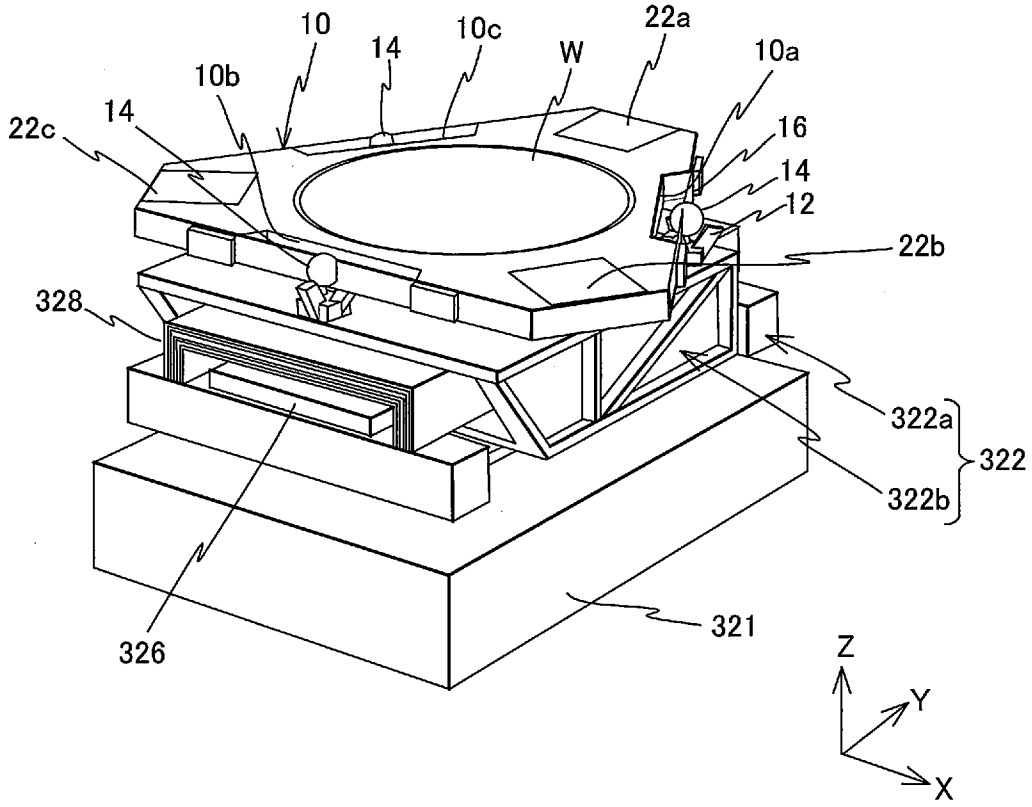
[図5]



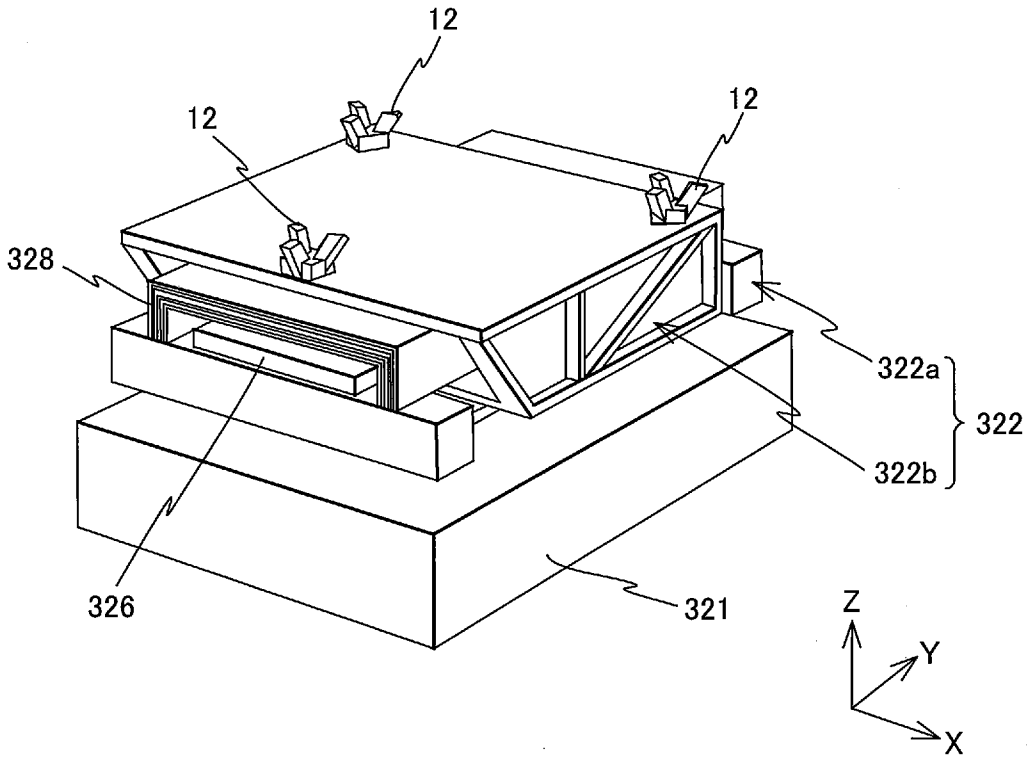
[図6]



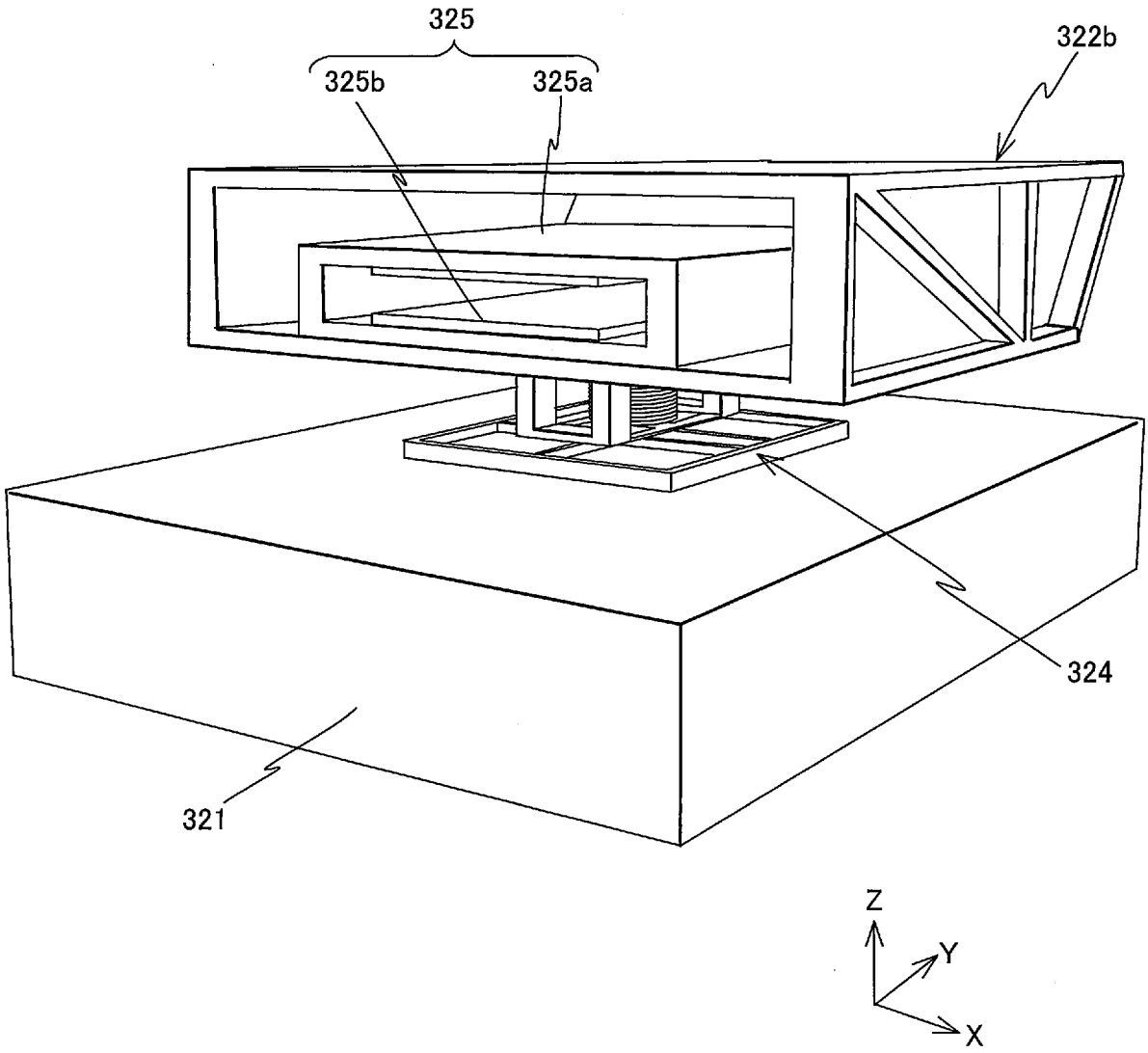
[図7]


10
14
10c
W
22a
10a
10b
14
22c
16
14
12
22b
328
322a
322
322b
326
321
Z
Y
X

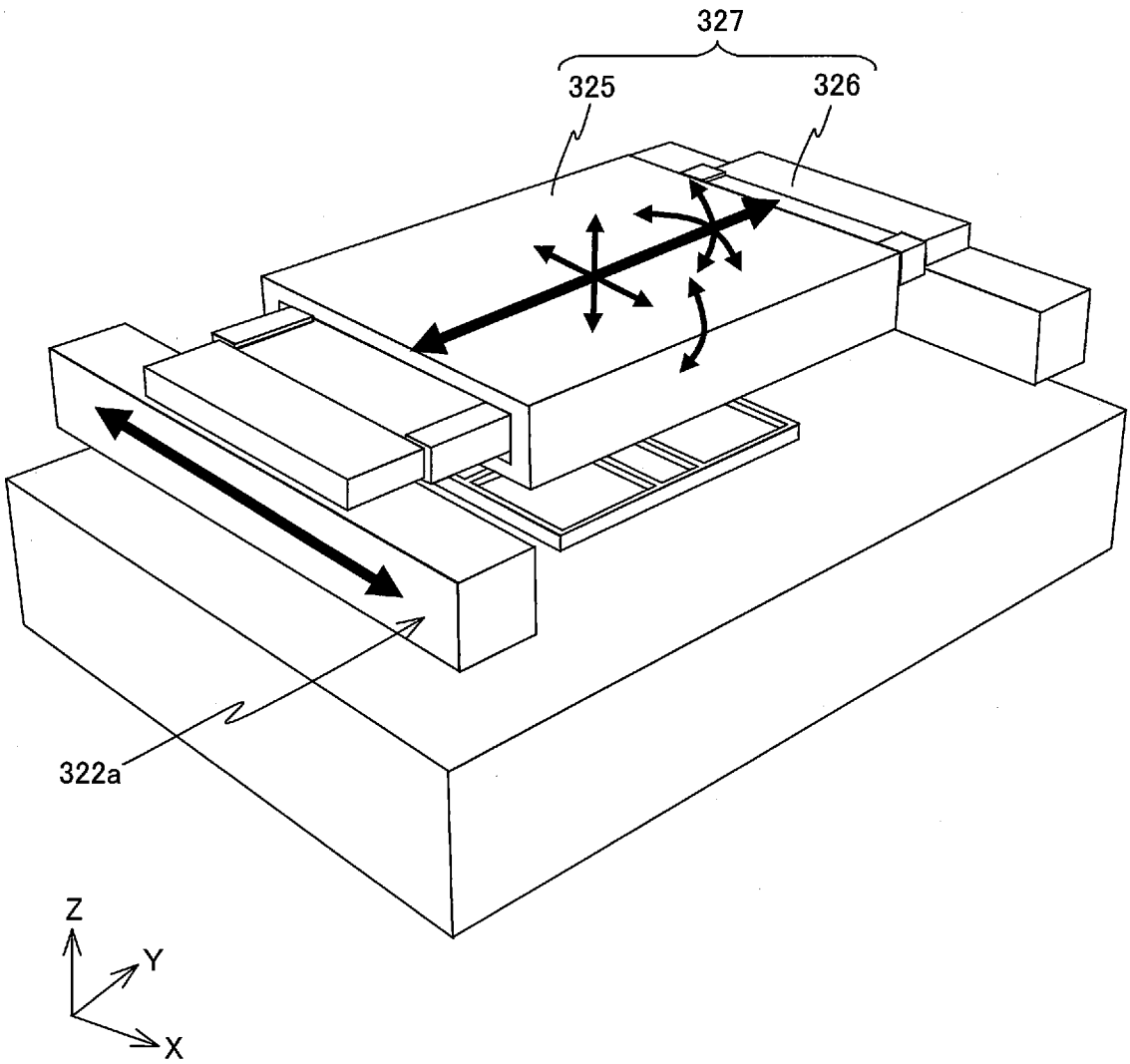
[図8]


12
12
12
328
322a
322
322b
326
321
Z
Y
X

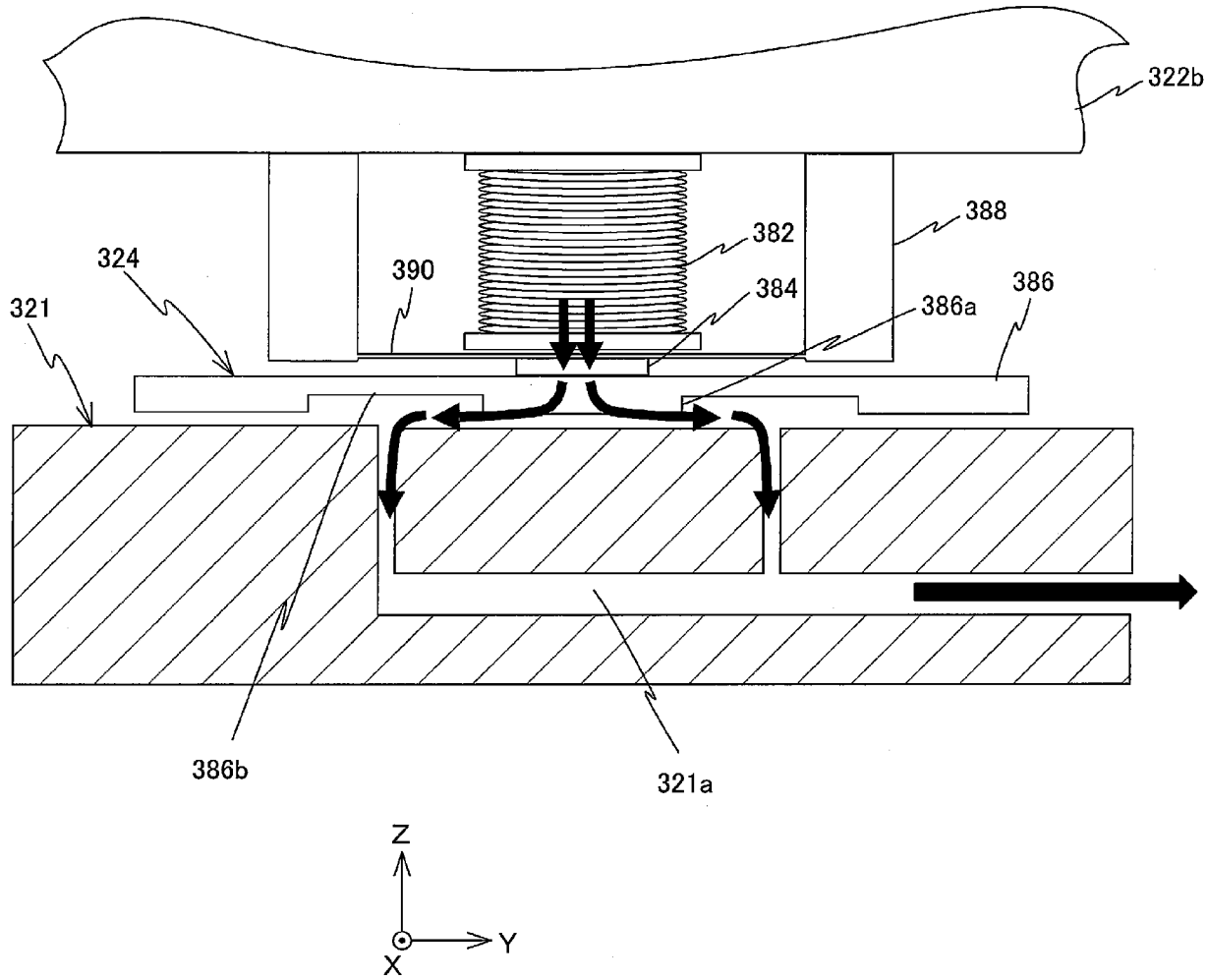
[図9]



[図10]

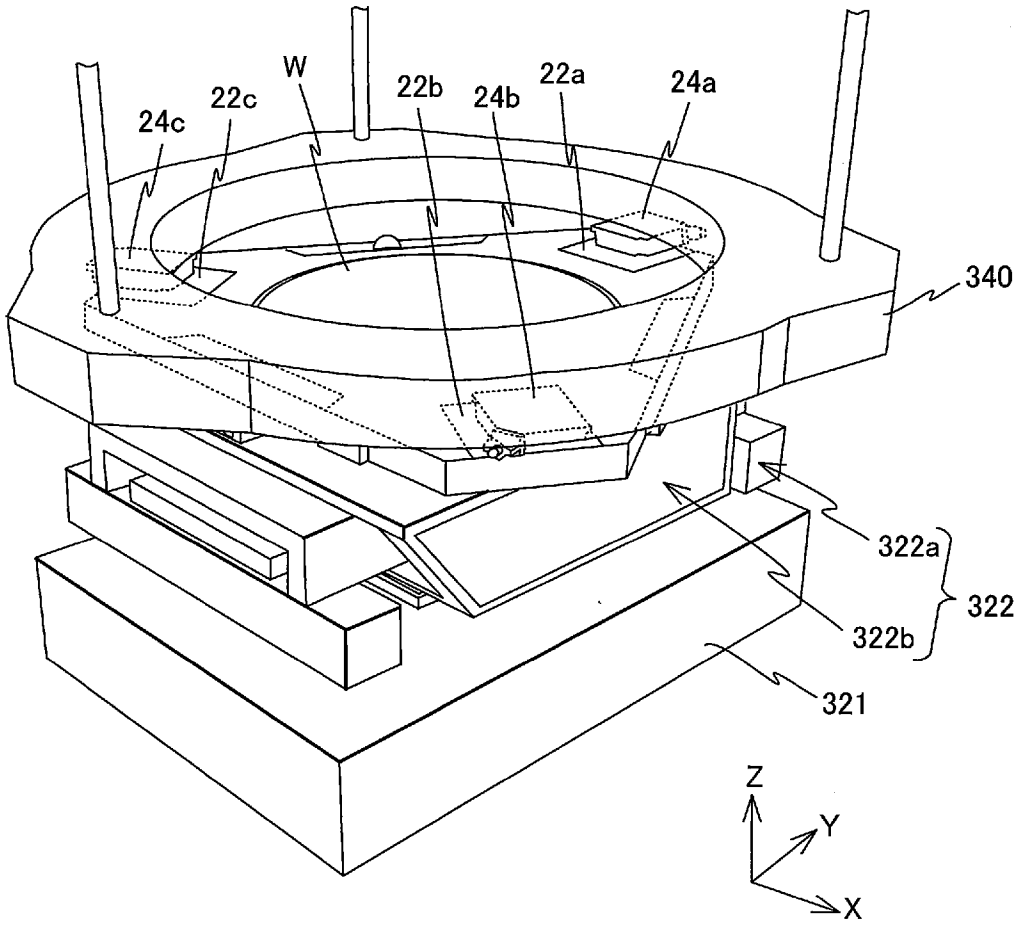


[図11]

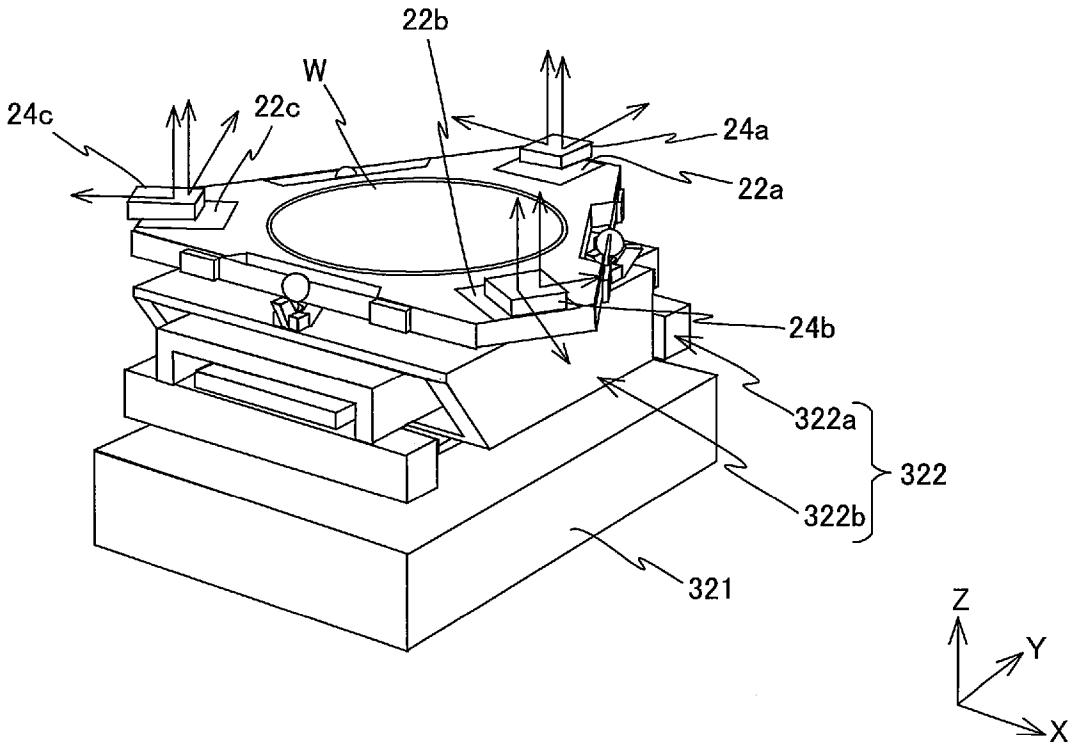


[図12]

(A)

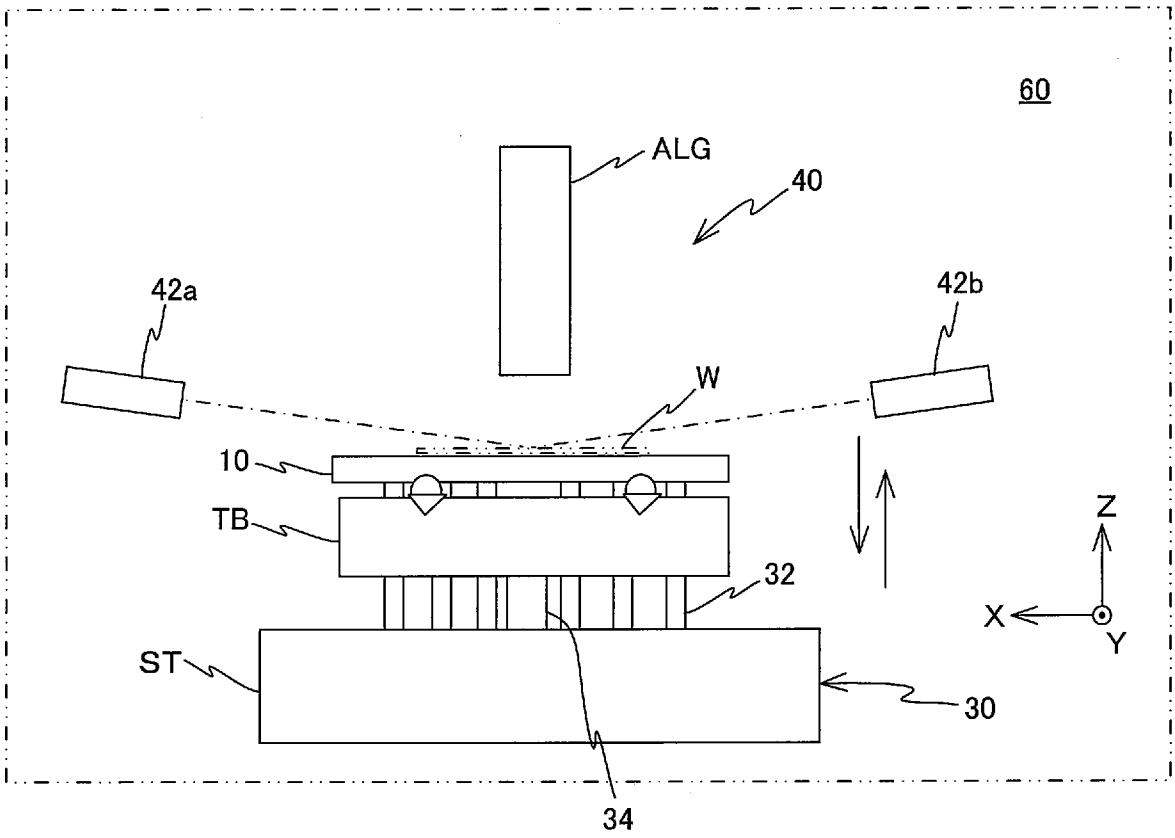

W
22b
24b
22a
24a
24c
22c
340
322a
322
322b
321
Z
Y
X

(B)

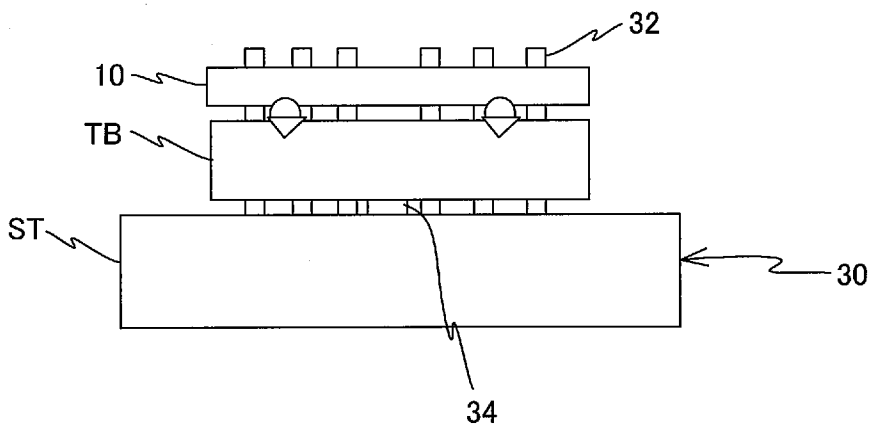

22b
W
24c
22c
24a
22a
24b
322a
322
322b
321
Z
Y
X

[図13]

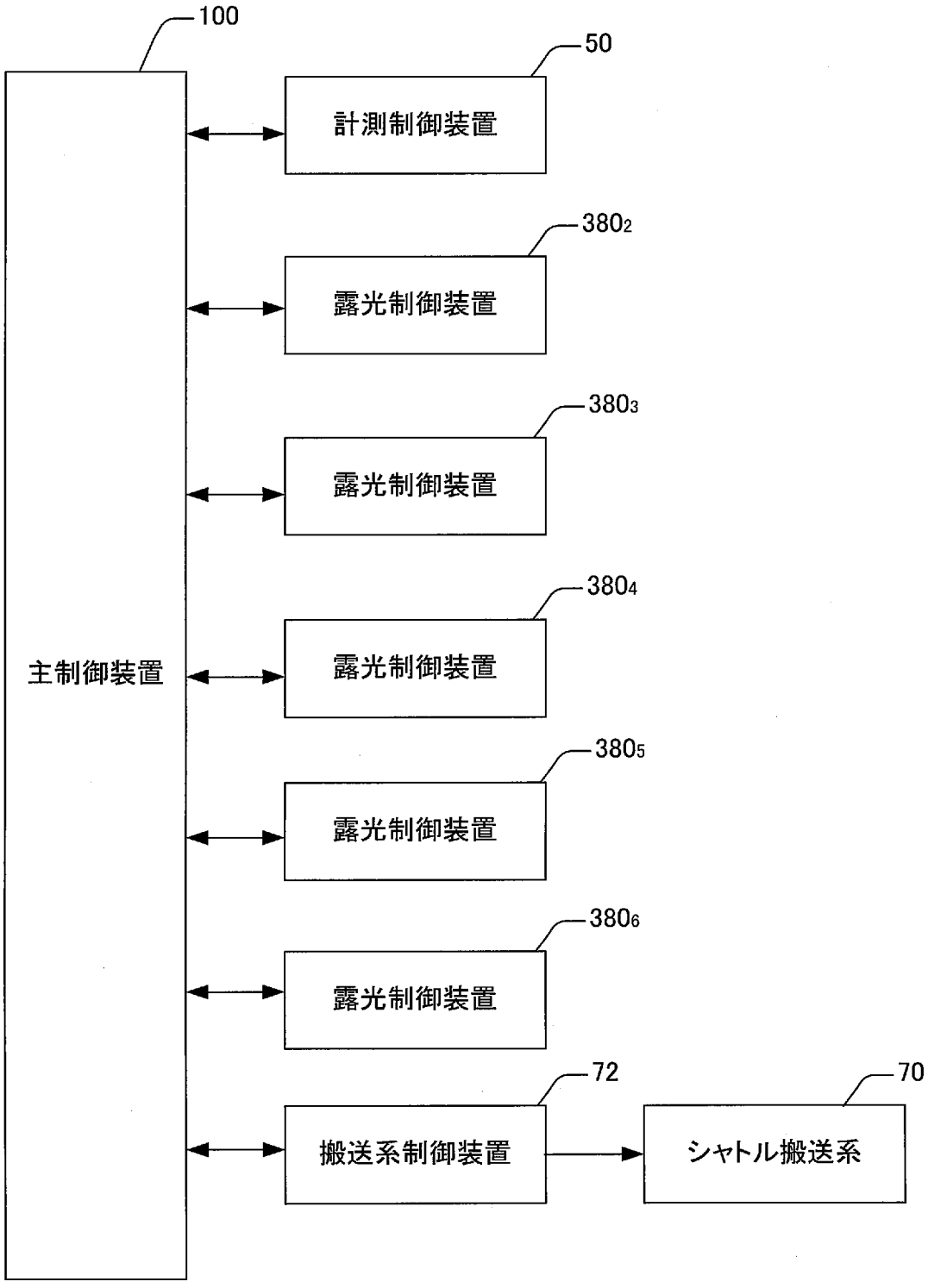
(A)



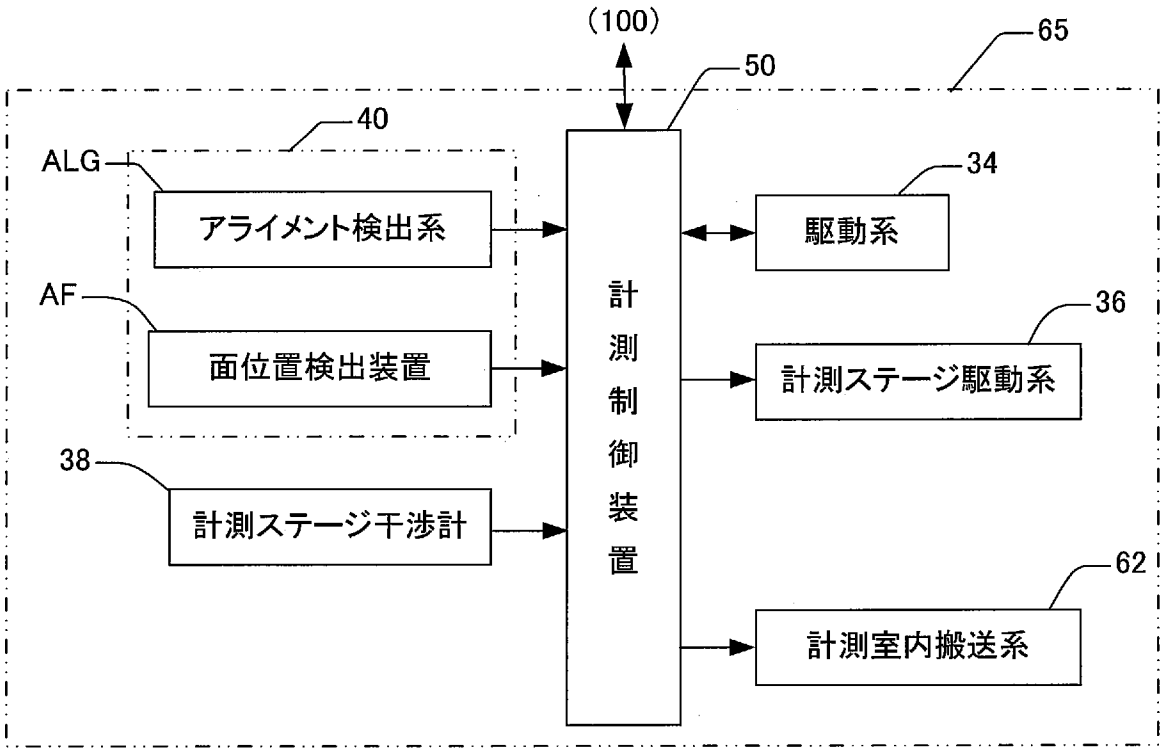
(B)



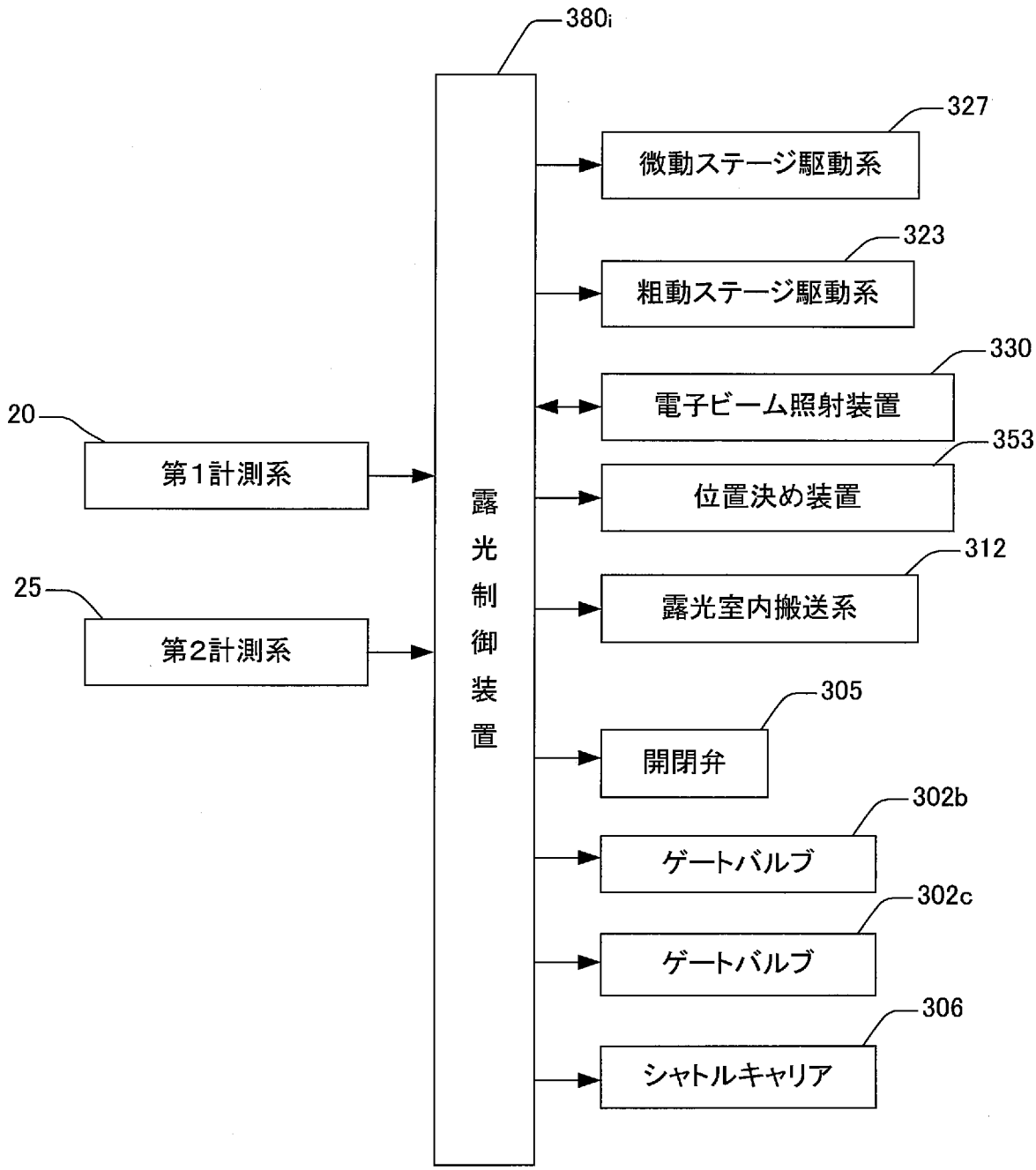
[図14]


100
主制御装置
50
計測制御装置
380_2
露光制御装置
380_3
露光制御装置
380_4
露光制御装置
380_5
露光制御装置
380_6
露光制御装置
72
搬送系制御装置
70
シャトル搬送系

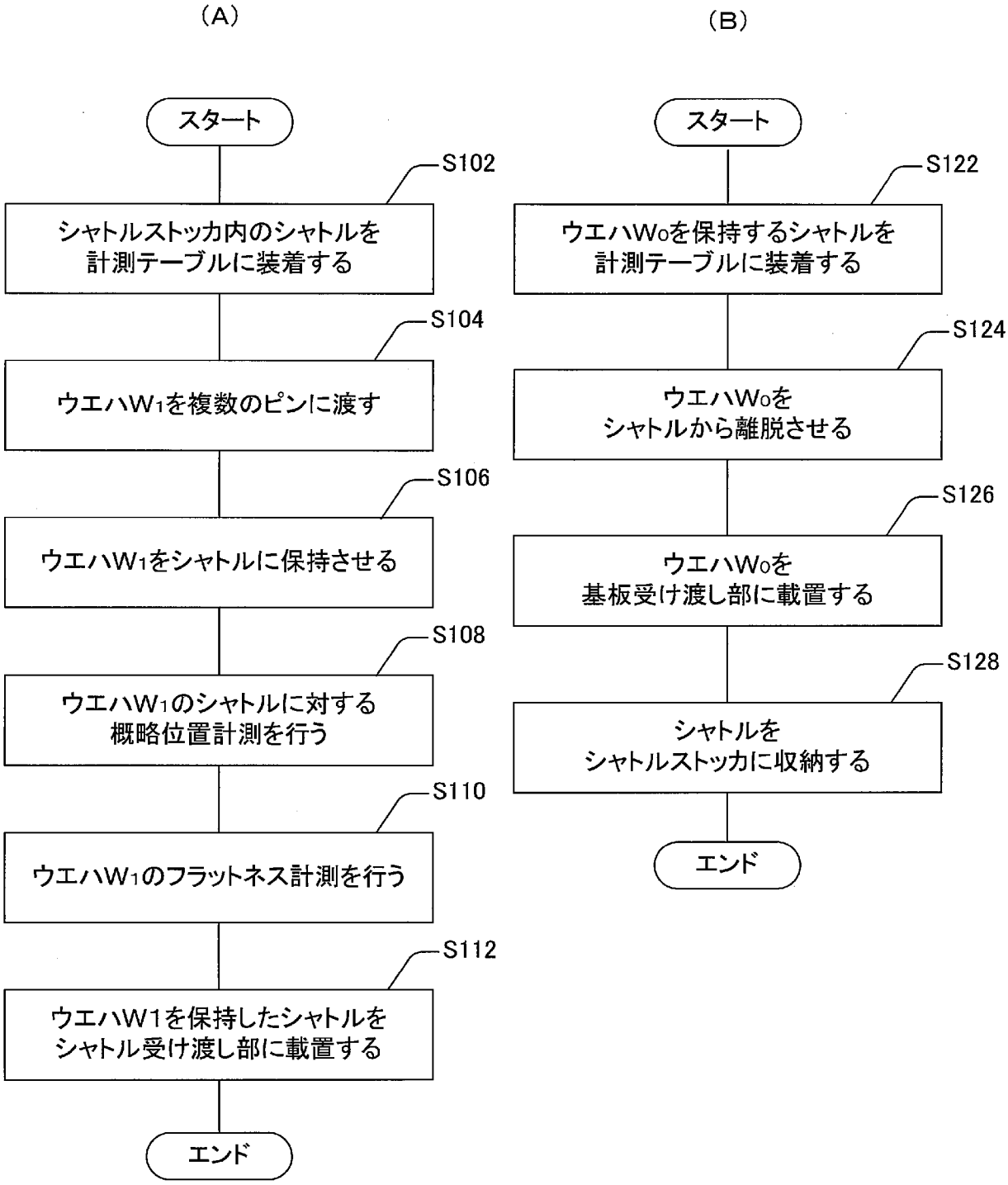
[図15]


(100)
65
50
40
ALG
アライメント検出系
AF
面位置検出装置
38
計測ステージ干渉計
計測制御装置
34
駆動系
36
計測ステージ駆動系
62
計測室内搬送系

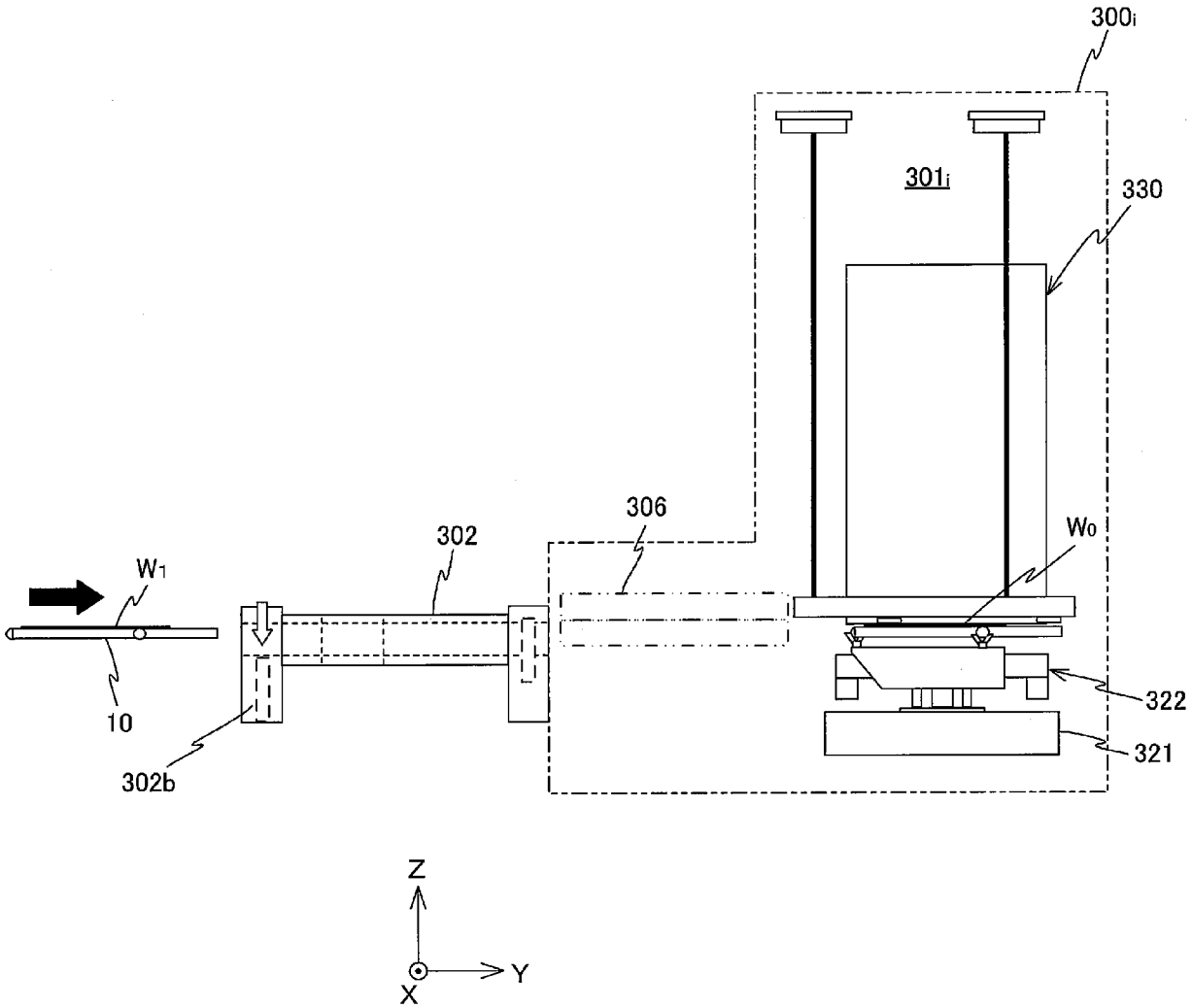
[図16]


380i
露光制御装置
20
第1計測系
25
第2計測系
327
微動ステージ駆動系
323
粗動ステージ駆動系
330
電子ビーム照射装置
353
位置決め装置
312
露光室内搬送系
305
開閉弁
302b
ゲートバルブ
302c
ゲートバルブ
306
シャトルキャリア

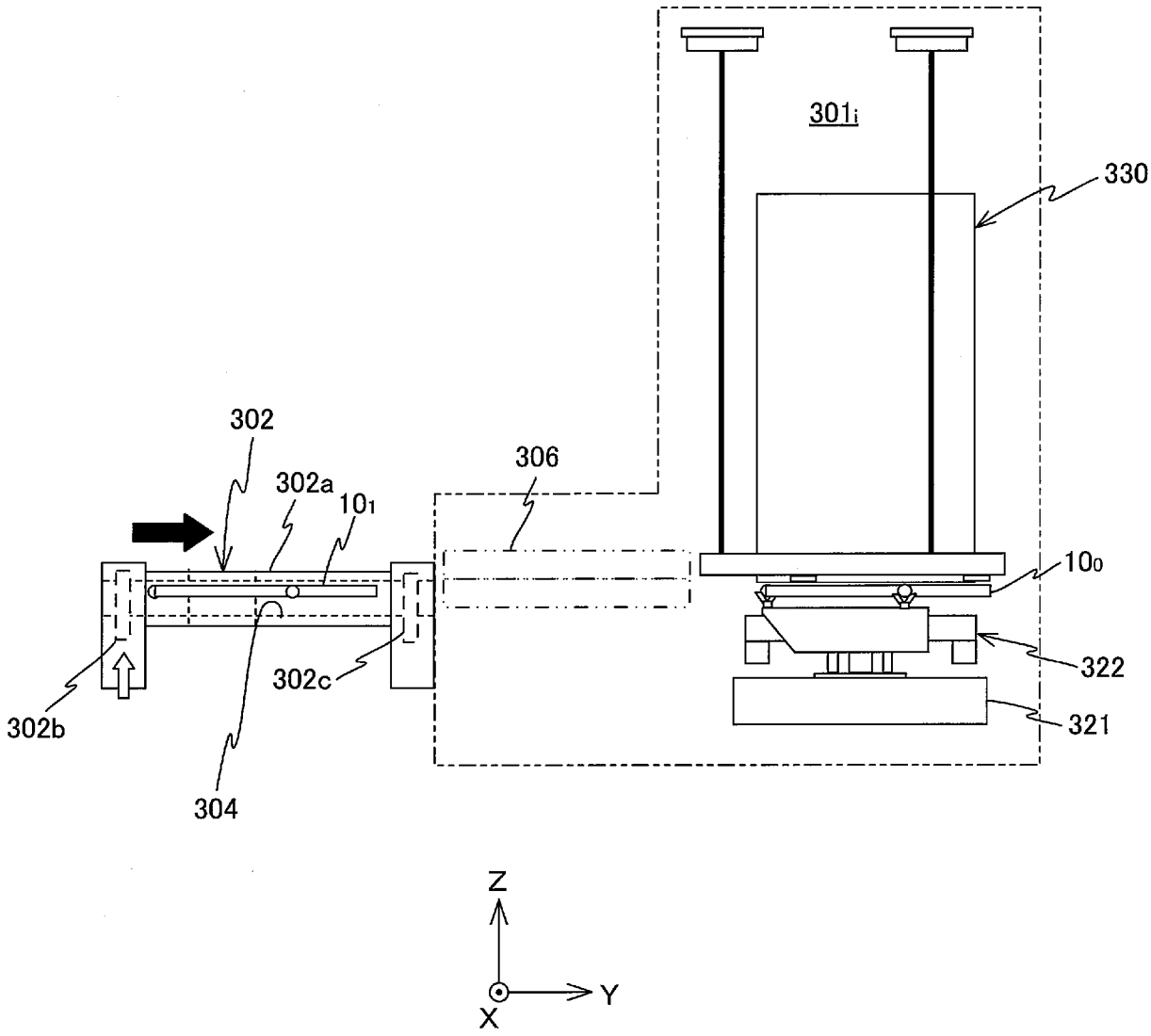
[図17]


(A)
スタート
S102
シャトルストッカ内のシャトルを
計測テーブルに装着する
S104
ウエハW1を複数のピンに渡す
S106
ウエハW1をシャトルに保持させる
S108
ウエハW1のシャトルに対する
概略位置計測を行う
S110
ウエハW1のフラットネス計測を行う
S112
ウエハW1を保持したシャトルを
シャトル受け渡し部に載置する
エンド
(B)
スタート
S122
ウエハW0を保持するシャトルを
計測テーブルに装着する
S124
ウエハW0を
シャトルから離脱させる
S126
ウエハW0を
基板受け渡し部に載置する
S128
シャトルを
シャトルストッカに収納する
エンド

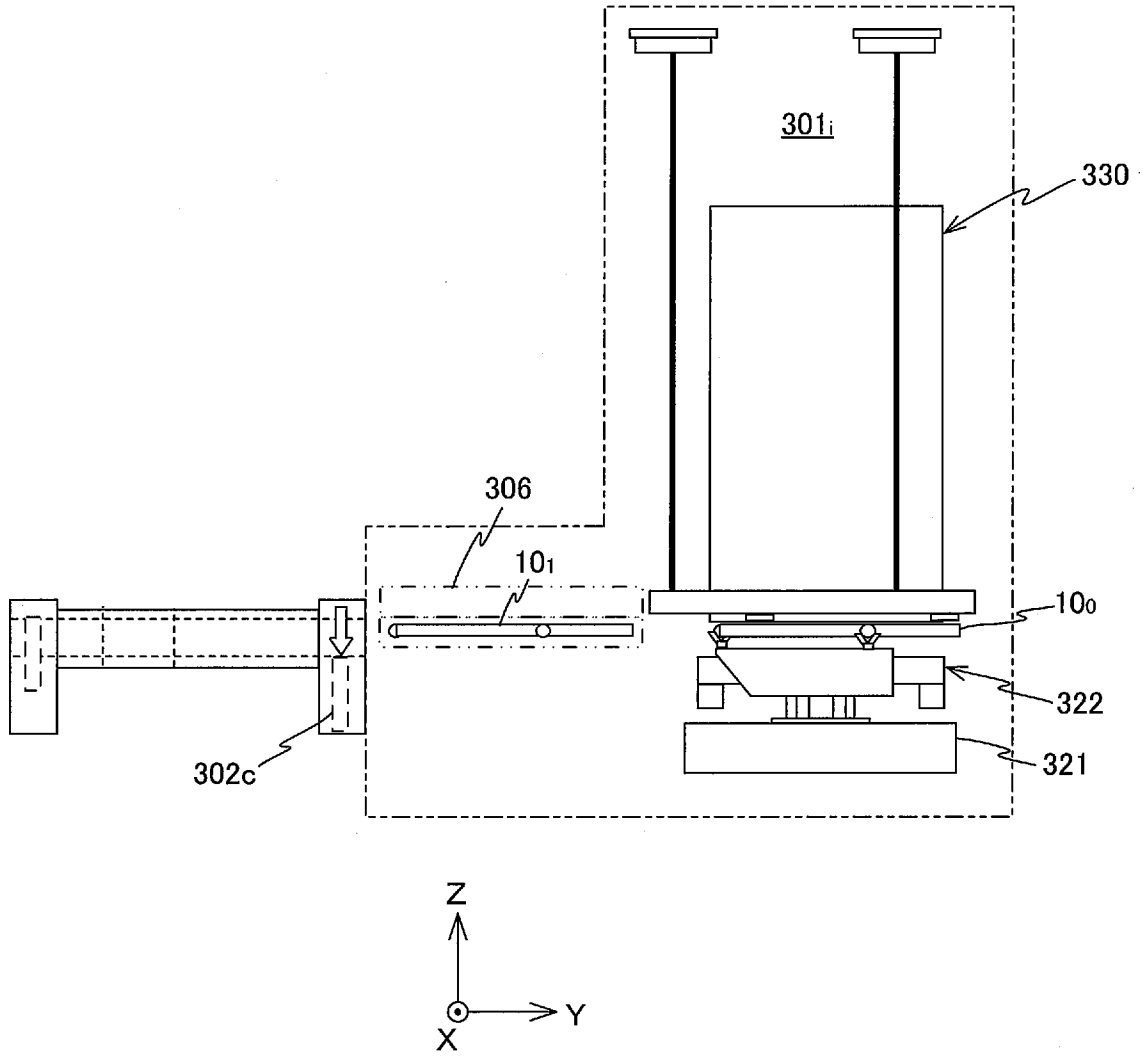
[図18]



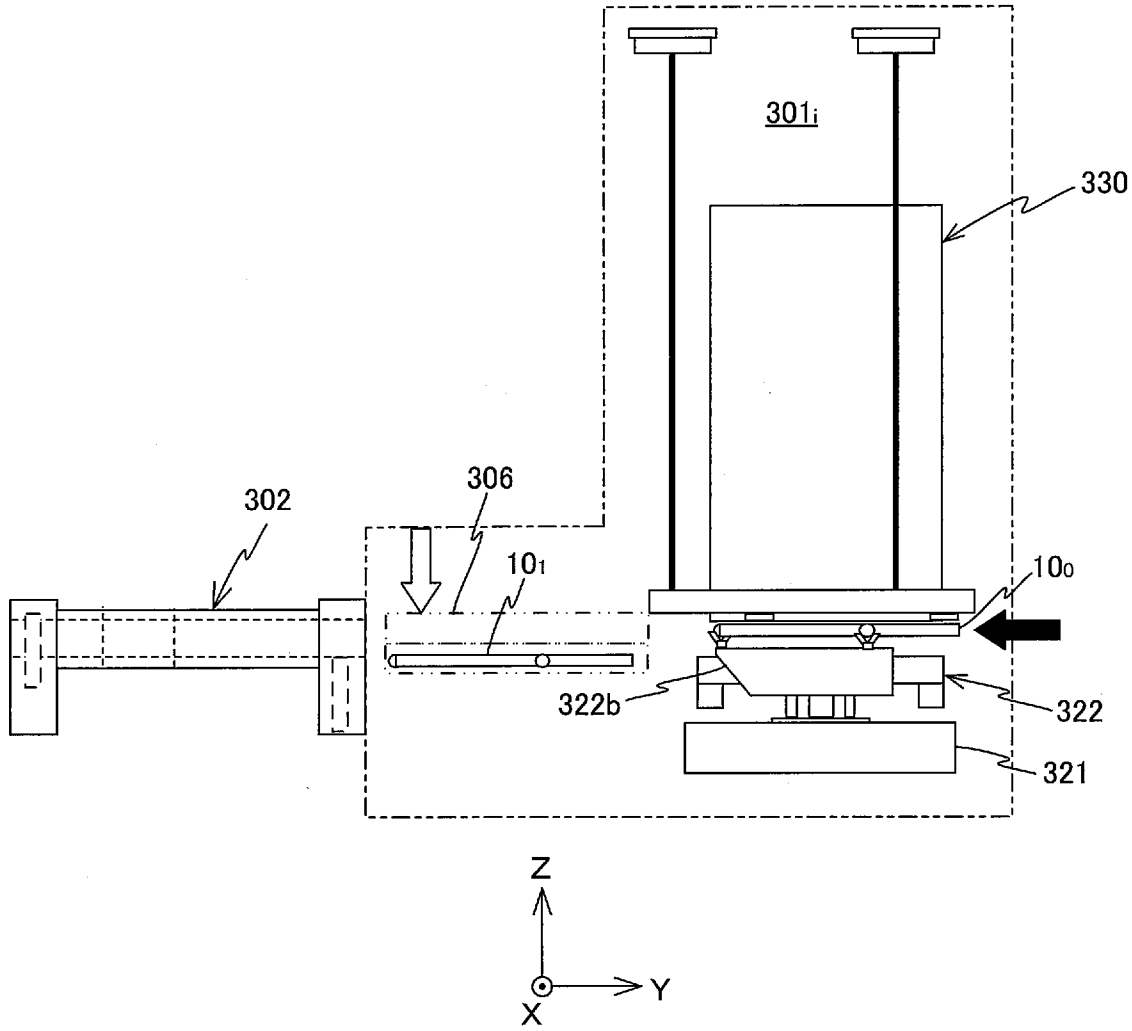
[図19]



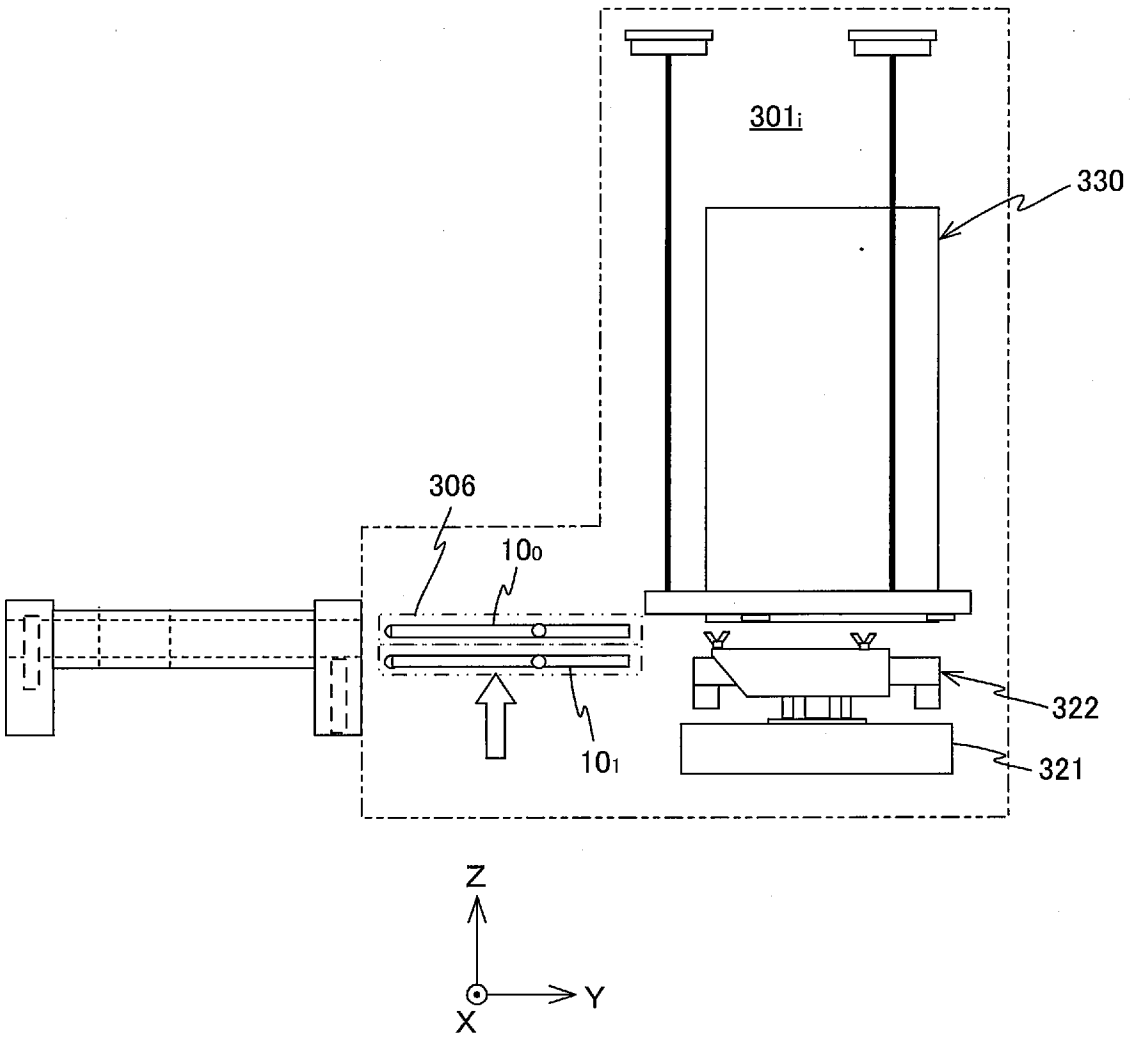
[図20]



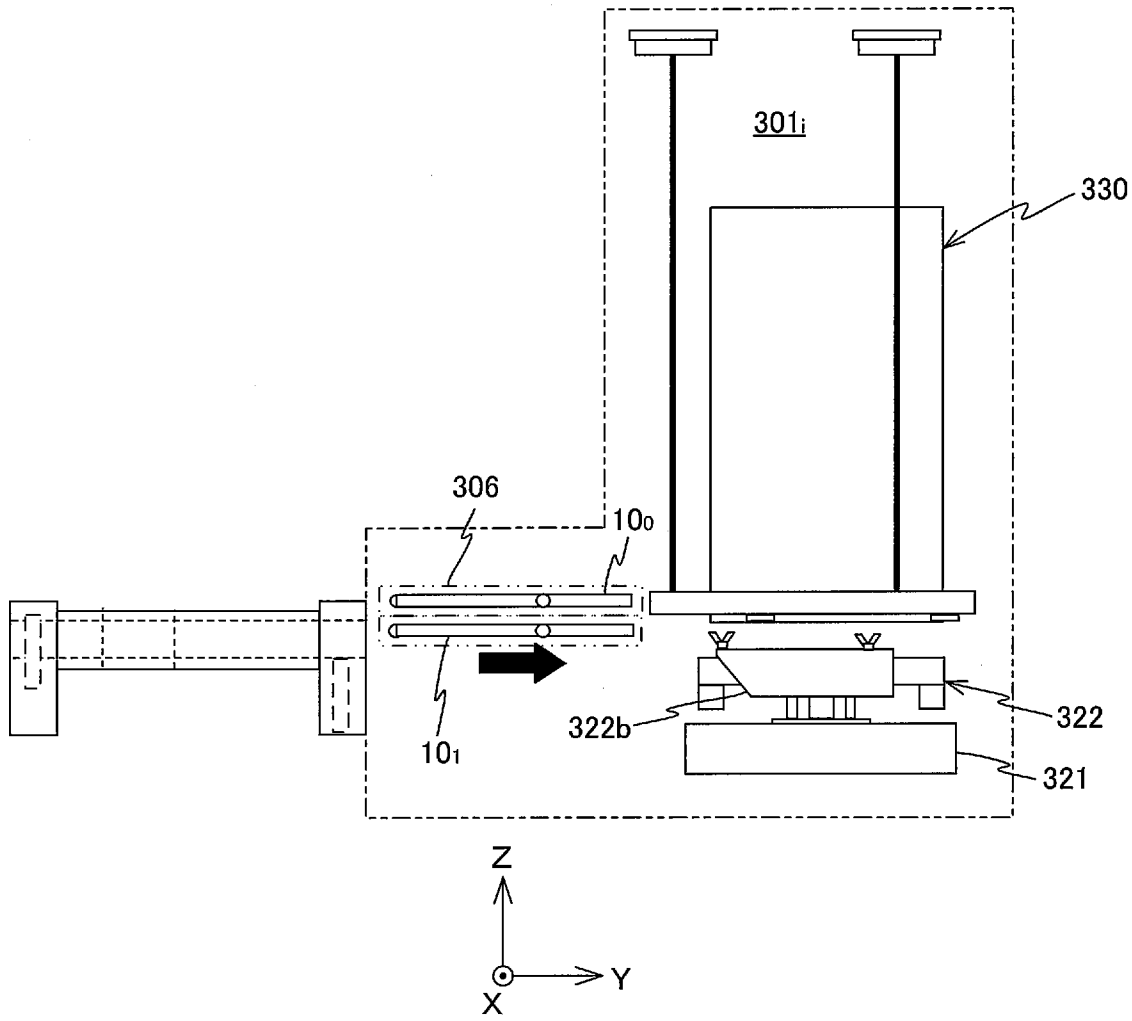
[図21]



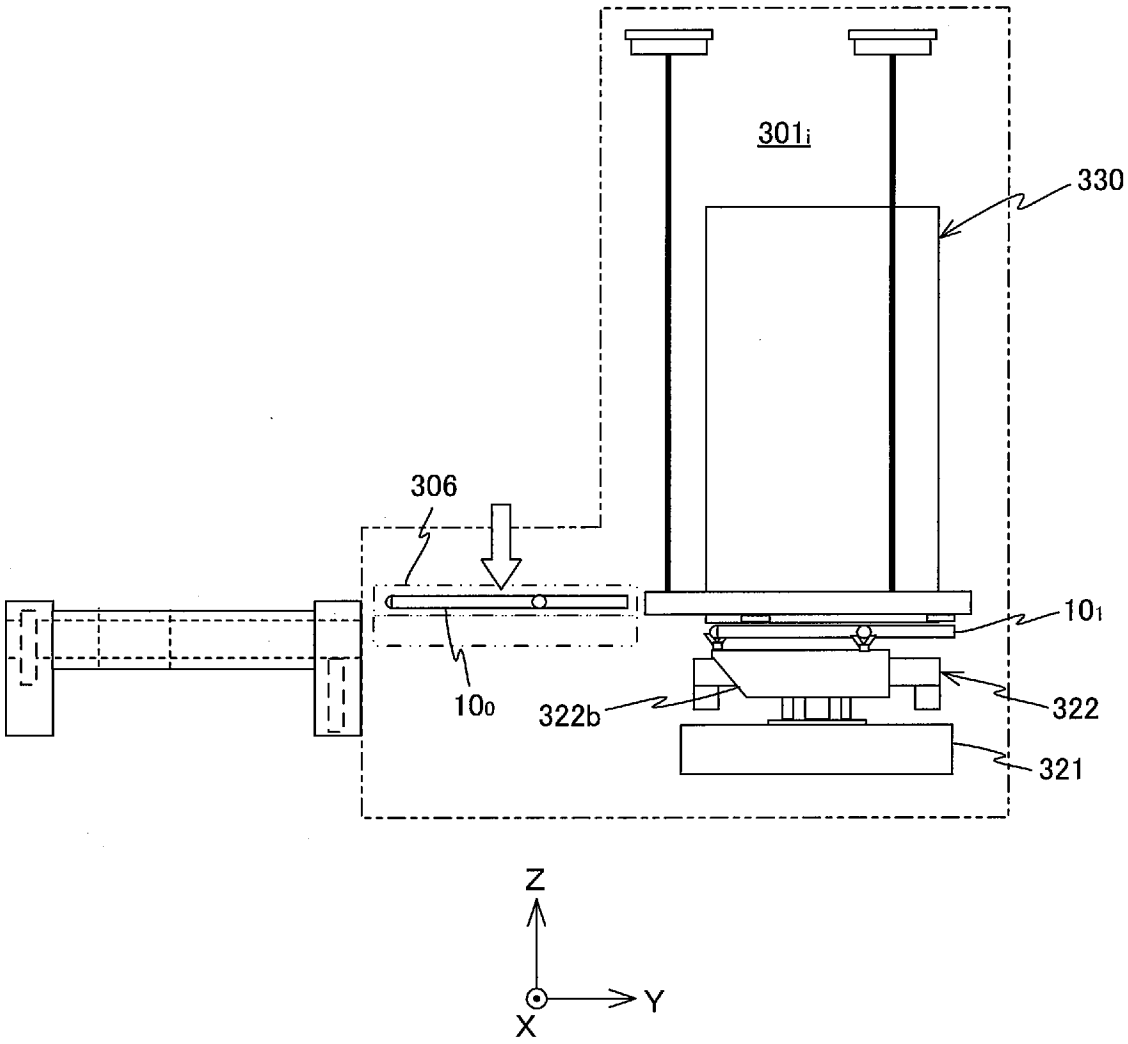
[図22]



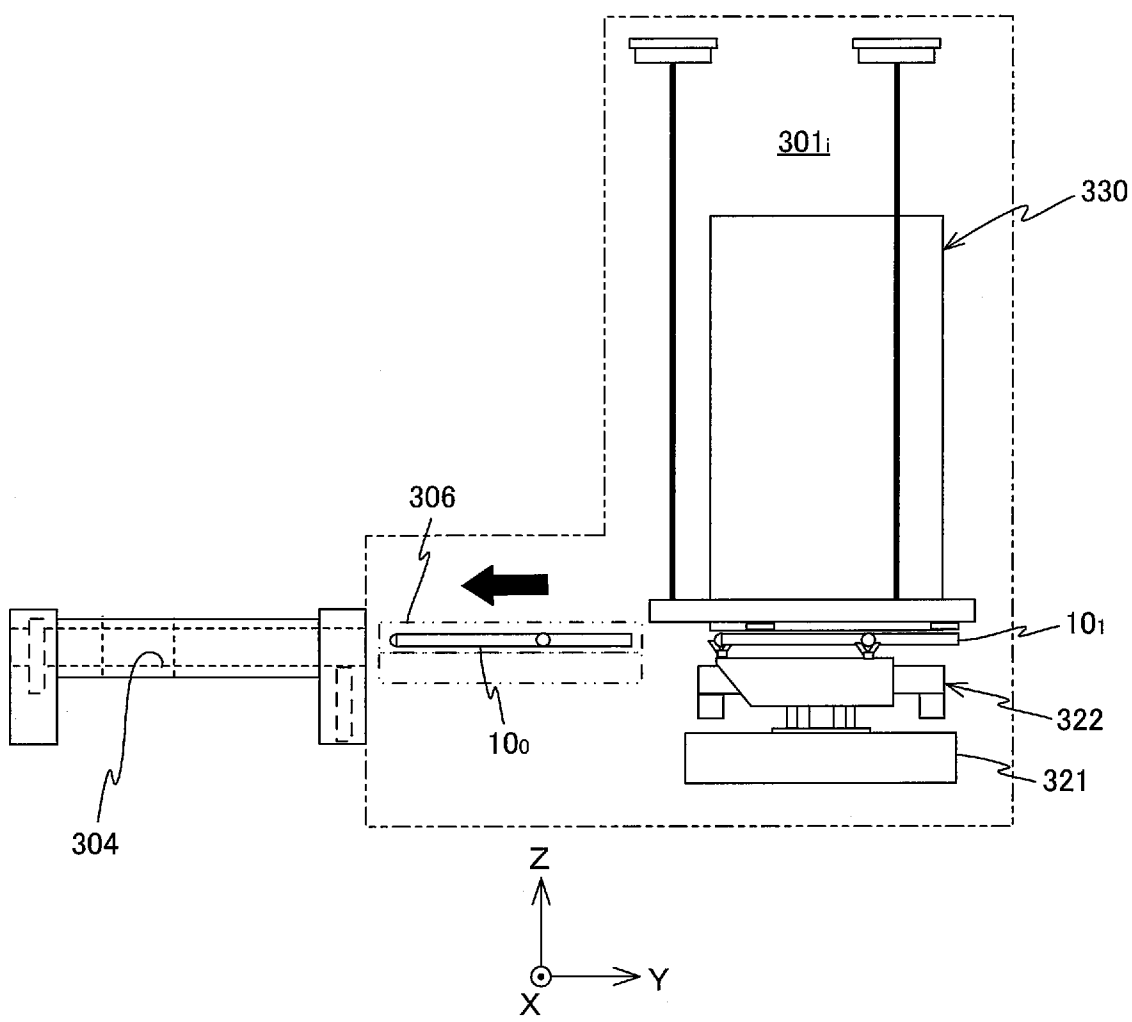
[図23]



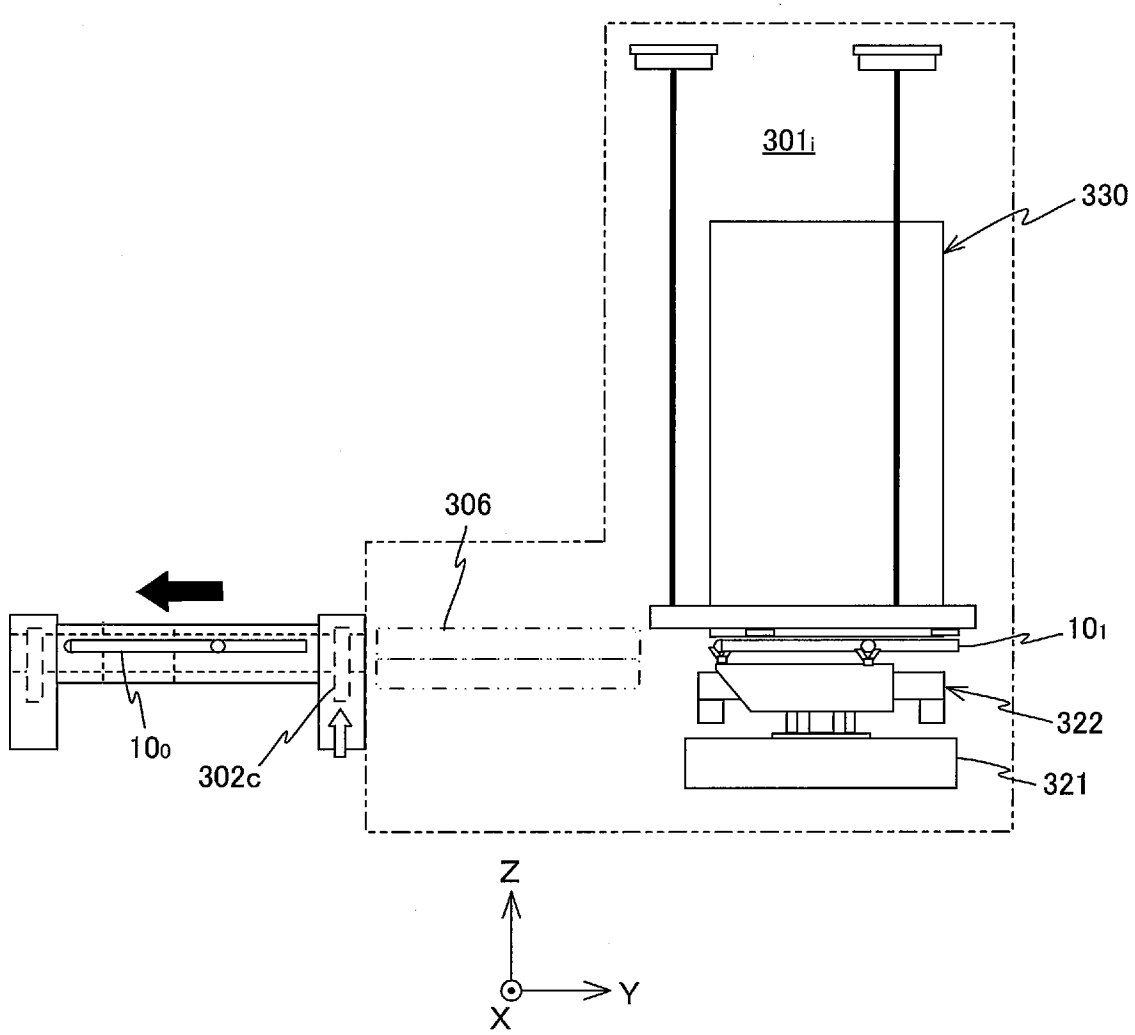
[図24]



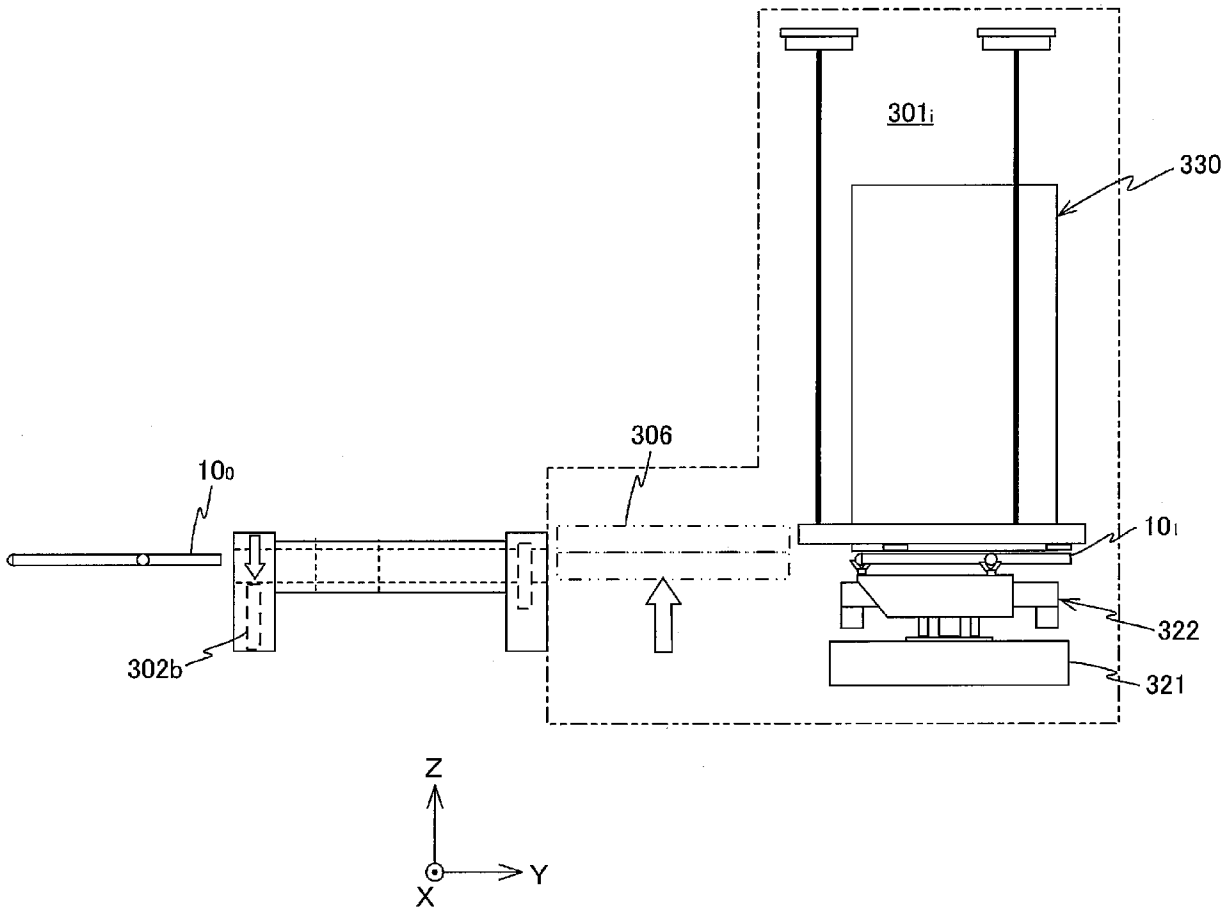
[図25]



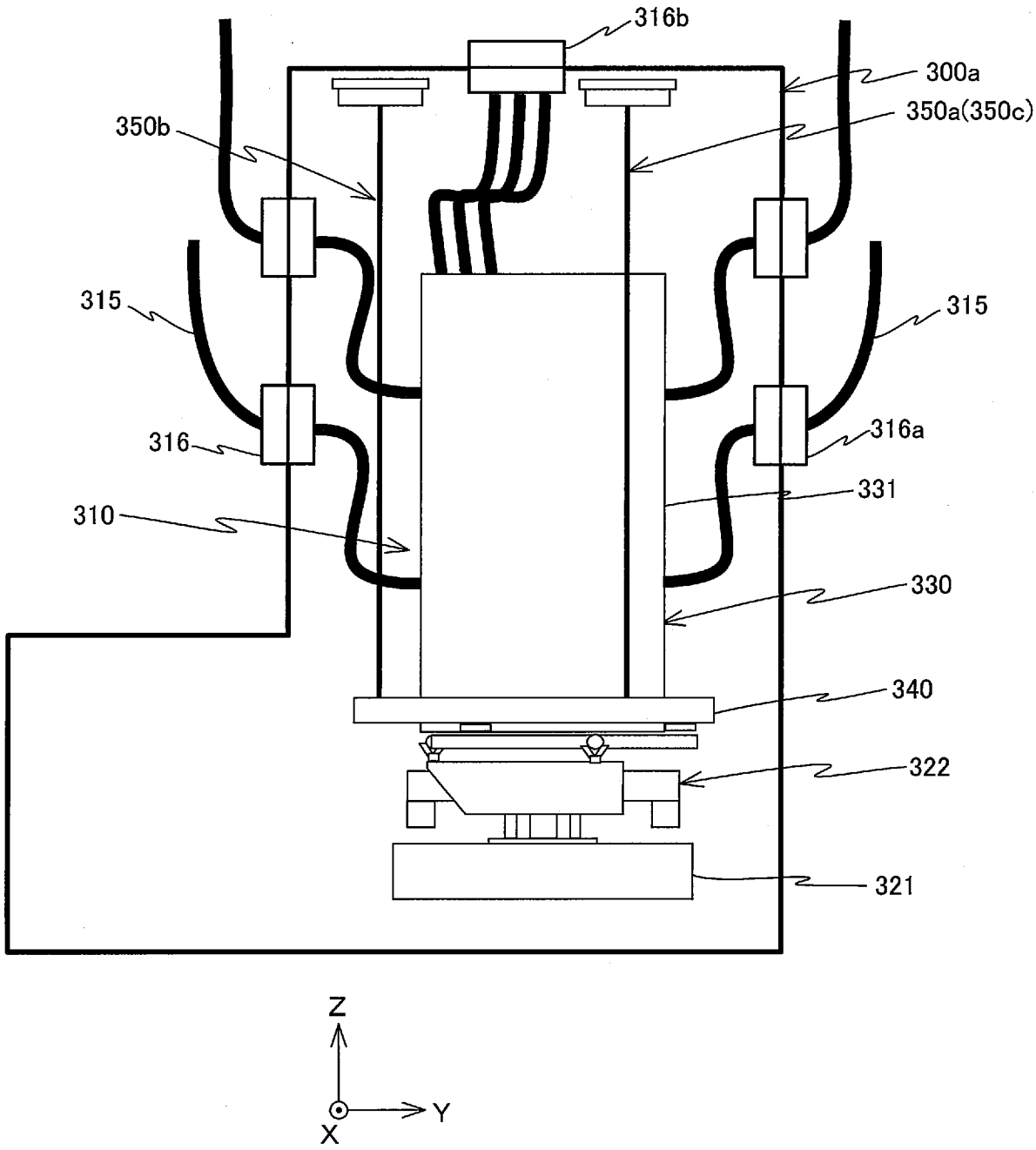
[図26]



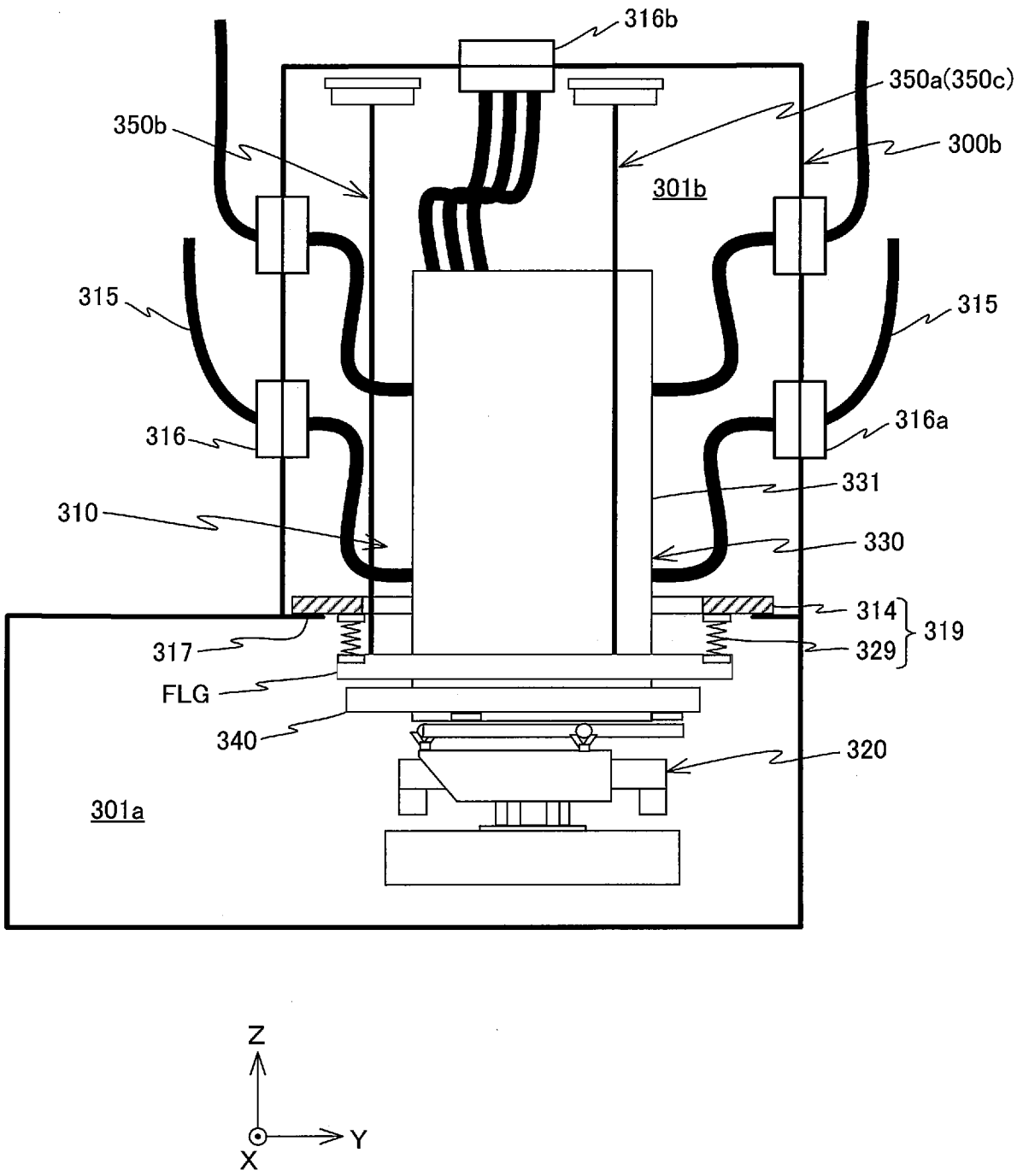
[図27]



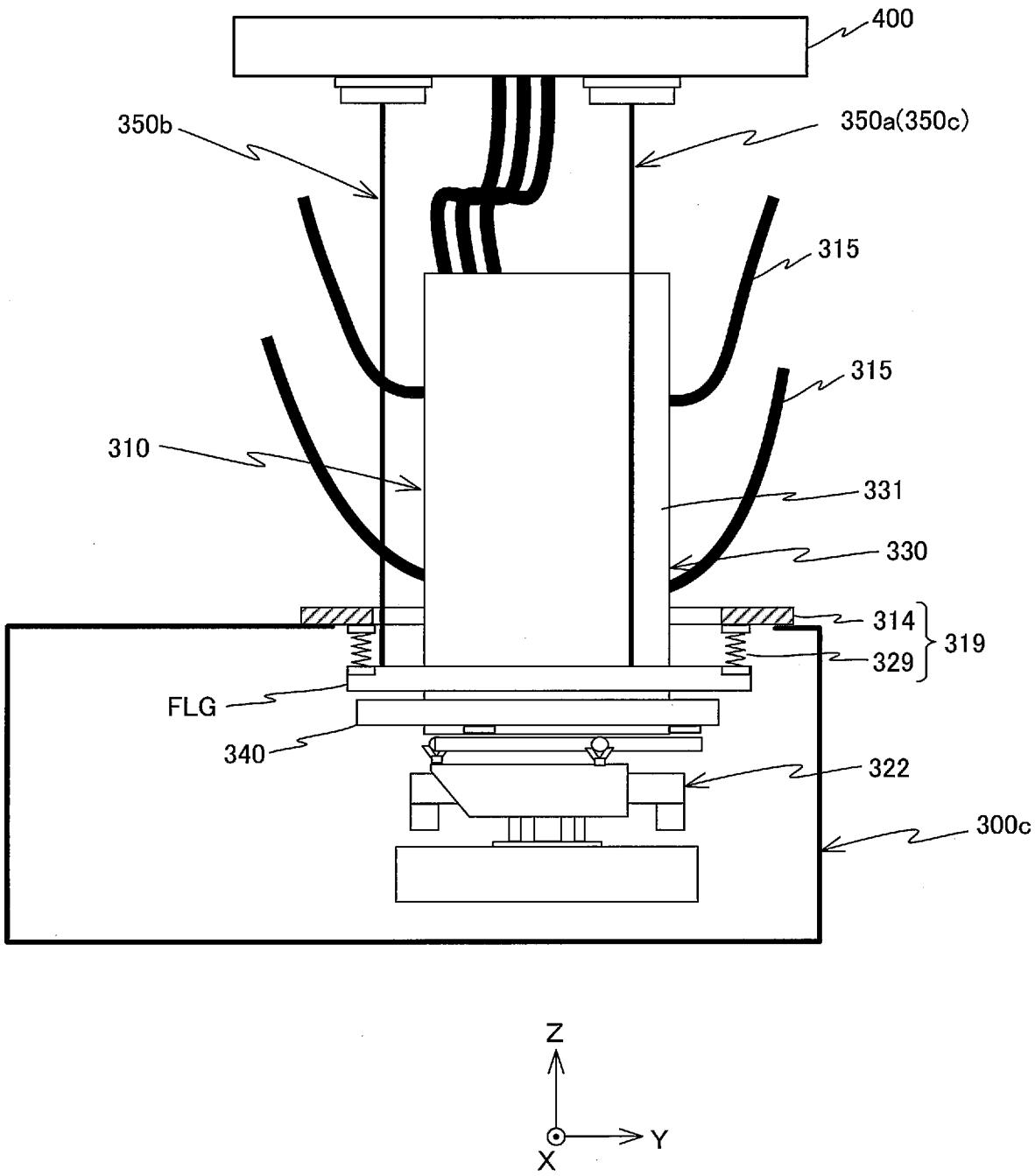
[図28]


316b
300a
350a(350c)
350b
315
315
316
316a
331
310
330
340
322
321
Z
Y
X

[図29]


316b
350a(350c)
350b
300b
301b
315
315
316
316a
331
310
330
314
319
317
329
FLG
340
320
301a
Z
Y
X

[図30]


400
350b
350a(350c)
315
315
310
331
330
314
319
329
FLG
340
322
300c
Z
Y
X

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/062089

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L21/027(2006.01)i, *G03F7/20*(2006.01)i, *H01L21/677*(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)
H01L21/027, G03F7/20-7/24, 9/00-9/02, H01L21/677

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2015-023146 A (Canon Inc.), 02 February 2015 (02.02.2015), paragraphs [0006], [0040]; fig. 1 & US 2015/0022793 A1 paragraphs [0006], [0050]; fig. 1 & KR 10-2015-0010601 A	1-9,24-25 10-19 20-23,28-31
Y A	JP 2008-004892 A (Nikon Corp.), 10 January 2008 (10.01.2008), paragraphs [0008] to [0009]; fig. 1 (Family: none)	10-19 20-23,28-31
Y A	JP 2009-164304 A (Nikon Corp.), 23 July 2009 (23.07.2009), paragraph [0124]; fig. 1 to 2 (Family: none)	19 20-23,28-31

☒ 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
04 July 2016 (04.07.16)	19 July 2016 (19.07.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/062089

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 06-028993 A (Fujitsu Ltd.), 04 February 1994 (04.02.1994), fig. 1 (Family: none)	26-27 20-23,28-31
A	JP 03-088400 A (Canon Inc.), 12 April 1991 (12.04.1991), page 5, upper left column, line 14 to lower left column, line 5; fig. 7 (Family: none)	1-31
P,A	JP 2015-216330 A (Canon Inc.), 03 December 2015 (03.12.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-31
P,A	JP 2016-009832 A (Canon Inc.), 18 January 2016 (18.01.2016), entire text; all drawings (Family: none)	1-31

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６２０８９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/027(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, H01L21/677(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01L21/027, G03F7/20-7/24,9/00-9/02, H01L21/677

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

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

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2015-023146 A（キヤノン株式会社）2015.02.02,［０００６］、［００４０］段落、図１ & US 2015/0022793 A1 [0006],[0050]段落、図１ & KR 10-2015-0010601 A	1-9,24-25 10-19 20-23,28-31
Y A	JP 2008-004892 A（株式会社ニコン）2008.01.10,［０００８］－［０００９］段落、図１（ファミリーなし）	10-19 20-23,28-31
Y A	JP 2009-164304 A（株式会社ニコン）2009.07.23,［０１２４］段落、図１－２（ファミリーなし）	19 20-23,28-31

☑　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	国際調査報告の発送日
０４．０７．２０１６	１９．０７．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｇ　３１０７
松岡　智也
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２２６

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 A	JP 06-028993 A（富士通株式会社）1994.02.04，図１（ファミリーなし）	26-27 20-23,28-31
A	JP 03-088400 A（キヤノン株式会社）1991.04.12，第５頁左上欄１４行目－左下欄５行目、第７図（ファミリーなし）	1-31
P,A	JP 2015-216330 A（キヤノン株式会社）2015.12.03，全文、全図（ファミリーなし）	1-31
P,A	JP 2016-009832 A（キヤノン株式会社）2016.01.18，全文、全図（ファミリーなし）	1-31