

(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
2019年10月3日(03.10.2019)



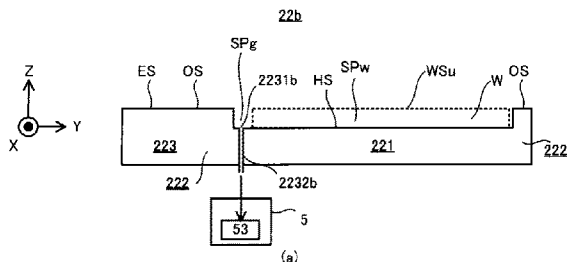
(10) 国際公開番号

WO 2019/189368 A1

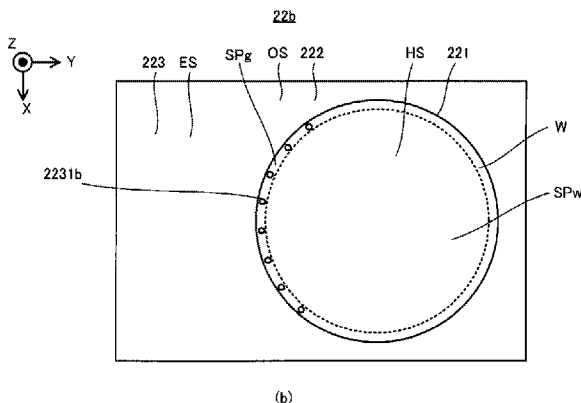
- (51) 国際特許分類:
H01J 37/18 (2006.01) H01J 37/28 (2006.01)
H01J 37/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/013213
- (22) 国際出願日: 2019年3月27日(27.03.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-070227 2018年3月30日(30.03.2018) JP
特願 2019-052894 2019年3月20日(20.03.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン (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: 船津 貴行 (FUNATSU, Takayuki); 〒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: 江上 達夫 (EGAMI, Tatsuo); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目16番10号 オークビル京橋3階 東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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,

(54) Title: LOCALIZED VACUUM APPARATUS, CHARGED PARTICLE APPARATUS, AND VACUUM AREA FORMING METHOD

(54) 発明の名称: 局所真空装置、荷電粒子装置、及び、真空領域の形成方法



(57) Abstract: This localized vacuum apparatus is provided with: a vacuum forming member which has a pipe passage connectable to an exhaust device, exhausts gas in a space contacting a surface of an object via the pipe passage, and forms a vacuum area; an outer surface which is located at least partially around the object; and an exhaust device which exhausts air through a gap between the surface and an outer surface of the object, wherein the gas in at least a portion of a space around the vacuum area, of which the atmospheric pressure is higher than that of the vacuum area, is exhausted via the pipe passage of the vacuum forming member.



(57) 要約: 局所真空装置は、排気装置と接続可能な管路を有し、物体の面に接する空間の気体を管路を介して排出して、真空領域を形成する真空形成部材と、物体の周囲の少なくとも一部に位置する外面と、物体の表面と外面との間の間隙を排気する排気装置とを備え、真空領域の周囲の真空領域よりも気圧が高い空間の少なくとも一部の気体は、真空形成部材の管路を介して排出される。

TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称：

局所真空装置、荷電粒子装置、及び、真空領域の形成方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、局所的な真空領域を形成する局所真空装置、局所的な真空領域を介して荷電粒子を照射する荷電粒子装置、及び、局所的な真空領域の形成方法の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 荷電粒子を照射する装置は、荷電粒子が気体分子との衝突によって散乱してしまうことを防止するために、真空領域を介して荷電粒子を照射する。例えば、特許文献1には、荷電粒子の一例である電子ビームが照射される被検物の検査対象部分の周囲を外気から遮断して局所的な真空領域を形成する走査型電子顕微鏡が記載されている。このような装置（更には、真空領域を形成する任意の装置）では、形成した真空領域を適切に維持することが課題となる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許出願公開第2004／0144928号明細書

発明の概要

[0004] 第1の態様によれば、排気装置と接続可能な管路を有し、物体の面に接する空間の気体を前記管路を介して排出して、真空領域を形成する真空形成部材と、前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置とを備え、前記真空領域の周囲の前記真空領域よりも気圧が高い空間の少なくとも一部の気体は、前記真空形成部材の前記管路を介して排出される局所真空装置が提供される。

[0005] 第2の態様によれば、排気装置と接続される第1端と物体の面に接する第1空間と接続される第2端とを有する管路を備え、前記第1空間の気体を前

記管路を介して排出して、前記第 1 空間と接続される第 2 空間よりも圧力が低い真空領域を前記第 1 空間に形成する真空形成部材と、前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置とを備える局所真空装置が提供される。

[0006] 第 3 の態様によれば、排気装置と接続可能な管路を有し、物体の面の一部と対向した状態で前記管路を介して気体を排出することにより、前記物体の前記面の第 1 部分に接する第 1 空間に、前記面の前記第 1 部分とは異なる第 2 部分に接する第 2 空間の圧力より圧力が低い真空領域を形成可能な真空形成部材と、前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置とを備える局所真空装置が提供される。

[0007] 第 4 の態様によれば、排気装置と接続可能な管路を有し、物体の面と前記管路の端部とが対向した状態で、前記物体の前記面に接する空間の気体を前記管路を介して排出して、真空領域を形成する真空形成部材と、前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置とを備える局所真空装置が提供される。

[0008] 第 5 の態様によれば、物体の面に接する空間の気体を排気装置と接続可能な管路を介して排出して真空領域を形成することと、前記真空領域の周囲の前記真空領域よりも気圧が高い空間の少なくとも一部の気体を、前記管路を介して排出することと、前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することを含む真空領域の形成方法が提供される。

[0009] 第 6 の態様によれば、排気装置と接続される第 1 端と、物体の面と接する第 1 空間と接続される第 2 端とを有する管路を介して、前記第 1 空間の気体を排出して、前記第 1 空間と接続される第 2 空間よりも圧力が低い真空領域を前記第 1 空間に形成することと、前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することを含む真空領域の形成方法が提供される。

[0010] 第7の態様によれば、排気装置と接続可能な管路を介して気体を排出することにより、物体の面の第1部分に接する第1空間に、前記面の前記第1部分とは異なる第2部分に接する第2空間の圧力より圧力が低い真空領域を形成することと、前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することを含む真空領域の形成方法が提供される。

[0011] 第8の態様によれば、排気装置と接続可能な管路の端部と物体の面とが対向した状態で、前記物体の前記面に接する空間の気体を前記管路を介して排出して、真空領域を形成することと、前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することを含む真空領域の形成方法が提供される。

[0012] 第9の態様によれば、物体の表面の一部を覆い前記物体と接する真空領域を局所的に形成可能な真空形成装置と、前記物体を保持可能な保持面を有する保持装置と、前記保持面の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置とを備える局所真空装置が提供される。

[0013] 第10の態様によれば、保持面が保持する物体の表面の一部を覆い且つ前記物体と接する真空領域を局所的に形成することと、前記保持面の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することを含む真空領域の形成方法が提供される。

[0014] 本発明の作用及び他の利得は次に説明する実施するための形態から明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図1は、走査型電子顕微鏡の構造を示す断面図である。

[図2]図2は、走査型電子顕微鏡が備えるビーム照射装置の構造を示す断面図である。

[図3]図3は、走査型電子顕微鏡が備えるビーム照射装置の構造を示す斜視図である。

[図4]図4（a）及び図4（b）は、走査型電子顕微鏡が備えるステージの構造を示す断面図であり、図4（c）は、走査型電子顕微鏡が備えるステージの構造を示す平面図である。

[図5]図5（a）は、ビーム照射装置が試料との間に形成する真空領域を示す断面図であり、図5（b）は、ビーム照射装置が試料との間に形成する真空領域を示す平面図である。

[図6]図6（a）は、ビーム照射装置が試料及び待避部材の境界近傍に形成する真空領域を示す断面図であり、図6（b）は、ビーム照射装置が試料及び待避部材の境界近傍に形成する真空領域を示す平面図である。

[図7]図7（a）は、ビーム照射装置が待避部材との間に形成する真空領域を示す断面図であり、図7（b）は、ビーム照射装置が待避部材との間に形成する真空領域を示す平面図である。

[図8]図8（a）から図8（d）の夫々は、ステージが保持する試料を搬出入する場合に待避部材を用いて真空領域を維持する動作の一工程を示す断面図である。

[図9]図9（a）から図9（d）の夫々は、ビーム照射装置が新たに真空領域を形成する場合に待避部材を用いて真空領域を維持する動作の一工程を示す断面図である。

[図10]図10は、第1変形例の走査型電子顕微鏡が備えるステージの構造を示す平面図である。

[図11]図11（a）から図11（c）の夫々は、第1変形例のステージの待避部材に形成されているマークを示す平面図である。

[図12]図12（a）から図12（d）の夫々は、マークを用いて走査型電子顕微鏡を設定する動作の一工程を示す断面図である。

[図13]図13（a）は、第2変形例のステージの構造を示す断面図であり、図13（b）は、第2変形例のステージの構造を示す平面図である。

[図14]図14は、待避部材と試料との間の空間に面する真空領域を示す断面図である。

[図15]図15は、第2変形例のステージの構造の他の例を示す断面図である。

[図16]図16は、第2変形例のステージの構造の他の例を示す平面図である。

[図17]図17(a)は、第3変形例においてステージに保持される試料を示す断面図であり、図17(b)は、第3変形例においてステージに保持される試料を示す平面図である。

[図18]図18は、第4変形例のビーム照射装置の構造を示す断面図である。

[図19]図19は、第4変形例のビーム照射装置の構造を示す断面図である。

[図20]図20は、第5変形例のビーム照射装置の構造を示す断面図である。

[図21]図21は、第6変形例における走査型電子顕微鏡が備えるステージの構造を示す断面図である。

[図22]図22は、第6変形例におけるステージとビーム照射装置との位置関係を示す断面図である。

[図23]図23(a)及び図23(b)の夫々は、第7変形例における走査型電子顕微鏡が備えるステージの構造を示す断面図である。

[図24]図24は、第8変形例における走査型電子顕微鏡が備えるステージの構造を示す断面図である。

[図25]図25は、第8変形例における走査型電子顕微鏡が備えるステージの動作の一工程を示す断面図である。

[図26]図26は、第8変形例における走査型電子顕微鏡が備えるステージの動作の一工程を示す断面図である。

[図27]図27は、第9変形例における真空領域を維持するための動作の流れを示すフローチャートである。

[図28]図28は、第9変形例における移動元面及び移動先面の夫々のZ位置を特定するための動作の流れを示すフローチャートである。

[図29]図29(a)は、ビーム照射装置の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合において、移動元面である試料の表面が、移動先面である

外周部材の上面よりも低い例を示す断面図であり、図29(b)は、ビーム照射装置の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合において、移動元面である試料の表面が、移動先面である外周部材の上面よりも高い例を示す断面図であり、図29(c)は、ビーム照射装置の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合において、ビーム照射装置と移動元面である試料の表面との間の距離を大きくする動作を示す断面図である。

[図30]図30(a)は、ビーム照射装置の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる場合において、移動元面である外周部材の上面が、移動先面である試料の表面よりも低い例を示す断面図であり、図30(b)は、ビーム照射装置の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる場合において、移動元面である外周部材の上面が、移動先面である試料の表面よりも高い例を示す断面図であり、図30(c)は、ビーム照射装置の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる場合において、ビーム照射装置と移動元面である外周部材の上面との間の距離を大きくする動作を示す断面図である。

[図31]図31(a)は、移動元面である試料の表面が移動先面である外周部材の上面よりも低い状況下でビーム照射装置の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合において外周部材を移動させる動作を示す断面図であり、図31(b)は、移動元面である試料の表面が移動先面である外周部材の上面よりも高い状況下でビーム照射装置の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合において外周部材を移動させる動作を示す断面図である。

[図32]図32(a)は、移動元面である外周部材の上面が移動先面である試料の表面よりも高い状況下でビーム照射装置の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる場合において外周部材を移動させる動作を示す断面図であり、図32(b)は、移動元面である外周部材の上面が移動先面である試料の表面よりも低い状況下でビーム照射装置の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる場合において外周部材を移動させる動作を示す断面図である。

[図33]図33(a)は、第10変形例の走査型電子顕微鏡が備えるステージの構造を示す斜視図であり、図33(b)は、図33(a)のA-A断面図である。

[図34]図34(a)から図34(d)の夫々は、第10変形例の走査型電子顕微鏡の動作の一工程を示す断面図である。

[図35]図35(a)及び図35(b)は、第11変形例の走査型電子顕微鏡が備えるステージの構造を示す図である。

[図36]図36は、第12変形例の走査型電子顕微鏡の構造を示す断面図である。

[図37]図37は、第13変形例の走査型電子顕微鏡の構造を示す断面図である。

[図38]図38は、第14変形例においてステージが試料を保持する様子を示す断面図である。

[図39]図39は、第15変形例においてステージが試料を保持する様子を示す断面図である。

[図40]図40は、第16変形例においてステージが試料を保持する様子を示す断面図である。

[図41]図41(a)及び図41(b)の夫々は、走査型電子顕微鏡が備えるステージの構造の他の例を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面を参照しながら、局所真空装置、荷電粒子装置、真空領域の形成方法及び荷電粒子の照射方法の実施形態について説明する。以下では、局所的な真空領域VSPを介して電子ビームEBを試料Wに照射して当該試料Wに関する情報を取得する（例えば、試料Wの状態を計測する）走査型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope）SEMを用いて、局所真空装置、荷電粒子装置、真空領域の形成方法及び荷電粒子の照射方法の実施形態を説明する。試料Wは、例えば、半導体基板である。但し、試料Wは、半導体基板とは異なる物体であってもよい。試料Wは

、例えば、直径が約300ミリメートルであり、厚さが約750マイクロメートルから800マイクロメートルとなる円板状の基板である。但し、試料Wは、任意のサイズを有する任意の形状の基板（或いは、物体）であってもよい。例えば、試料Wは、液晶表示素子等のディスプレイのための角形基板やフォトリソのための角形基板であってもよい。

[0017] また、以下の説明では、互いに直交するX軸、Y軸及びZ軸から定義されるXYZ直交座標系を用いて、走査型電子顕微鏡SEMを構成する各種構成要素の位置関係について説明する。尚、以下の説明では、説明の便宜上、X軸方向及びY軸方向のそれぞれが水平方向（つまり、水平面内の所定方向）であり、Z軸方向が鉛直方向（つまり、水平面に直交する方向であり、実質的には上下方向）であるものとする。更に、+Z側が上方（つまり、上側）に相当し、-Z側が下方（つまり、下側）に相当するものとする。尚、Z軸方向は、走査型電子顕微鏡SEMが備える後述のビーム光学系11の光軸AXに平行な方向でもある。また、X軸、Y軸及びZ軸周りの回転方向（言い換えれば、傾斜方向）を、それぞれ、 θ X方向、 θ Y方向及び θ Z方向と称する。

[0018] （1）走査型電子顕微鏡SEMの構造

はじめに、図1から図4を参照しながら、走査型電子顕微鏡SEMの構造について説明する。図1は、走査型電子顕微鏡SEMの構造を示す断面図である。図2は、走査型電子顕微鏡SEMが備えるビーム照射装置1の構造を示す断面図である。図3は、走査型電子顕微鏡SEMが備えるビーム照射装置1の構造を示す斜視図である。図4（a）は、走査型電子顕微鏡SEMが備えるステージ22の構造を示す断面図であり、図4（b）は、走査型電子顕微鏡SEMが備えるステージ22の構造を示す平面図である。尚、図面の簡略化のために、図1は、走査型電子顕微鏡SEMの一部の構成要素については、その断面を示していない。

[0019] 図1に示すように、走査型電子顕微鏡SEMは、ビーム照射装置1と、ステージ装置2と、支持フレーム3と、制御装置4と、ポンプ系5とを備える

。更に、ポンプ系5は、真空ポンプ51と、真空ポンプ52とを備える。

[0020] ビーム照射装置1は、ビーム照射装置1から下方に向けて電子ビームEBを射出可能である。ビーム照射装置1は、ビーム照射装置1の下方に配置されるステージ装置2が保持する試料Wに対して電子ビームEBを照射可能である。試料Wに対して電子ビームEBを照射するために、ビーム照射装置1は、図2及び図3に示すように、ビーム光学系11と、差動排気系12とを備えている。

[0021] 図2に示すように、ビーム光学系11は、筐体111を備えている。筐体111は、ビーム光学系11の光軸AXに沿って延びる（つまり、Z軸に沿って延びる）ビーム通過空間SPb1が内部に確保されている円筒状の部材である。ビーム通過空間SPb1は、電子ビームEBが通過する空間として用いられる。ビーム通過空間SPb1を通過する電子ビームEBが筐体111を通過する（つまり、筐体111の外部へ漏れ出す）ことを防止するために及び／又はビーム照射装置1の外部の磁場（いわゆる、外乱磁場）がビーム通過空間SPb1を通過する電子ビームEBに影響を与えることを防止するために、筐体111は、高透磁率材料から構成されていてもよい。高透磁率材料の一例として、パーマロイ及びケイ素鋼の少なくとも一方があげられる。これらの高透磁率材料の比透磁率は1000以上である。

[0022] ビーム通過空間SPb1は、電子ビームEBが照射される期間中は、真空空間となる。具体的には、ビーム通過空間SPb1には、ビーム通過空間SPb1に連通するように（つまり、つながるように）筐体111（更には、後述する側壁部材122）に形成される配管（つまり、管路）117を介して真空ポンプ51が連結されている。真空ポンプ51は、ビーム通過空間SPb1が真空空間となるように、ビーム通過空間SPb1を排気して大気圧よりも減圧する。このため、本実施形態における真空空間は、大気圧よりも圧力が低い空間を意味していてもよい。特に、真空空間は、電子ビームEBの試料Wへの適切な照射を妨げないほどにしか気体分子が存在しない空間（言い換えれば、電子ビームEBの試料Wへの適切な照射を妨げない真空度と

なる空間)を意味していてもよい。ビーム通過空間SPb1は、筐体111の下面に形成されたビーム射出口(つまり、開口)119を介して、筐体111の外部の空間(より具体的には、後述する差動排気系12のビーム通過空間SPb2)に連通している。尚、ビーム通過空間SPb1は、電子ビームEBが照射されない期間中に真空空間となってもよい。

[0023] ビーム光学系11は更に、電子銃113と、電磁レンズ114と、対物レンズ115と、電子検出器116とを備える。電子銃113は、-Z側に向けて電子ビームEBを放出する。尚、電子銃113の代わりに光が照射されたとき電子を放出する光電変換面を用いてもよい。電磁レンズ114は、電子銃113が放出した電子ビームEBを制御する。例えば、電磁レンズ114は、電子ビームEBが所定の光学面(例えば、電子ビームEBの光路に交差する仮想面)上に形成する像の回転量(つまり、 θ Z方向の位置)、当該像の倍率、及び、結像位置に対応する焦点位置のいずれか一つを制御してもよい。対物レンズ115は、電子ビームEBを所定の縮小倍率で試料Wの表面(具体的には、電子ビームEBが照射される面であり、図1及び図2に示す例では+Z側を向いている面であって且つXY平面に沿った面)WSuに結像させる。電子検出器116は、pn接合又はpin接合の半導体を使用した半導体型電子検出装置(つまり、半導体検出装置)である。電子検出器116は、試料Wに対する電子ビームEBの照射によって生じた電子(例えば、反射電子及び散乱電子の少なくとも一方。散乱電子は2次電子を含む)を検出する。制御装置4は、電子検出器116の検出結果に基づいて、試料Wの状態を特定する。例えば、制御装置4は、電子検出器116の検出結果に基づいて、試料Wの表面WSuの3次元形状を特定する。尚、本実施形態では、試料Wの表面WSuは理想的には平面であり、制御装置4は、その表面WSuに形成されている微細な凹凸パターンの形状を含む表面WSuの3次元形状を特定するものとする。尚、試料Wの表面WSuは平面でなくてもよい。また、電子検出器116は、後述する差動排気系12に設けられてもよい。

[0024] 差動排気系 1 2 は、真空形成部材 1 2 1 と、側壁部材 1 2 2 とを備える。

側壁部材 1 2 2 は、真空形成部材 1 2 1 から上方に延びる筒状の部材である。側壁部材 1 2 2 は、内部に筐体 1 1 1 (つまり、ビーム光学系 1 1) を収容する。側壁部材 1 2 2 は、内部にビーム光学系 1 1 を収容した状態でビーム光学系 1 1 と一体化されるが、ビーム光学系 1 1 から分離可能であってもよい。真空形成部材 1 2 1 は、ビーム光学系 1 1 の下方 (つまり、 $-Z$ 側) に配置される。真空形成部材 1 2 1 は、ビーム光学系 1 1 の下方において、ビーム光学系 1 1 に接続される (つまり、連結) される。真空形成部材 1 2 1 は、ビーム光学系 1 1 に接続されてビーム光学系 1 1 と一体化されるが、分離可能であってもよい。真空形成部材 1 2 1 の内部には、ビーム通過空間 $SPb2$ が形成されている。尚、図 3 は、真空形成部材 1 2 1 が、ビーム通過空間 $SPb2$ の一部であるビーム通過空間 $SPb2-1$ が形成された真空形成部材 1 2 1-1、ビーム通過空間 $SPb2$ の一部であるビーム通過空間 $SPb2-2$ が形成された真空形成部材 1 2 1-2、及び、ビーム通過空間 $SPb2$ の一部であるビーム通過空間 $SPb2-3$ が形成された真空形成部材 1 2 1-3 が、ビーム通過空間 $SPb2-1$ から $SPb2-3$ が連通するように積層された構造を有する例を示しているが、真空形成部材 1 2 1 の構造がこの例に限定されることはない。ビーム通過空間 $SPb2$ は、真空形成部材 1 2 1 の上面 (図 3 に示す例では、真空形成部材 1 2 1-3 の $+Z$ 側の面) に形成されたビーム射出口 (つまり、開口) 1 2 3 1 を介して、ビーム光学系 1 1 のビーム通過空間 $SPb1$ に連通している。ビーム通過空間 $SPb2$ は、ビーム通過空間 $SPb1$ と共に、真空ポンプ 5 1 によって排気される (つまり、減圧される)。従って、ビーム通過空間 $SPb2$ は、電子ビーム EB が照射される期間中は、真空空間となる。ビーム通過空間 $SPb2$ は、ビーム通過空間 $SPb1$ からの電子ビーム EB が通過する空間として用いられる。ビーム通過空間 $SPb1$ 及び $SPb2$ の少なくとも一方を通過する電子ビーム EB が真空形成部材 1 2 1 及び側壁部材 1 2 2 の少なくとも一方を通過する (つまり、差動排気系 1 2 の外部へ漏れ出す) ことを防止するた

めに及び／又はビーム照射装置 1 の外部の磁場（いわゆる、外乱磁場）がビーム通過空間 S P b 1 及び S P b 2 の少なくとも一方を通過する電子ビーム E B に影響を与えることを防止するために、真空形成部材 1 2 1 及び側壁部材 1 2 2 の少なくとも一方は、高透磁率材料から構成されていてもよい。尚、ビーム通過空間 S P b 2 は、電子ビーム E B が照射されない期間中に真空空間となってもよい。

[0025] 真空形成部材 1 2 1 は更に、試料 W の表面 W S u に対向可能な射出面 1 2 1 L S を備える。図 3 に示す例では、真空形成部材 1 2 1 - 1 が、射出面 1 2 1 L S を備えている。ビーム照射装置 1 は、射出面 1 2 1 L S と表面 W S u との間の間隔 D（つまり、Z 軸方向におけるビーム照射装置 1 と試料 W との間の間隔 D が所望間隔 D_{target}（例えば、10 μ m 以下且つ 1 μ m 以上）となるように、後述する間隔調整系 1 4 によって、試料 W に対して位置合わせされる。尚、間隔 D は、Z 軸方向における射出面 1 2 1 L S と表面 W S u との間の距離及び Z 軸方向における射出面 1 2 1 L S の位置と表面 W S u の位置との差の夫々と等価である。間隔 D は、射出面 1 2 1 L S と表面 W S u との Z 軸方向における距離と称してもよい。射出面 1 2 1 L S には、ビーム射出口（つまり、開口）1 2 3 2 が形成されている。尚、真空形成部材 1 2 1 は、試料 W の表面 W S u に対向可能な射出面 1 2 1 L S を備えていなくてもよい。図 2 に示すように、ビーム通過空間 S P b 2 は、ビーム射出口 1 2 3 2 を介して、真空形成部材 1 2 1 の外部のビーム通過空間 S P b 3 に連通している。つまり、ビーム通過空間 S P b 1 は、ビーム通過空間 S P b 2 を介してビーム通過空間 S P b 3 に連通している。但し、ビーム通過空間 S P b 2 が確保されていなくてもよい。つまり、ビーム通過空間 S P b 1 は、ビーム通過空間 S P b 2 を介することなくビーム通過空間 S P b 3 に直接連通していてもよい。ビーム通過空間 S P b 3 は、試料 W 上の局所的な空間である。ビーム通過空間 S P b 3 は、ビーム照射装置 1 と試料 W との間（具体的には、射出面 1 2 1 L S と表面 W S u との間）において電子ビーム E B が通過する局所的な空間である。ビーム通過空間 S P b 3 は、試料 W の表

面WSuのうち電子ビームEBが照射される照射領域に少なくとも面する（或いは、覆う又は接する）空間である。ビーム通過空間SPb3は、ビーム通過空間SPb1及びSPb2と共に、真空ポンプ51によって排気される（つまり、減圧される）。この場合、ビーム通過空間SPb1及びSPb2のそれぞれは、ビーム通過空間SPb3を排気するためにビーム通過空間SPb3と真空ポンプ51とを接続する排気通路（つまり、管路）としても機能可能である。従って、ビーム通過空間SPb3は、電子ビームEBが照射される期間中は、真空空間となる。このため、電子銃113から放出された電子ビームEBは、いずれも真空空間であるビーム通過空間SPb1からSPb3の少なくとも一部を介して試料Wに照射される。尚、ビーム通過空間SPb3は、電子ビームEBが照射されない期間中に真空空間となってもよい。

[0026] ビーム通過空間SPb3は、ビーム通過空間SPb1及びSPb2よりも真空ポンプ51から離れた位置にある。ビーム通過空間SPb2は、ビーム通過空間SPb1よりも真空ポンプ51から離れた位置にある。このため、ビーム通過空間SPb3の真空度は、ビーム通過空間SPb1及びSPb2の真空度よりも低くなる可能性があり、且つ、ビーム通過空間SPb2の真空度は、ビーム通過空間SPb1の真空度よりも低くなる可能性がある。尚、本実施形態における「空間Aの真空度よりも空間Bの真空度が低い」状態は、「空間Aの圧力よりも空間Bの圧力が高い」ことを意味する。この場合、真空ポンプ51は、真空度が最も低くなる可能性があるビーム通過空間SPb3の真空度を、電子ビームEBの試料Wへの適切な照射を妨げない真空度にすることができる程度の排気能力を有する。一例として、真空ポンプ51は、ビーム通過空間SPb3の圧力（つまり、気圧）を 1×10^{-3} パスカル以下に維持する（例えば、概ね 1×10^{-3} パスカルから 1×10^{-4} パスカルのオーダーで維持する）ことができる程度の排気能力を有していてもよい。このような真空ポンプ51として、例えば、主ポンプとして用いられるターボ分子ポンプ（或いは、拡散ポンプ、クライオポンプ及びスパッタイオ

ンポンプの少なくとも一つを含む他の種類の高真空用ポンプ)と補助ポンプとして用いられるドライポンプ(或いは、他の種類の低真空用ポンプ)とが組み合わされた真空ポンプが用いられてもよい。尚、真空ポンプ51は、ビーム通過空間SPb3の圧力(つまり、気圧)を 1×10^{-3} パスカル以下に維持することができる程度の排気速度 $[m^3/s]$ であってもよい。

[0027] 但し、ビーム通過空間SPb3は、ビーム通過空間SPb1及びSPb2のように何らかの部材(具体的には、筐体111及び真空形成部材121)によって周囲を取り囲まれた閉鎖空間ではない。つまり、ビーム通過空間SPb3は、何らかの部材によって周囲を取り囲まれていない開放空間である。このため、ビーム通過空間SPb3が真空ポンプ51によって減圧されたとしても、ビーム通過空間SPb3には、ビーム通過空間SPb3の周囲から気体が流入する。その結果、ビーム通過空間SPb3の真空度が低下する可能性がある。そこで、差動排気系12は、ビーム照射装置1と試料Wとの間において差動排気を行うことで、ビーム通過空間SPb3の真空度を維持する。つまり、差動排気系12は、ビーム照射装置1と試料Wとの間において差動排気を行うことで、ビーム照射装置1と試料Wとの間に、周囲と比較して相対的に高い真空度が維持された局所的な真空領域VSPを形成し、局所的な真空領域VSPが局所的なビーム通過空間SPb3を含むようにする。言い換えれば、差動排気系12は、局所的なビーム通過空間SPb3が局所的な真空領域VSPに含まれるように、差動排気を行う。尚、本実施形態での差動排気は、試料Wとビーム照射装置1との間において、一の空間(例えば、ビーム通過空間SPb3)と一の空間とは異なる他の空間との間の気圧差が試料Wとビーム照射装置1との間の間隙の排気抵抗によって維持されるという性質を利用しながらビーム通過空間SPb3を排気することに相当する。ビーム通過空間SPb3が試料Wの表面WSuのうちの少なくとも一部(例えば、電子ビームEBが照射される照射領域)を局所的に覆うことから、真空領域VSPもまた、試料Wの表面WSuのうちの少なくとも一部(例えば、電子ビームEBが照射される照射領域)を局所的に覆う。具体的に

は、真空形成部材 1 2 1 の射出面 1 2 1 L S には、ビーム射出口 1 2 3 2 を取り囲む排気溝（つまり、真空形成部材 1 2 1 を貫通しない開口） 1 2 4 が形成されている。排気溝 1 2 4 には、排気溝 1 2 4 に連通するように真空形成部材 1 2 1 及び側壁部材 1 2 2 に形成される配管（つまり、管路） 1 2 5 を介して真空ポンプ 5 2 が連結されている。配管 1 2 5 の第 1 端（つまり、一方の端部）は、真空ポンプ 5 2 に接続され、配管 1 2 5 の第 2 端（つまり、他方の端部であり、実質的には、排気溝 1 2 4 を形成する部分）は、射出面 1 2 L S と試料 W の表面 W S u との間の空間に接する。尚、図 3 は、差動排気系 1 2 が、排気溝 1 2 4 から真空ポンプ 5 2 に到達するまでに配管 1 2 5 が集約されていく構造を有する例を示している。具体的には、図 3 は、排気溝 1 2 4 が形成されている真空形成部材 1 2 1 - 1 に、環状の排気溝 1 2 4 から真空形成部材 1 2 1 - 1 を貫通するように上方に延びる環状の流路 1 2 5 - 1 が形成され、真空形成部材 1 2 1 - 2 に、流路 1 2 5 - 1 に連通する N 1 本（図 3 に示す例では、4 本）の配管 1 2 5 - 2 1 及び N 1 本の配管 1 2 5 - 2 1 を集約する環状の集約流路 1 2 5 - 2 2 が形成され、真空形成部材 1 2 1 - 3 に、集約流路 1 2 5 - 2 2 に連通する N 2 （但し、 $N 2 < N 1$ ）本（図 3 に示す例では、2 本）の配管 1 2 5 - 3 1 及び N 2 本の配管 1 2 5 - 3 1 を集約する環状の集約流路 1 2 5 - 3 2 が形成され、集約流路 1 2 5 - 3 2 に配管 1 2 5 - 4 が連通し、配管 1 2 5 - 4 が真空ポンプ 5 2 に接続される例を示している。尚、ここでは配管 1 2 5 - 3 1 の本数 N 2 を配管 1 2 5 - 2 1 の本数 N 1 の半分であり、1 本の配管 1 2 5 - 3 1 はこれと連通する 2 本の配管 1 2 5 - 2 1 からほぼ等距離に位置している。また、配管 1 2 5 - 3 1 の本数 N 2 を配管 1 2 5 - 4 の本数（図 3 に示す例では、1 本）の半分であり、配管 1 2 5 - 4 はこれと連通する 2 本の配管 1 2 5 - 3 1 からほぼ等距離に位置している。よって、それぞれの配管 1 2 5 - 2 1 を介した排気経路の長さと圧損はほぼ等しく、排気溝 1 2 4 から排気される空気の量は方位に依らず偏らない。但し、配管 1 2 5 の構造がこの例に限定されることはない。真空ポンプ 5 2 は、排気溝 1 2 4 を介して、ビーム通過空

間SPb3の周囲の空間を排気する。その結果、差動排気系12は、ビーム通過空間SPb3の真空度を適切に維持することができる。尚、排気溝124は1つにつながった環状でなくてもよく、環の一部を複数有する複数の排気溝であってもよい。

[0028] 図2に戻って、真空ポンプ52は、主として、ビーム通過空間SPb3の真空度を相対的に高くするために、ビーム通過空間SPb3の周囲の局所的な空間を排気するために用いられる。このため、真空ポンプ52は、真空ポンプ51が維持する真空度よりも低い真空度を維持することができる程度の排気能力を有していてもよい。つまり、真空ポンプ52の排気能力は、真空ポンプ51の排気能力よりも低くてもよい。例えば、真空ポンプ52は、ドライポンプ（或いは、他の種類の低真空用ポンプ）を含む一方でターボ分子ポンプ（或いは、他の種類の高真空用ポンプ）を含んでいない真空ポンプであってもよい。この場合、真空ポンプ52によって減圧される排気溝124及び配管125内の空間の真空度は、真空ポンプ51によって減圧されるビーム照射空間SPb1からSPb3の真空度よりも低くてもよい。尚、真空ポンプ52は、真空ポンプ51が維持する真空度よりも低い真空度を維持することができる程度の排気速度 [m^3/s] であってもよい。

[0029] このようにビーム通過空間SPb3に局所的な真空領域VSPが形成される一方で、試料Wの表面WSuのうちビーム通過空間SPb3に面していない部分（特に、ビーム通過空間SPb3から離れた部分）の少なくとも一部は、真空領域VSPよりも真空度が低い非真空領域に覆われていてもよい。典型的には、試料Wの表面WSuのうちビーム空間SPb3に面していない部分の少なくとも一部は、大気圧環境下であってもよい。つまり、試料Wの表面WSuのうちビーム通過空間SPb3に面していない部分の少なくとも一部は、大気圧領域に覆われていてもよい。具体的には、差動排気系12は、ビーム通過空間SPb3を含む空間SP1（図2参照）に真空領域VSPを形成する。この空間SP1は、例えば、ビーム射出口1232及び排気溝124の少なくとも一つに接する空間を含む。空間SP1は、試料Wの表面

WSuのうちビーム射出口1232及び排気溝124の少なくとも一つの直下に位置する部分に面する（つまり、接する）空間を含む。一方で、空間SP1の周囲の空間SP2（つまり、空間SP1の周囲において空間SP1に接続する（例えば、流体的に接続する）空間SP2であり、図2の参照）には、真空領域VSPが形成されない。つまり、空間SP2は、空間SP1よりも圧力が高い空間となる。この空間SP2は、例えば、ビーム射出口1232及び排気溝124から離れた空間を含む。空間SP2は、例えば、試料Wの表面WSuのうち空間SP1が面する部分とは異なる部分に面する空間を含む。空間SP2は、空間SP1を経由することなくビーム射出口1232及び排気溝124（更には、ビーム通過空間SPb2及び配管125）に接続することができない空間を含む。空間SP2は、空間SP1を経由すればビーム射出口1232及び排気溝124（更には、ビーム通過空間SPb2及び配管125）に接続することができる空間を含む。空間SP2の圧力が空間SP1の圧力よりも高いがゆえに、空間SP2から空間SP1に対して気体が流入する可能性があるが、空間SP2から空間SP1に対して流入する気体は、排気溝124（更には、ビーム射出口1232）を介して、空間SP1から排出される。つまり、空間SP2から空間SP1に対して流入する気体は、配管125（更には、ビーム通過空間SPb2）を介して、空間SP1から排出される。このため、空間SP1に形成される真空領域VSPの真空度が維持される。このため、真空領域VSPが局所的に形成される状態は、試料Wの表面WSu上において真空領域VSPが局所的に形成される状態（つまり、試料Wの表面WSuに沿った方向において真空領域VSPが局所的に形成される状態）を意味してもよい。

[0030] 再び図1において、ステージ装置2は、ビーム照射装置1の下方（つまり、-Z側）に配置される。ステージ装置2は、定盤21と、ステージ22とを備える。定盤21は、床等の支持面SF上に配置される。ステージ22は、定盤21上に配置される。ステージ22と定盤21との間には、定盤21の振動のステージ22への伝達を防止するための不図示の防振装置が設置さ

れている。ステージ22は、試料Wを保持する。試料Wを保持するために、ステージ22は、図4(a)から図4(c)に示すように、保持部材221と、外周部材222とを備えている。

[0031] 保持部材221は、XY平面に沿って延びる平板状の（或いは、その他の任意の形状の）部材である。保持部材221は、ビーム照射装置1に対向可能な保持面HSを備える。図4(a)から図4(c)に示す例では、保持面HSは、+Z側（つまり、上方）を向いた面である。XY平面に沿った方向における保持面HSのサイズは、XY平面に沿った方向における試料Wのサイズよりも大きい、同じであってもよい。図4(a)から図4(c)に示す例では、試料Wが平面視において円形の形状を有しているため、保持面HSは平面視において円形状である。尚、試料Wが平面視において矩形状である場合には、保持面HSは平面視において矩形状であってもよい。図4(a)から図4(c)に示す例では、保持面HSの径は試料Wの径よりも大きい。保持面HSは、試料Wを保持する面である。つまり、保持部材221は、保持面HSで試料Wを保持する。例えば、保持部材221は、保持面HSに形成された排気口を介して試料Wの裏面（つまり、表面WSuとは反対側の面であって、図4(a)から図4(c)に示す例では、-Z側（つまり、下方）を向いた面）を真空吸着することで、試料Wを保持してもよい。この場合、保持部材221は、真空チャックを含んでもよい。或いは、例えば、保持部材221は、保持部材221に配置された電極を介して保持面HS上に配置された試料Wを静電吸着することで、試料Wを保持してもよい。この場合、保持部材221は、静電チャックを含んでもよい。

[0032] 外周部材222は、XY平面内において、保持部材221の周囲に配置される。外周部材222は、XY平面内において、保持部材221を取り囲むように配置される。図4(a)から図4(c)に示す例では、試料Wが平面視において円形状であるため、外周部材222の内側の輪郭は円状であってもよい。外周部材222は、保持部材221と一体化されているが、保持部材221とは別個の部材であってもよい。外周部材222は、保持部材22

1 よりも上方（つまり、+Z 側）に突き出るように形成される部材である。このため、外周部材 2 2 2 は、実質的には、保持部材 2 2 1 の保持面 H S から上方（つまり、+Z 側）に突き出る部材であるとも言える。外周部材 2 2 2 の上面（具体的には、保持面 H S と同じ側を向いた面であって、図 4（a）から図 4（c）に示す例では、+Z 側の面）O S は、保持部材 2 2 1 の保持面 H S よりも上方に位置する。具体的には、外周部材 2 2 2 の上面 O S は、保持部材 2 2 1 の保持面 H S よりも、試料 W の厚み W h だけ上方に位置する。このため、外周部材 2 2 2 の上面 O S は、保持部材 2 2 1 が保持している試料 W の表面 W S u と同じ高さに位置する。つまり、外周部材 2 2 2 の上面 O S は、保持部材 2 2 1 が保持している試料 W の表面 W S u と同一平面内に位置する。このため、ステージ 2 2 には、保持部材 2 2 1 と外周部材 2 2 2 とによって囲まれた凹部状の收容空間 S P w が形成されている。試料 W は、この收容空間 S P w に收容され且つ表面 W S u が外周部材 2 2 2 の上面 O S と同じ高さにある状態で保持部材 2 2 1 によって保持される。尚、收容空間 S P w は平面視において円形状であってもよい。

[0033] 外周部材 2 2 2 は、X Y 平面に沿った一方向において保持部材 2 2 1 に隣接する待避部材 2 2 3 を、外周部材 2 2 2 の一部として含む。尚、上述したように外周部材 2 2 2 が保持部材 2 2 1 とは別個の部材である場合には、外周部材 2 2 2 の一部に相当する待避部材 2 2 3 もまた、保持部材 2 2 1 とは別個の部材であってもよい。尚、外周部材 2 2 2 が保持部材 2 2 1 と同じ部材である場合であっても、待避部材 2 2 3 は保持部材 2 2 1 とは別個の部材であってもよい。待避部材 2 2 3 は、X Y 平面内において保持部材 2 2 1 から離れる方向に広がる。待避部材 2 2 3 のサイズ（具体的には、保持部材 2 2 1 から離れる方向におけるサイズ）は、外周部材 2 2 2 のうち一方向とは異なる他の方向において保持部材 2 2 1 に隣接する部分のサイズよりも大きくてもよい。つまり、外周部材 2 2 2 は、X Y 平面内において、保持部材 2 2 1 から見て一方向に位置する部分（つまり、待避部材 2 2 3）が、保持部材 2 2 1 から見て一方向とは異なる他の方向に位置する部分よりも

相対的に多く外側に広がる（つまり、保持部材 2 2 1 から離れるように広がる）構造を有していてもよい。図 4（a）から図 4（c）に示す例では、外周部材 2 2 2 は、Y 軸方向に沿って保持部材 2 2 1 に隣接する（特に、保持部材 2 2 1 よりも－Y 側において保持部材 2 2 1 に隣接する）待避部材 2 2 3 を含む。従って、待避部材 2 2 3 の Y 軸に沿ったサイズは、外周部材 2 2 2 のうち＋Y 側において保持部材 2 2 1 に隣接する部分の Y 軸に沿ったサイズよりも大きくてもよく、且つ、外周部材 2 2 2 のうち＋X 側又は－X 側において保持部材 2 2 1 に隣接する部分の X 軸に沿ったサイズよりも大きくてもよい。待避部材 2 2 3 が外周部材 2 2 2 の一部であるため、待避部材 2 2 3 の上面 E S は、外周部材 2 2 2 の上面 O S の一部に相当する。従って、待避部材 2 2 3 の上面 E S もまた、外周部材 2 2 2 の上面 O S と同様に、保持部材 2 2 1 が保持する試料 W の表面 W S u と同じ高さに位置する。尚、この待避部材 2 2 3 が形成されている技術的理由については、後に詳述する（図 5（a）以降参照）。尚、待避部材 2 2 3 の上面 E S の一部に、ビーム照射装置 1 による電子ビーム E B の位置と、ステージ 2 2 の位置（X Y Z 方向における位置）とを紐付けるためのマークを設けてもよい。尚、外周面の上面 O S 及び待避部材 2 2 3 の上面 E S の少なくとも一方を外部面と称してもよい。

[0034] 再び図 1 において、ステージ 2 2 は、制御装置 4 の制御下で、試料 W を保持したまま、X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向、 θ X 方向、 θ Y 方向及び θ Z 方向の少なくとも一つに沿って移動可能である。ステージ 2 2 を移動させるために、ステージ装置 2 は、ステージ駆動系 2 3 を備えている。ステージ駆動系 2 3 は、例えば、任意のモータ（例えば、リニアモータ等）を用いて、ステージ 2 2 を移動させる。更に、ステージ装置 2 は、ステージ 2 2 の位置を計測する位置計測器 2 4 を備えている。位置計測器 2 4 は、例えば、エンコーダ及びレーザ干渉計のうちの少なくとも一方を含む。尚、ステージ 2 2 が試料 W を保持している場合には、制御装置 4 は、ステージ 2 2 の位置から試料 W の位置を特定可能である。

[0035] ステージ22がXY平面に沿って移動すると、XY平面に沿った方向における試料Wとビーム照射装置1との相対位置が変わる。このため、ステージ22がXY平面に沿って移動すると、XY平面に沿った方向における試料Wと試料Wの表面WSuにおける電子ビームEBの照射領域との相対位置が変わる。つまり、ステージ22がXY平面に沿って移動すると、XY平面に沿った方向（つまり、試料Wの表面WSuに沿った方向）において、電子ビームEBの照射領域が試料Wの表面WSuに対して移動する。更に、ステージ22がXY平面に沿って移動すると、XY平面に沿った方向における試料Wとビーム通過空間SPb3及び真空領域VSPとの相対位置が変わる。つまり、ステージ22がXY平面に沿って移動すると、XY平面に沿った方向（つまり、試料Wの表面WSuに沿った方向）において、ビーム通過空間SPb3及び真空領域VSPが試料Wの表面WSuに対して移動する。制御装置4は、試料Wの表面WSuの所望位置に電子ビームEBが照射され且つビーム通過空間SPb3が設定される（つまり、真空領域VSPが形成される）ように、ステージ駆動系23を制御してステージ22をXY平面に沿って移動させてもよい。具体的には、例えば、制御装置4は、試料Wの表面WSuの第1部分に真空領域VSPが形成されるように、ステージ駆動系23を制御してステージ22をXY平面に沿って移動させる。試料Wの表面WSuの第1部分に真空領域VSPが形成されるようにステージ22が移動した後、ビーム照射装置1は、試料Wの表面WSuの第1部分に電子ビームEBを照射して、第1部分の状態を計測する。ビーム照射装置1が試料Wの表面WSuの第1部分に電子ビームEBを照射している期間中は、ステージ駆動系23は、ステージ22をXY平面に沿って移動させなくてもよい。第1部分の状態の計測が完了した後、制御装置4は、試料Wの表面WSuの第2部分に真空領域VSPが形成されるように、ステージ駆動系23を制御してステージ22をXY平面に沿って移動させる。試料Wの表面WSuの第2部分に真空領域VSPが形成されるようにステージ22が移動した後、ビーム照射装置1は、試料Wの表面WSuの第2部分に電子ビームEBを照射して、第2

部分の状態を計測する。ビーム照射装置 1 が試料 W の表面 W S u の第 2 部分に電子ビーム E B を照射している期間中もまた、ステージ駆動系 2 3 は、ステージ 2 2 を X Y 平面に沿って移動させなくてもよい。以降、同様の動作が繰り返されることで、試料 W の表面 W S u の状態が計測される。

[0036] ステージ 2 2 が Z 軸に沿って移動すると、Z 軸に沿った方向における試料 W とビーム照射装置 1 との相対位置が変わる。このため、ステージ 2 2 が Z 軸に沿って移動すると、Z 軸に沿った方向における試料 W と電子ビーム E B のフォーカス位置との相対位置が変わる。制御装置 4 は、試料 W の表面 W S u に（或いは、表面 W S u の近傍に）電子ビーム E B のフォーカス位置が設定されるように、ステージ駆動系 2 3 を制御してステージ 2 2 を Z 軸に沿って移動させてもよい。ここで、電子ビーム E B のフォーカス位置は、ビーム光学系 1 1 の結像位置に対応する焦点位置又は電子ビーム E B のぼけが最も少なくなるような Z 軸方向の位置であってもよい。

[0037] 更に、ステージ 2 2 が Z 軸に沿って移動すると、試料 W とビーム照射装置 1 との間の間隔 D が変わる。このため、ステージ駆動系 2 3 は、制御装置 4 の制御下で、後述する間隔調整系 1 4 と協調しながら、間隔 D が所望間隔 D_{target} となるようにステージ 2 2 を移動させてもよい。このとき、制御装置 4 は、位置計測装置 2 4 の計測結果（更には、後述するビーム照射装置 1 の位置（特に、真空形成部材 1 2 1 の位置）を計測する位置計測装置 1 5 の計測結果）に基づいて、実際の間隔 D を特定すると共に、特定した間隔 D が所望間隔 D_{target} となるようにステージ駆動系 2 3 及び間隔調整系 1 4 の少なくとも一方を制御する。このため、位置計測装置 1 5 及び 2 4 は、間隔 D を検出する検出装置としても機能し得る。尚、試料 W の Z 軸方向の厚み（寸法）が既知である場合、制御装置 4 は、実際の間隔 D に代えて／或いは加えて、ビーム照射装置 1 と基準面（例えば基準板の表面）との Z 軸方向における距離に関する情報と、試料 W の Z 軸方向の厚み（寸法）に関する情報とを用いて、ビーム照射装置 1 から試料 W までの距離を目標となる距離となるように、ステージ駆動系 2 3 及び間隔調整系 1 4 のうち少なく

とも一方を制御してもよい。

[0038] 支持フレーム 3 は、ビーム照射装置 1 を支持する。具体的には、支持フレーム 3 は、支持脚 3 1 と、支持部材 3 2 とを備える。支持脚 3 1 は、支持面 S F 上に配置される。支持脚 3 1 と支持面 S F との間には、支持面 S F の振動の支持脚 3 1 への伝達を防止するため、或いは低減するための不図示の防振装置が設置されていてもよい。支持脚 3 1 は、例えば、支持面 S F から上方に延びる部材である。支持脚 3 1 は、支持部材 3 2 を支持する。支持部材 3 2 は、平面視において、中心に開口 3 2 1 が形成された環状のプレート部材である。支持部材 3 2 の上面には、間隔調整系 1 4 を介して、ビーム照射装置 1 の外面（図 1 から図 3 に示す例では、差動排気系 1 2 が備える側壁部材 1 2 2 の外面）から外側に延びるフランジ部材 1 3 の下面が連結されている。このとき、ビーム照射装置 1 は、開口 3 2 1 を貫通するように配置される。その結果、支持フレーム 3 は、ビーム照射装置 1 を支持部材 3 2 の上面から持ち上げるように支持することができる。但し、支持フレーム 3 は、ビーム照射装置 1 を支持することができる限りは、図 1 に示す支持方法とは異なる他の支持方法でビーム照射装置 1 を支持してもよい。例えば、支持フレーム 3 は、ビーム照射装置 1 を支持部材 3 2 の下面から吊り下げるように支持してもよい。尚、支持脚 3 1 と支持部材 3 2 との間に、支持面 S F の振動の支持部材 3 2 への伝達を防止する、或いは低減するための不図示の防振装置が設けられていてもよい。

[0039] 間隔調整系 1 4 は、少なくとも Z 軸に沿ってビーム照射装置 1 を移動させることで、真空形成部材 1 2 1 の射出面 1 2 1 L S と試料 W の表面 W S u との間の間隔 D、或いは真空形成部材 1 2 1 の射出面 1 2 1 L S から試料 W の表面 W S u までの Z 軸方向の距離を調整する。例えば、間隔調整系 1 4 は、間隔 D が所望間隔 D_{target} となるように、ビーム照射装置 1 を Z 軸方向に沿って移動させてもよい。このような間隔調整系 1 4 として、例えば、モータの駆動力を用いてビーム照射装置 1 を移動させる駆動系、 piezo 素子の圧電効果によって発生する力を用いてビーム照射装置 1 を移動させる駆

動系、クーロン力（例えば、少なくとも2つの電極間に発生する静電力）を用いてビーム照射装置1を移動させる駆動系、及び、ローレンツ力（例えば、コイルと磁極との間に発生する電磁力）を用いてビーム照射装置1を移動させる駆動系の少なくとも一つが用いられてもよい。但し、射出面121LSと表面WSuとの間の間隔Dを固定したままでよい場合には、間隔調整系14に代えて、シム等の間隔調整部材が、支持部材32とフランジ部材13との間に配置されていてもよい。尚、この場合、シム等の間隔調整部材は支持部材32とフランジ部材13との間に配置されていなくてもよい。また、ビーム照射装置1は、XY方向に沿って移動可能であってもよい。

[0040] 間隔調整系14によって移動可能なビーム照射装置1のZ方向における位置（特に、真空形成部材121のZ方向における位置）を計測するために、走査型電子顕微鏡SEMは、位置計測器15を備えている。位置計測器15は、例えば、エンコーダ及びレーザ干渉計のうちの少なくとも一方を含む。尚、位置計測器15は、ビーム照射装置1のXY方向における位置や θ X方向、 θ Y方向における姿勢を計測してもよい。また、ビーム照射装置1のXY方向における位置や θ X方向、 θ Y方向における姿勢を計測する計測装置が位置計測器15と別に設けられていてもよい。

[0041] 制御装置4は、走査型電子顕微鏡SEMの動作を制御する。例えば、制御装置4は、電子ビームEBを試料Wに照射するように、ビーム照射装置1を制御する。例えば、制御装置4は、ビーム通過空間SPb1からSPb3を真空空間にするように、ポンプ系5（特に、真空ポンプ51及び52）を制御する。例えば、制御装置4は、試料Wの表面WSuの所望位置に電子ビームEBが照射されるように、ステージ駆動系23を制御する。例えば、制御装置4は、真空形成部材121の射出面121LSと試料Wの表面WSuとの間の間隔Dが所望間隔D_{target}となるように、間隔調整系14を制御する。尚、走査型電子顕微鏡SEMの動作を制御するために、制御装置4は、例えば、CPU（Central Processing Unit）等の演算装置及びメモリ等の記憶装置の少なくとも一方を含んでいてもよ

い。

[0042] (2) 待避部材 2 2 3 の利用方法

続いて、ステージ 2 2 が備える待避部材 2 2 3 の利用方法について説明する。本実施形態では、待避部材 2 2 3 は、主として、ビーム照射装置 1 が形成している真空領域 V S P を維持する（言い換えれば、形成し続ける）ために用いられる。このため、待避部材 2 2 3 は、ビーム照射装置 1 と待避部材 2 2 3 との間に真空領域 V S P を形成することができる程度のサイズを有していてもよい。待避部材 2 2 3 の上面 E S は、真空領域 V S P の X Y 方向におけるサイズよりも大きなサイズを有していてもよい。このような待避部材 2 2 3 を用いて真空領域 V S P を維持する場面の一例として、ステージ 2 2 が保持する試料 W を搬出入する（或いは、交換する）場面及び真空領域 V S P を形成していなかったビーム照射装置 1 が真空領域 V S P を新たに形成する場面があげられる。このため、以下では、待避部材 2 2 3 を用いて真空領域 V S P を維持する方法について説明した後に、ステージ 2 2 が保持する試料 W を搬出入する場合に待避部材 2 2 3 を用いて真空領域 V S P を維持する動作と、真空領域 V S P を形成していなかったビーム照射装置 1 が真空領域 V S P を新たに形成する場合に待避部材 2 2 3 を用いて真空領域 V S P を維持する動作とを順に説明する。

[0043] (2-1) 待避部材 2 2 3 を用いた真空領域 V S P の維持

初めに、図 5 (a) から図 5 (b)、図 6 (a) から図 6 (b) 及び図 7 (a) から図 7 (b) を参照しながら、待避部材 2 2 3 を用いて、ビーム照射装置 1 が形成していた真空領域 V S P を維持する方法について説明する。

[0044] 上述したように、待避部材 2 2 3 の上面 E S は、保持部材 2 2 1 が保持する試料 W の表面 W S u と同じ高さに位置する。このため、ビーム照射装置 1 が試料 W から待避部材 2 2 3 へと外れるように（つまり、試料 W に対向していたビーム照射装置 1 が待避部材 2 2 3 と対向するように）ステージ 2 2 が移動した場合であっても、ビーム照射装置 1 が試料 W との間に形成していた真空領域 V S P は、ビーム照射装置 1 と待避部材 2 2 3 との間においても同

様に維持される。同様に、ビーム照射装置 1 が待避部材 2 2 3 から試料 W へと外れるように（つまり、待避部材 2 2 3 に対向していたビーム照射装置 1 が試料 W に対向するように）ステージ 2 2 が移動した場合であっても、ビーム照射装置 1 が待避部材 2 2 3 との間に形成していた真空領域 V S P は、ビーム照射装置 1 と試料 W との間においても同様に維持される。従って、待避部材 2 2 3 は、ビーム照射装置 1 が形成している真空領域 V S P の維持のために利用可能である。つまり、待避部材 2 2 3 は、ステージ 2 2 の移動に伴ってビーム照射装置 1 が試料 W と待避部材 2 2 3 との間で移動する場合に真空領域 V S P を維持するために利用可能である。ここで、ビーム照射装置 1 が試料 W から待避部材 2 2 3 へと外れることは、ビーム照射装置 1 による電子ビーム E B の照射位置が試料 W 上にある状態から待避部材 2 2 3 の上面 E S にある状態に変わると称してもよく、ビーム照射装置 1 が待避部材 2 2 3 から試料 W へと外れることは、ビーム照射装置 1 による電子ビーム E B の照射位置が待避部材 2 2 3 の上面 E S 上にある状態から試料 W 上にある状態に変わると称してもよい。

[0045] 具体的には、図 5 (a) 及び図 5 (b) に示すように、ビーム照射装置 1 が試料 W との間に真空領域 V S P を形成している状況を想定する。つまり、ビーム照射装置 1 が試料 W に対向している状況を想定する。この状況において、ステージ駆動系 2 3 がステージ 2 2 を Y 軸方向に沿って且つ + Y 側に向かって移動させると、ビーム照射装置 1 は、ステージ 2 2 に対して Y 軸方向に沿って且つ - Y 側に向かって相対的に移動する。その結果、ビーム照射装置 1 が形成している真空領域 V S P もまた、試料 W の表面 W S u 上において、ステージ 2 2 に対して Y 軸方向に沿って且つ - Y 側に向かって相対的に移動する。ステージ 2 2 が移動し続けると、図 6 (a) 及び図 6 (b) に示す状態を経て、図 7 (a) 及び図 7 (b) に示すように、ビーム照射装置 1 は、試料 W を外れる。つまり、ビーム照射装置 1 の状態は、試料 W に対向する非待避状態から待避部材 2 2 3 に対向する待避状態へと切り替わる。つまり、ビーム照射装置 1 の状態は、試料 W との間に真空領域 V S P を形成可能な

非待避状態から待避部材 2 2 3 との間に真空領域 V S P に形成可能な待避状態へと切り替わる。

[0046] ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる過程で、図 6 (a) 及び図 6 (b) に示すように、ビーム照射装置 1 の状態は、一時的に、試料 W 及び待避部材 2 2 3 の双方に対向する中間状態になる。つまり、ビーム照射装置 1 の状態は、一時的に、試料 W と待避部材 2 2 3 との境界に面する真空領域 V S P を形成する中間状態になる。ここで、仮に待避部材 2 2 3 の上面 E S が試料 W の表面 W S u とは大きく異なる高さに位置している場合には、中間状態にあるビーム照射装置 1 と試料 W との間の間隔 D と、中間状態にあるビーム照射装置 1 と待避部材 2 2 3 との間の間隔 D' (つまり、ビーム照射装置 1 の射出面 1 2 1 L S と待避部材 2 2 3 の上面 E S との間の間隔 D') とが相対的に大きくずれる可能性がある。このため、間隔 D が、真空領域 V S P を適切に形成可能な間隔になる一方で、間隔 D' が、真空領域 V S P を適切に形成可能な間隔にならない可能性がある。その結果、試料 W との間に真空領域 V S P を適切に形成していたビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から中間状態へと切り替わった時点で、ビーム照射装置 1 が形成していた真空領域 V S P が破壊される(言い換えれば、崩壊する又は消滅する)可能性がある。つまり、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から中間状態へと切り替わる際に、ビーム照射装置 1 が、試料 W と待避部材 2 2 3 との境界に面する真空領域 V S P を形成することができなくなる可能性がある。その結果、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる際に、ビーム照射装置 1 が真空領域 V S P を適切に形成し続ける(つまり、維持する)ことができなくなる可能性がある。この場合、走査型電子顕微鏡 S E M は、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わった後に、ビーム照射装置 1 と待避部材 2 2 3 との間の間隔 D' が所望間隔 D_{target} になるように間隔 D' を調整した上で真空領域 V S P を再度形成することになる。

[0047] しかるに、本実施形態では、待避部材 2 2 3 の上面 E S が試料 W の表面 W

Suと同じ高さに位置している。このため、中間状態にあるビーム照射装置1と試料Wとの間の間隔Dと、中間状態にあるビーム照射装置1と待避部材223との間の間隔D'とが相対的に大きくずれる可能性は相対的には小さい。典型的には、間隔Dは、間隔D'と一致する。従って、間隔Dが、真空領域VSPを適切に形成可能な間隔になっている場合には、間隔D'もまた、真空領域VSPを適切に形成可能な間隔になる。このため、試料Wとの間に真空領域VSPを適切に形成していたビーム照射装置1の状態が非待避状態から中間状態へと切り替わったとしても、ビーム照射装置1が形成していた真空領域VSPが破壊される可能性は相対的に小さい。つまり、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から中間状態へと切り替わったとしても、ビーム照射装置1は、試料Wと待避部材223との境界に面する真空領域VSPを適切に形成することができる。その結果、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から中間状態へと切り替わったとしても、ビーム照射装置1は、真空領域VSPを適切に形成し続ける（つまり、維持する）ことができる。このため、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から中間状態を経て待避状態へと切り替わったとしても、ビーム照射装置1は、真空領域VSPを適切に形成し続けることができる。つまり、走査型電子顕微鏡SEMは、真空領域VSPを形成したまま、ビーム照射装置1の状態を、非待避状態から待避状態へと切り替えることができる。

[0048] 同様の理由から、ビーム照射装置1の状態が待避状態から中間状態を経て非待避状態へと切り替わったとしても、ビーム照射装置1は、真空領域VSPを適切に形成し続けることができる。つまり、走査型電子顕微鏡SEMは、真空領域VSPを形成したまま、ビーム照射装置1の状態を、待避状態から非待避状態へと切り替えることができる。

[0049] この際、間隔調整系14及びステージ駆動系23の少なくとも一方は、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる前後において、非待避状態にあるビーム照射装置1と試料Wとの間の間隔Dと、待避状態にあるビーム照射装置1と待避部材22

3との間の間隔 D' とのずれ量が許容下限値を下回るように（或いは、一致するように）、Z軸方向におけるステージ22とビーム照射装置1との相対位置を調整してもよい。例えば、間隔調整系14及びステージ駆動系23の少なくとも一方は、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる際に、非待避状態にあるビーム照射装置1と試料Wとの間の間隔 D が、ビーム照射装置1と試料Wとの間に真空領域VSPを適切に形成可能な所望の第1間隔 $D_desire1$ となっている状態から、待避状態にあるビーム照射装置1と待避部材223との間の間隔 D' が、ビーム照射装置1と待避部分223との間に真空領域VSPを適切に形成可能な所望の第2間隔 $D_desire2$ となる状態へと遷移するように、Z軸方向におけるステージ22とビーム照射装置1との相対位置を調整してもよい。この場合、第1間隔 $D_desire1$ と第2間隔 $D_desire2$ との間の差分は、許容下限値を下回る又は一致する。或いは、第1間隔 $D_desire1$ と第2間隔 $D_desire2$ とは同一であってもよい。更に、第1間隔 $D_desire1$ 及び第2間隔 $D_desire2$ の少なくとも一方は、上述した所望間隔 D_target と同一であってもよい。その後、ステージ駆動系23がXY平面に沿った方向におけるステージ22とビーム照射装置1との相対位置を調整して、ビーム照射装置1の状態を非待避状態から待避状態へと切り替えてもよい。同様に、例えば、間隔調整系14及びステージ駆動系23の少なくとも一方は、ビーム照射装置1の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる際に、待避状態にあるビーム照射装置1と待避部材223との間の間隔 D' が第2間隔 $D_desire2$ となっている状態から、非待避状態にあるビーム照射装置1と試料Wとの間の間隔 D が第1間隔 $D_desire1$ となる状態へと遷移するように、Z軸方向におけるステージ22とビーム照射装置1との相対位置を調整してもよい。その後、ステージ駆動系23がXY平面に沿った方向におけるステージ22とビーム照射装置1との相対位置を調整して、ビーム照射装置1の状態を待避状態から非待避状態へと切り替えてもよい。その結果、ビーム照射装置1の状態が非

待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる前後において、ビーム照射装置 1 は、真空領域 V S P をより適切に形成し続けることができる。

[0050] 尚、上述したように、本実施形態では、待避部材 2 2 3 の上面 E S が試料 W の表面 W S u と同じ高さに位置している。このため、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる前後において、Z 軸方向におけるステージ 2 2 に対するビーム照射装置 1 の相対位置が変わらなければ（つまり、維持されれば）、間隔 D と間隔 D' とが一致する。このため、間隔調整系 1 4 及びステージ駆動系 2 3 の少なくとも一方は、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる前後において、Z 軸方向におけるステージ 2 2 とビーム照射装置 1 との相対位置を維持するように調整してもよい。

[0051] 但し、間隔調整系 1 4 及びステージ駆動系 2 3 の少なくとも一方は、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる前後において、間隔 D と間隔 D' とが異なるように、Z 軸方向におけるステージ 2 2 とビーム照射装置 1 との相対位置を調整してもよい。この場合、間隔調整系 1 4 及びステージ駆動系 2 3 の少なくとも一方は、間隔 D が、ビーム照射装置 1 と試料 W との間に真空領域 V S P を適切に形成可能な第 1 間隔 D_{desired1} になり且つ、間隔 D' が、ビーム照射装置 1 と待避部材 2 2 3 との間に真空領域 V S P を適切に形成可能であって且つ第 1 間隔 D_{desired1} とは異なる第 2 間隔 D_{desired2} になるように、Z 軸方向におけるステージ 2 2 とビーム照射装置 1 との相対位置を調整してもよい。その結果、間隔 D と間隔 D' とが一致しない場合においても、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる前後において、ビーム照射装置 1 は、真空領域 V S P をより適切に形成し続けることができる。いずれにせよ、間隔調整系 1 4 及びステージ駆動系 2 3 の少なくとも一方は、ビーム照射装置 1

の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる前後において真空領域V S Pが適切に維持されるように、ビーム照射装置1の状態の変更（つまり、XY平面に沿ったステージ22の移動）に合わせて又は相前後して、Z軸方向におけるステージ22とビーム照射装置1との相対位置を調整する。

[0052] （2-2）ステージ22が保持する試料Wを搬出入する動作

続いて、図8（a）から図8（d）を参照しながら、ステージ22が保持する試料Wを搬出入する（つまり、交換する）場合に待避部材223を用いて真空領域V S Pを維持する動作の流れについて説明する。

[0053] 試料Wの搬出入は、例えば、ステージ22が保持している試料Wの状態の計測が完了した後に行われる。試料Wの状態の計測するために、ビーム照射装置1は、試料Wに電子ビームEBを照射する必要がある。このため、試料Wが搬出入される前は（つまり、ステージ22が試料Wを保持している期間の少なくとも一部では）、図8（a）に示すように、ビーム照射装置1は、試料Wに対向した状態で、試料Wとの間に真空領域V S Pを形成している。つまり、ビーム照射装置1は、非待避状態にある。

[0054] 試料Wの状態の計測が完了した後に、図8（b）に示すように、ステージ駆動系23は、XY平面に沿ってステージ22を移動して、ビーム照射装置1の状態を、非待避状態から待避状態へと切り替える。この際、上述したように、間隔調整系14及びステージ駆動系23の少なくとも一方は、真空領域V S Pが適切に維持されるようにZ軸方向におけるステージ22に対するビーム照射装置1の相対位置を調整してもよい。その結果、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる前後において、真空領域V S Pが維持される。つまり、ビーム照射装置1は、真空領域V S Pを試料W及び待避部材223の少なくとも一方との間に形成し続けたまま、ステージ22に対して移動する。

[0055] ビーム照射装置1の状態が待避状態に切り替わった後、ステージ22が保持する試料Wが搬出入される。具体的には、図8（c）に示すように、ステ

ージ 2 2 が保持する試料 W（つまり、状態を計測する動作が終了した試料 W）がステージ 2 2 からアンロードされる（つまり、搬出される）。その後、図 8（d）に示すように、ステージ 2 2 に対して、新たな試料 W（つまり、状態を計測する動作が新たに行われる試料 W）がステージ 2 2 にロードされる（つまり、搬入される）。ステージ 2 2 が保持する試料 W が搬出入される期間中は、図 8（c）及び図 8（d）に示すように、ビーム照射装置 1 の状態は、待避状態のまま維持される。その結果、ステージ 2 2 が保持する試料 W が搬出入される期間中は、図 8（c）及び図 8（d）に示すように、ビーム照射装置 1 は、待避部材 2 2 3 との間に真空領域 V S P を形成し続ける。

[0056] その後、ステージ 2 2 が保持する試料 W の搬出入が完了すると、ステージ駆動系 2 3 は、X Y 平面に沿ってステージ 2 2 を移動して、ビーム照射装置 1 の状態を、待避状態から非待避状態へと切り替える。この際も、上述したように、間隔調整系 1 4 及びステージ駆動系 2 3 の少なくとも一方は、真空領域 V S P が適切に維持されるように Z 軸方向におけるステージ 2 2 に対するビーム照射装置 1 の相対位置を調整してもよい。その結果、ビーム照射装置 1 の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる前後において、真空領域 V S P が維持される。つまり、ビーム照射装置 1 は、真空領域 V S P を試料 W 及び待避部材 2 2 3 の少なくとも一方との間に形成し続けたまま、ステージ 2 2 に対して移動する。

[0057] その後、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態へと変わった後に、走査型電子顕微鏡 S E M は、新たな試料 W に電子ビーム E B を照射して新たな試料 W の状態を計測する。つまり、ビーム照射装置 1 は、試料 W との間に形成している真空領域 V S P を介して試料 W に電子ビーム E B を照射する。

[0058] このように、走査型電子顕微鏡 S E M は、真空領域 V S P を維持したまま、ステージ 2 2 が保持する試料 W を搬出入することができる。このため、走査型電子顕微鏡 S E M は、試料 W を搬出入するたびに真空領域 V S P を新たに形成しなくてもよくなる。つまり、走査型電子顕微鏡 S E M は、試料 W を搬出入する前にビーム通過空間 S P b 1 から S P b 3 を一旦大気圧空間に戻

し、試料Wを搬出入した後にビーム通過空間SPb1からSPb3を再度排気して真空空間にしなくてもよくなる。その結果、走査型電子顕微鏡SEMは、試料Wを搬出入するたびに真空領域VSPを新たに形成する必要がある比較例の走査型電子顕微鏡と比較して、真空領域VSPの形成に必要な時間の分だけ、試料Wの計測に要する時間を短くすることができる。つまり、走査型電子顕微鏡SEMのスループットが向上する。

[0059] （２－３）真空領域VSPを形成していなかったビーム照射装置1が真空領域VSPを新たに形成する動作

続いて、図9（a）から図9（d）を参照しながら、ビーム照射装置1が新たに真空領域VSPを形成する場合に待避部材223を用いて真空領域VSPを維持する動作の流れについて説明する。

[0060] 真空領域VSPを新たに形成する動作は、例えば、ステージ22が保持している試料Wの状態の計測を新たに開始する際に行われる。具体的には、真空領域VSPを新たに形成する動作は、例えば、試料Wの状態を計測するために電子ビームEBの照射が開始される前に行われる。

[0061] 本実施形態では、ビーム照射装置1は、待避状態において真空領域VSPを新たに形成する。ビーム照射装置1は、待避部材223と対向した状態において真空領域VSPを新たに形成する。ビーム照射装置1は、待避部材223との間に真空領域VSPを新たに形成する。言い換えれば、ビーム照射装置1は、非待避状態において真空領域VSPを新たに形成しなくてもよい。ビーム照射装置1は、試料Wと対向した状態において真空領域VSPを新たに形成しなくてもよい。ビーム照射装置1は、試料Wとの間に真空領域VSPを新たに形成しなくてもよい。このため、図9（a）に示すようにビーム照射装置1が真空領域VSPの形成を開始する前にビーム照射装置1が非待避状態にある場合には、ステージ駆動系23は、XY平面に沿ってステージ22を移動して、図9（b）に示すように、ビーム照射装置1の状態を、非待避状態から待避状態へと切り替える。一方で、ビーム照射装置1が真空領域VSPの形成を開始する前にビーム照射装置1が既に待避状態にある場

合には、ステージ駆動系 2 3 は、ステージ 2 2 を移動させなくてもよい。

[0062] その後、図 9 (c) に示すように、ビーム照射装置 1 は、真空領域 V S P を新たに形成する。具体的には、間隔調整系 1 4 及びステージ駆動系 2 3 の少なくとも一方を用いて、ビーム照射装置 1 の射出面 1 2 1 L S と待避部材 2 2 3 の上面 E S との間隔 D を所望間隔 D_{target} とする。その後、真空ポンプ 5 1 は、ビーム通過空間 S P b 1 から S P b 3 を排気して減圧する。更に、真空ポンプ 5 2 は、ビーム通過空間 S P b 3 の周囲の空間を排気して減圧する。その結果、ビーム照射装置 1 (特に、差動排気系 1 2) は、差動排気によって待避部材 2 2 3 との間に真空領域 V S P を形成することができる。尚、ビーム照射装置 1 の射出面 1 2 1 L S と待避部材 2 2 3 の上面 E S との間隔 D を所望間隔 D_{target} に設定する動作の前に真空ポンプ 5 1 によるビーム通過空間 S P b 1 から S P b 3 の排気・減圧動作を開始してもよく、これら両動作を並行させてもよい。

[0063] 真空領域 V S P が新たに形成された後、ステージ駆動系 2 3 は、X Y 平面に沿ってステージ 2 2 を移動して、図 9 (d) に示すように、ビーム照射装置 1 の状態を、待避状態から非待避状態へと切り替える。この際、上述したように、間隔調整系 1 4 及びステージ駆動系 2 3 の少なくとも一方は、真空領域 V S P が適切に維持されるように Z 軸方向におけるステージ 2 2 に対するビーム照射装置 1 の相対位置を調整してもよい。その結果、ビーム照射装置 1 の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる前後において、真空領域 V S P が維持される。つまり、ビーム照射装置 1 は、真空領域 V S P を試料 W 及び待避部材 2 2 3 の少なくとも一方との間に形成し続けたまま、ステージ 2 2 に対して移動する。このため、待避部材 2 2 3 に面するように形成された真空領域 V S P は、待避部材 2 2 3 から試料 W へと移動するように、ステージ 2 2 に対して相対的に移動する。

[0064] その後、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態へと変わった後に、走査型電子顕微鏡 S E M は、試料 W に電子ビーム E B を照射して試料 W の状態を計測する。つまり、ビーム照射装置 1 は、試料 W との間に形成している真空領

域V S Pを介して試料Wに電子ビームE Bを照射する。

[0065] このように、走査型電子顕微鏡S E Mは、電子ビーム照射装置1と待避部材2 2 3との間に真空領域V S Pを新たに形成すると共に、当該新たに形成した真空領域V S Pを維持したまま待避部材2 2 3から試料Wへと移動させることができる。つまり、走査型電子顕微鏡S E Mは、試料Wの状態の計測を開始するために真空領域V S Pを新たに形成する際に、電子ビーム照射装置1と待避部材2 2 3との間の空間を、真空領域V S Pを新たに形成するための空間に設定することができる。このため、走査型電子顕微鏡S E Mは、電子ビーム照射装置1と試料Wとの間に真空領域V S Pを新たに形成しなくてもよくなる。つまり、走査型電子顕微鏡S E Mは、電子ビーム照射装置1と試料Wとの間の空間を、真空領域V S Pを新たに形成するための空間に設定しなくてもよくなる。このため、走査型電子顕微鏡S E Mは、真空領域V S Pの新たな形成が試料Wに与える影響を抑制しながら、真空領域V S Pを新たに形成することができる。例えば、ある物体上において真空領域V S Pが新たに形成されると、当該物体に面する空間の圧力が急激に減少していく。このため、物体の温度（特に、物体のうち圧力が減少していく空間に面する部分の温度）が変動する可能性がある。物体の温度の変動は、物体の熱変形につながる可能性がある。物体の熱変形は、物体の状態の計測精度を悪化させる可能性がある。このため、仮に電子ビーム照射装置1と試料Wとの間に真空領域V S Pが新たに形成されると、試料Wが熱変形して試料Wの状態の計測精度が悪化する可能性がある。しかるに、本実施形態では、電子ビーム照射装置1と待避部材2 2 3との間に真空領域V S Pが新たに形成される。このため、真空領域V S Pの新たな形成に起因した試料Wの熱変形が抑制される。このため、走査型電子顕微鏡S E Mは、試料Wの状態を相対的に高い精度で計測することができる。

[0066] 但し、走査型電子顕微鏡S E Mにおいて許容される計測精度によっては、ビーム照射装置1は、待避状態において真空領域V S Pを新たに形成してもよい。ビーム照射装置1は、試料Wと対向した状態において真空領域V S P

を新たに形成してもよい。ビーム照射装置 1 は、試料 W との間に真空領域 V S P を新たに形成してもよい。

[0067] (3) 変形例

続いて、走査型電子顕微鏡 S E M の変形例について説明する。

[0068] (3-1) 第 1 変形例

はじめに、第 1 変形例における走査型電子顕微鏡 S E M a について説明する。走査型電子顕微鏡 S E M a は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M と比較して、ステージ 2 2 に代えてステージ 2 2 a を備えているという点において異なっている。走査型電子顕微鏡 S E M a のその他の構造は、走査型電子顕微鏡 S E M と同一であってもよい。このため、以下では、図 1 0 を参照しながら、第 1 変形例のステージ 2 2 a について説明する。図 1 0 は、第 1 変形例のステージ 2 2 a の構造を示す断面図である。

[0069] 図 1 0 に示すように、ステージ 2 2 a は、上述したステージ 2 2 と比較して、待避部材 2 2 3 の上面 E S の少なくとも一部に、少なくとも一つのマーク領域 M A が形成されているという点で異なる。ステージ 2 2 a のその他の構造は、ステージ 2 2 と同一であってもよい。

[0070] マーク領域 M A には、少なくとも一つのマーク M が形成されている。マーク M は、例えば、図 1 1 (a) に示すように、X 軸方向に沿って延びる長手形状のラインマーク M X が、Y 軸方向に沿って所望のピッチ ΛX で並ぶように形成された格子マーク M 1 を含んでいてもよい。マーク M は、例えば、図 1 1 (b) に示すように、Y 軸方向に沿って延びる長手形状のラインマーク M Y が、X 軸方向に沿って所望のピッチ ΛY で並ぶように形成された格子マーク M 2 を含んでいてもよい。マーク M は、例えば、図 1 1 (c) に示すように、X 軸方向及び Y 軸方向の双方に交差する第 1 方向に沿って延びる長手形状のラインマーク M L が、第 1 方向に交差する第 2 方向に沿って所望のピッチ ΛL で並ぶように形成された格子マーク M 3 を含んでいてもよい。もちろん、マーク M は、図 1 1 (a) から図 1 1 (c) に示すマークとは異なるマークを含んでいてもよい。

[0071] マークMは、走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態を設定する（言い換えれば、校正する、キャリブレーションする又は調整する）ために用いられる。そのため、待避部材223を基準板と称してもよい。具体的には、ビーム照射装置1は、真空領域VSPを介してマークMに対して電子ビームEBを照射する。更に、ビーム照射装置1は、電子検出器116を用いて、マークMに対する電子ビームEBの照射によって生じた電子（例えば、反射電子及び散乱電子の少なくとも一方）を検出する。制御装置4は、電子検出器116の検出結果に基づいて、走査型電子顕微鏡SEM aの特性を特定する。制御装置4は、特定した走査型電子顕微鏡SEM aの特性に基づいて、走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態を設定する。例えば、制御装置4は、電子検出器116の検出結果に基づいて、ビーム照射装置1が照射する電子ビームEBの特性（例えば、強度、スポット径及びフォーカス位置の少なくとも一つ）を特定し、特定した電子ビームEBの状態に基づいて、適切な特性の電子ビームEBを照射するようにビーム照射装置1の動作状態を設定してもよい。例えば、制御装置4は、電子検出器116の検出結果に基づいて、ビーム照射装置1とステージ22aとの相対位置を特定し、特定した相対位置に基づいてビーム照射装置1とステージ22aとの位置合わせを行ってもよい。例えば、制御装置4は、電子検出器116の検出結果に基づいて、ビーム照射装置1が形成している真空領域VSPの特性（例えば、真空度及び形成位置の少なくとも一つ）を特定し、特定した真空領域VSPの状態に基づいて、適切な特性の真空領域VSPを形成するように真空領域VSPの形成に関連する装置（例えば、ビーム照射装置1、間隔調整系14、ステージ駆動系23及びポンプ系5の少なくとも一つ）の動作状態を設定してもよい。

[0072] マークMが待避部材223に形成されているがゆえに、走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態を設定するために、走査型電子顕微鏡SEM aは、待避状態にあるビーム照射装置1を用いてマークMに電子ビームEBを照射する。つまり、ビーム照射装置1は、待避状態においてマークMに電子ビームEBを照射する。ビーム照射装置1は、待避部材223と対向した状態におい

てマークMに電子ビームEBを照射する。ビーム照射装置1は、待避部材223との間に真空領域VSPが形成された状態においてマークMに電子ビームEBを照射する。このため、図12(a)に示すように走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態の設定が開始される前にビーム照射装置1が非待避状態にある場合には、ステージ駆動系23は、XY平面に沿ってステージ22を移動して、図12(b)に示すように、ビーム照射装置1の状態を、非待避状態から待避状態へと切り替える。この際、ビーム照射装置1が試料Wとの間に真空領域VSPを既に形成している場合には、上述したように、間隔調整系14及びステージ駆動系23の少なくとも一方は、真空領域VSPが適切に維持されるようにZ軸方向におけるステージ22aに対するビーム照射装置1の相対位置を調整してもよい。その結果、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる前後において、真空領域VSPが維持される。つまり、ビーム照射装置1は、真空領域VSPを試料W及び待避部材223の少なくとも一方との間に形成し続けたまま、ステージ22aに対して移動する。一方で、走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態の設定が開始される前にビーム照射装置1が既に待避状態にある場合には、ステージ駆動系23は、ステージ22aを移動させなくてもよい。

[0073] その後、図12(c)に示すように、マーク領域MAに対して電子ビームEBを照射可能な位置にビーム照射装置1が位置した後に、ビーム照射装置1は、マーク領域MAに電子ビームEBを照射する。つまり、ビーム照射装置1は、マーク領域MAに形成されたマークMに電子ビームEBを照射する。この際、ビーム照射装置1は、マーク領域MAに面する真空領域VSPを介してマークMに電子ビームEBを照射する。その後、制御装置4は、電子検出器116の検出結果に基づいて、走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態を設定する。走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態が設定される設定期間中は、図12(c)に示すように、ビーム照射装置1の状態は、待避状態のまま維持される。その結果、設定間中は、図12(c)に示すように、ビーム照射装置1は、待避部材223との間に（特に、マーク領域MAとの間に）

真空領域V S Pを形成し続ける。但し、マークMに電子ビームE Bが照射されるビーム照射期間以外の期間中は、ビーム照射装置1は、必ずしも待避部材2 2 3（特に、マーク領域M A）に対向していなくてもよい。例えば、マークMに対する電子ビームE Bの照射によって生じた電子の電子検出器1 1 6による検出がビーム照射期間中に完了していれば、電子検出器1 1 6の検出結果に基づいて制御装置4が走査型電子顕微鏡S E M aの動作状態を実際に設定する期間中は、ビーム照射装置1は、待避部材2 2 3に対向していなくてもよい。このため、設定期間のうちのビーム照射期間中は、ビーム照射装置1の状態が待避状態のまま維持される一方で、設定期間のうちのビーム照射期間以外の期間の少なくとも一部において、ビーム照射装置1の状態が非待避状態となってもよい。

[0074] その後、走査型電子顕微鏡S E M aの動作状態の設定が完了した後（或いは、マークMへの電子ビームE Bの照射が完了した後）、ステージ駆動系2 3は、X Y平面に沿ってステージ2 2 aを移動して、図1 2（d）に示すように、ビーム照射装置1の状態を、待避状態から非待避状態へと切り替える。この際、上述したように、間隔調整系1 4及びステージ駆動系2 3の少なくとも一方は、真空領域V S Pが適切に維持されるようにZ軸方向におけるステージ2 2 aに対するビーム照射装置1の相対位置を調整してもよい。その結果、ビーム照射装置1の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる前後において、真空領域V S Pが維持される。つまり、ビーム照射装置1は、真空領域V S Pを試料W及び待避部材2 2 3の少なくとも一方との間に形成し続けたまま、ステージ2 2 aに対して移動する。このため、待避部材2 2 3に面するように形成された真空領域V S Pは、待避部材2 2 3から試料Wへと移動するように、ステージ2 2 aに対して相対的に移動する。

[0075] その後、ビーム照射装置1の状態が非待避状態へと変わった後に、走査型電子顕微鏡S E M aは、試料Wに電子ビームE Bを照射して試料Wの状態を計測する。つまり、ビーム照射装置1は、試料Wとの間に形成している真空領域V S Pを介して試料Wに電子ビームE Bを照射する。この際、走査型電

子顕微鏡SEM aの動作状態が既に設定済みであるため、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料Wの状態をより適切に計測することができる。

[0076] このように、走査型電子顕微鏡SEM aは、真空領域VSPを維持したまま、走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態を設定することができる。このため、走査型電子顕微鏡SEM aは、走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態を設定するたびに真空領域VSPを新たに形成しなくてもよくなる。つまり、走査型電子顕微鏡SEM aは、走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態を設定する前にビーム通過空間SP b 1からSP b 3を一旦大気圧空間に戻してビーム照射装置1をマーク領域MAに移動させ、その後マーク領域MAに電子ビームEBを照射する前にビーム通過空間SP b 1からSP b 3を再度排気して真空空間にしなくてもよくなる。その結果、走査型電子顕微鏡SEM aは、走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態を設定するたびに真空領域VSPを新たに形成する必要がある比較例の走査型電子顕微鏡と比較して、真空領域VSPの形成に必要な時間の分だけ、走査型電子顕微鏡SEM aの動作状態の設定に要する時間を短くすることができる。つまり、走査型電子顕微鏡SEM aのスループットが向上する。

[0077] 尚、マークMは待避部材223と異なる部材に形成されていてもよい。例えば、外周部材222の上面OSにマークMが設けられていてもよい。また、待避部材223の上面ESを位置計測装置15の基準面として用いてもよい。

[0078] (3-2) 第2変形例

続いて、第2変形例における走査型電子顕微鏡SEM bについて説明する。走査型電子顕微鏡SEM bは、上述した走査型電子顕微鏡SEMと比較して、ステージ22に代えてステージ22bを備えているという点において異なっている。走査型電子顕微鏡SEM bのその他の構造は、走査型電子顕微鏡SEMと同一であってもよい。このため、以下では、図13(a)及び図13(b)を参照しながら、第2変形例のステージ22bについて説明する。図13(a)は、第2変形例のステージ22bの構造を示す断面図であり

、図13(b)は、第2変形例のステージ22bの構造を示す平面図である。

[0079] 図13(a)及び図13(b)に示すように、ステージ22bは、上述したステージ22と比較して、保持部材221の保持面HSに排気口2231bが形成されているという点で異なる。ステージ22bのその他の構造は、ステージ22と同一であってもよい。

[0080] 排気口2231bは、保持部材221の保持面HSの外縁付近に形成されている。具体的には、上述したように、XY平面に沿った方向において、保持面HSのサイズ（例えば、径）は、試料Wのサイズ（例えば、径）よりも大きい。このため、保持部材221が試料Wを保持すると、保持面HSの外縁付近において、試料Wと外周部材222とが密着することはない。つまり、保持部材221は、試料Wと外周部材222との間に（つまり、試料Wの表面WSuと外周部材222の上面OSとの間に）空間を確保した状態で試料Wを保持する。排気口2231bは、試料Wと外周部材222との間の空間のうち、試料Wと待避部材223との間の空間（間隙又は空隙と称してもよい）SPgの少なくとも一部に面するように形成される。保持面HSのうち空間SPgに面する部分は、試料Wを実際に保持することはない。このため、排気口2231bは、保持面HSのうち試料Wを実際に保持しない部分の少なくとも一部（つまり、空間SPgに面する部分）に形成される。上述したように待避部材223がXY平面に沿った一方向において保持部材221に隣接することから、排気口2231bは、保持面HSのうち待避部材223が存在する一方向の外縁付近に形成される。

[0081] 排気口2231bは、保持面HSにおいて離散的な配列パターンで離散的に配列するように、複数形成される。具体的には、排気口2231bは、保持面HSにおいて、空間SPgの分布パターンに従った配列パターンで配列するように、複数形成される。図13(b)に示す例では、平面視において円形の形状を有する試料Wと円形の収容空間SPwを規定する待避部材223との間の空間SPgが平面視において円周状に分布しているため、排気口

2 2 3 1 bは、この円周に沿った離散的な配列パターンで配列するように、複数形成されている。複数の排気口 2 2 3 1 bの円周に沿った間隔は等間隔であってもよいし、不等間隔であってもよい。但し、複数の排気口 2 2 3 1 bが形成されていなくてもよい。例えば、単一の排気口 2 2 3 1 bが形成されていてもよい。例えば、排気口 2 2 3 1 bは、保持面 H Sにおいて連続的な分布パターンで連続的に分布するように形成されていてもよい。例えば、排気口 2 2 3 1 bは、保持面 H Sにおいて連続的に分布する排気溝として形成されていてもよい。一例として、排気口 2 2 3 1 bは環状であってもよい。

[0082] 排気口 2 2 3 1 bには、配管 2 2 3 2 bを介して、ポンプ系 5 が備える真空ポンプ 5 3 が連結されている。但し、排気口 2 2 3 1 bには、配管 2 2 3 2 bを介して、ポンプ系 5 が備える真空ポンプ 5 1 及び 5 2 の少なくとも一方が連結されていてもよい。真空ポンプ 5 3 は、空間 S P g を排気して減圧可能である。尚、真空ポンプ 5 3（或いは真空ポンプ 5 1 及び 5 2 の少なくとも一方）を排気装置と称してもよい。

[0083] 真空ポンプ 5 3 は、ビーム照射装置 1 の状態が待避状態から非待避状態へと又は非待避状態から待避状態へと切り替えられる期間の少なくとも一部において、空間 S P g を排気する。特に、図 1 4 に示すように、真空ポンプ 5 3 は、ビーム照射装置 1 の状態が中間状態にある期間の少なくとも一部において、空間 S P g を排気する。具体的には、図 1 4 に示すように、真空ポンプ 5 3 は、ビーム照射装置 1 が試料 W と待避部材 2 2 3 との境界に面する（つまり、空間 S P g に面する）真空領域 V S P を形成する期間の少なくとも一部において、空間 S P g を排気する。つまり、真空ポンプ 5 3 は、試料 W と待避部材 2 2 3 との境界（つまり、空間 S P g）と真空領域 V S P の少なくとも一部とが Z 軸方向において重なる期間の少なくとも一部において、空間 S P g を排気する。

[0084] このとき、真空ポンプ 5 3 は、空間 S P g のうち少なくとも真空領域 V S P に面する又は近傍に位置する少なくとも一部の空間部分を排気する一方で

、空間SPgのうち少なくとも真空領域VSPに面していない又は離れている少なくとも他の一部の空間部分を排気しなくてもよい。この場合、例えば、走査型電子顕微鏡SEMは、複数の排気口2231bに夫々対応するように配管2232bに配置された不図示のバルブを制御して、空間SPgのうち少なくとも真空領域VSPに面する又は近傍に位置する少なくとも一部の空間部分に面する排気口2231bを真空ポンプ53に連通する一方で、空間SPgのうち少なくとも真空領域VSPに面していない又は離れている少なくとも他の一部の空間部分に面する排気口2231bを真空ポンプ53から遮断してもよい。つまり、複数の排気口2231bのうち試料Wの表面WSuに沿った方向において真空領域VSPが形成されている範囲内に位置する一の排気口2231bが空間SPgを排気する一方で、複数の排気口2231bのうち試料Wの表面WSuに沿った方向において真空領域VSPが形成されている範囲内に位置しない他の排気口2231bが空間SPgを排気しなくてもよい。この場合、典型的には、試料Wの表面WSuに沿った方向において、空間SPgを排気する一の排気口2231bは、空間SPgを排気しない他の排気口2231bよりも真空領域VSPに近い位置に位置する。

[0085] その結果、ビーム照射装置1が中間状態にある場合において、真空領域VSPがより一層適切に維持される。というのも、仮に排気口2231bが形成されていなければ、ビーム照射装置1が中間状態にある場合において、空間SPgに面する真空領域VSPに対して、空間SPgを介して気体が流入する可能性がある。特に、空間SPgが大きくなるほど（例えば、試料Wと待避部材223との間の距離が大きくなるほど）、真空領域VSPに対して、空間SPgを介して気体が流入する可能性が大きくなる。その結果、真空領域VSPの真空度が低下する可能性がある。しかるに、第2変形例では、空間SPgが排気されて減圧されるため、真空領域VSPに対して、空間SPgを介して気体が流入する可能性が相対的に小さくなる。このため、空間SPgを介した気体の流入に起因した真空領域SPの真空度の低下が適切に

抑制される。

[0086] 尚、真空ポンプ53は、ビーム照射装置1の状態が切り替えられない状態、典型的にはビーム照射装置1が待避状態或いはビーム照射装置1が非待避状態である期間の少なくとも一部において、空間SPgを排気してもよい。ここで、真空ポンプ53は、走査型電子顕微鏡SEMの稼働期間の全てにおいて空間SPgを排気してもよい。また、真空ポンプ53は、走査型電子顕微鏡SEMの稼働期間において、試料Wを搬出入する期間を除いて、空間SPgを排気してもよい。

[0087] 尚、上述した説明では、排気口2231bが保持部材221の保持面HSに形成されている。しかしながら、排気口2231bは、空間SPgを排気可能な任意の位置に形成されていてもよい。排気口2231bは、空間SPgに面する任意の位置に形成されていてもよい。例えば、図15に示すように、排気口2231bは、待避部材223の内面（つまり、空間SPgに面する面）に形成されていてもよい。

[0088] また、上述した説明では、排気口2231bは、試料Wと外周部材222との間の空間のうち、試料Wと待避部材223との間の空間SPgの少なくとも一部に面するように形成されている。しかしながら、図16に示すように、排気口2231bは、試料Wと外周部材222との間の空間のうち、試料Wと待避部材223との間の空間SPg以外の他の空間SPg'の少なくとも一部に面するように形成されていてもよい。この場合、真空ポンプ53は、ビーム照射装置1の状態が待避状態から非待避状態へと又は非待避状態から待避状態へと切り替えられる期間とは異なる期間の少なくとも一部において、空間SPgを排気してもよい。例えば、真空ポンプ53は、ビーム照射装置1が試料Wと外周部材222との境界に面する真空領域VSPを形成する期間の少なくとも一部において、試料Wと外周部材222との間の空間（特に、試料Wと外周部材222との間の空間のうち、真空領域VSPの少なくとも一部とZ軸方向において重なる空間部分）を排気してもよい。更に、この場合、外周部材222は、待避部材223を備えていなくてもよい。

外周部材 2 2 2 が待避部材 2 2 3 を備えていない場合には、上述した待避部材 2 2 3 を利用した動作が行われなくてもよい。

[0089] (3-3) 第3変形例

続いて、第3変形例における走査型電子顕微鏡 S E M c について説明する。走査型電子顕微鏡 S E M c は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M と比較して、ステージ 2 2 による試料 W の保持方法が異なるという点において異なっている。走査型電子顕微鏡 S E M c のその他の構造は、走査型電子顕微鏡 S E M と同一であってもよい。このため、以下では、図 1 7 (a) 及び図 1 7 (b) を参照しながら、第3変形例におけるステージ 2 2 による試料 W の保持方法について説明する。図 1 7 (a) は、第3変形例においてステージ 2 2 に保持される試料 W を示す断面図であり、図 1 7 (b) は、第3変形例においてステージ 2 2 に保持される試料 W を示す平面図である。

[0090] 図 1 7 (a) 及び図 1 7 (b) に示すように、第3変形例では、ステージ 2 2 は、試料 W と待避部材 2 2 3 との間の間隔 G 1 が、試料 W と外周部材 2 2 2 のうちの待避部材 2 2 3 以外の部分との間の間隔 G 2 とが異なるように、試料 W を保持する。つまり、ステージ 2 2 は、保持面 H S と試料 W とが同心となるように試料 W を保持することに代えて、保持面 H S に対して試料 W が偏って分布するように試料 W を保持する。図 1 7 (a) 及び図 1 7 (b) に示す例では、ステージ 2 2 は、試料 W と待避部材 2 2 3 との間の間隔 G 1 が、試料 W と外周部材 2 2 2 のうちの待避部材 2 2 3 とは逆側に位置する部分との間の間隔 G 2 よりも小さくなるように、試料 W を保持している。

[0091] このようにステージ 2 2 が試料 W を保持すると、保持面 H S と試料 W とが同心となるようにステージ 2 2 が試料 W を保持する場合と比較して、試料 W と待避部材 2 2 3 との間の空間 S P g が小さくなる可能性が相対的に高くなる。空間 S P g が小さくなると、真空領域 V S P に対して空間 S P g を介して気体が流入する可能性が小さくなる。このため、空間 S P g を介した気体の流入に起因した真空領域 S P の真空度の低下が適切に抑制される。

[0092] 尚、保持面 H S の形状は試料 W と異なってもよい。

[0093] (3-4) 第4変形例

続いて、第4変形例における走査型電子顕微鏡SEMdについて説明する。走査型電子顕微鏡SEMdは、上述した走査型電子顕微鏡SEMと比較して、ビーム照射装置1に代えて、ビーム照射装置1dを備えているという点において異なっている。走査型電子顕微鏡SEMdのその他の構造は、走査型電子顕微鏡SEMと同一であってもよい。このため、以下では、図18から図19を参照しながら、第4変形例のビーム照射装置1dについて説明する。図18及び図19の夫々は、第4変形例のビーム照射装置1dの構造を示す断面図である。

[0094] 図18及び図19に示すように、ビーム照射装置1dは、上述したビーム照射装置1と比較して、ビーム照射空間SPb1内において電子ビームEBの経路に挿脱可能な遮断部材151d及び152dを備えているという点で異なる。ビーム照射装置1dのその他の構造は、ビーム照射装置1と同一であってもよい。

[0095] 遮断部材151d及び152dの夫々は、電子ビームEBを遮断可能な（つまり、通過させない）部材である。遮断部材151dは、電子銃113と、電磁レンズ114、対物レンズ115及び電子検出器116との間において電子ビームEBを遮断可能となるような位置に配置されている。遮断部材152dは、電磁レンズ114、対物レンズ115及び電子検出器116と、射出口119との間において電子ビームEBを遮断可能となるような位置に配置されている。但し、遮断部材151d及び152dの夫々は、電子ビームEBを遮断可能な任意の位置に配置されていてもよい。

[0096] 遮断部材151d及び152dの夫々の状態は、制御装置4の制御下で、電子ビームEBの経路に挿入されている状態と、電子ビームEBの経路に挿入されていない状態との間で切替可能である。具体的には、例えば、制御装置4は、ビーム照射装置1が電子ビームEBを照射するべきタイミングで、図18に示すように、遮断部材151d及び152dの夫々の状態が、電子ビームEBの経路に挿入されていない状態となるように、遮断部材151d

及び152dを制御する（例えば、移動可能な不図示の駆動系を制御する）。その結果、真空空間であるビーム通過空間SPb1からSPb3を介して電子ビームEBが試料W（或いは、上述した待避部材223のマーク領域MA）に照射される。一方で、例えば、制御装置4は、ビーム照射装置1が電子ビームEBを照射するべきでないタイミングで、図19に示すように、遮断部材151d及び152dの夫々の状態が、電子ビームEBの経路に挿入されている状態となるように、遮断部材151d及び152dを制御する。その結果、ビーム通過空間SPb1からSPb3を介して電子ビームEBが試料Wに照射されなくなる。

[0097] ビーム照射装置1が電子ビームEBを照射するべきタイミングの一例として、例えば、走査型電子顕微鏡SEMdが試料Wの状態を計測するタイミング、ビーム照射装置1が試料Wに対向しているタイミング（つまり、ビーム照射装置1が非待避状態にあるタイミング）、及び、待避状態にあるビーム照射装置1が待避部材223のマーク領域MAに対向しているタイミングがあげられる。一方で、ビーム照射装置1が電子ビームEBを照射するべきでないタイミングの一例として、例えば、走査型電子顕微鏡SEMdが試料Wの状態を計測しないタイミング、ビーム照射装置1が試料Wに対向していないタイミング、ビーム照射装置1が待避部材223のマーク領域MAに対向していないタイミング、及び、ビーム照射装置1が待避状態にあるタイミングがあげられる。

[0098] このように、第4変形例の走査型電子顕微鏡SEMdは、電子銃113を停止することなく、ビーム照射装置1の状態を、電子ビームEBを照射する状態と、電子ビームEBを照射しない状態との間で切り替えることができる。

[0099] 尚、制御装置4は、遮断部材151d及び152dのいずれか一方の状態が、電子ビームEBの経路に挿入されていない状態となる一方で、遮断部材151d及び152dのいずれか他方の状態が、電子ビームEBの経路に挿入されている状態となるように、遮断部材151d及び152dを制御して

もよい。例えば、ビーム照射装置 1 が試料 W 及び待避部材 2 2 3 の双方に対向していない場合には、ビーム照射装置 1 が近い将来に電子ビーム E B の照射を開始する可能性は相対的に小さい。従って、この場合には、制御装置 4 は、遮断部材 1 5 1 d 及び 1 5 2 d の双方の状態が、電子ビーム E B の経路に挿入されている態となるように、遮断部材 1 5 1 d 及び 1 5 2 d を制御してもよい。一方で、例えば、ビーム照射装置 1 が待避部材 2 2 3 に対向している場合（その結果、例えば、上述したように、ステージ 2 2 が保持する試料 W が搬出入されている又は走査型電子顕微鏡 S E M の動作状態が設定されている場合）には、ビーム照射装置 1 が近い将来に電子ビーム E B の照射を開始する可能性は相対的に大きい。但し、ビーム照射装置 1 が待避部材 2 2 3 に対向している場合には、ビーム照射装置 1 は、電子ビーム E B を照射すべきではない。従って、この場合には、制御装置 4 は、遮断部材 1 5 1 d の状態が、電子ビーム E B の経路に挿入されていない状態となる一方で、遮断部材 1 5 2 d の状態が、電子ビーム E B の経路に挿入されている状態となるように、遮断部材 1 5 1 d 及び 1 5 2 d を制御してもよい。その結果、電子銃 1 1 3 から放出された電子ビーム E B が遮断部材 1 5 2 d によって遮断されるがゆえに、ビーム照射装置 1 がビーム照射装置 1 の外部に電子ビーム E B を照射することはない。その一方で、遮断部材 1 5 1 d の状態が、電子ビーム E B の経路に挿入されていない状態となっているため、電子ビーム E B の照射を開始するためには遮断部材 1 5 2 d が制御されれば十分である。このため、ビーム照射装置 1 が電子ビーム E B を照射すべきでないタイミングで遮断部材 1 5 1 d 及び 1 5 2 d の双方が電子ビーム E B の経路に挿入されている場合と比較して、電子ビーム E B の照射を相対的に迅速に開始することができる。

[0100] 尚、走査型電子顕微鏡 S E M d は、ビーム照射装置 1 が電子ビーム E B を照射すべきでないタイミングで、遮断部材 1 5 1 d 及び 1 5 2 d を制御することに加えて又は代えて、電子銃 1 1 3 を停止してもよい。この場合であっても、ビーム照射装置 1 がビーム照射装置 1 の外部に電子ビーム E B を照

射することはない。或いは、走査型電子顕微鏡SEMdは、遮断部材151d及び152dを制御することに加えて又は代えて、電子ビームEBを捕捉可能な捕捉装置を用いて、ビーム照射装置1の外部への電子ビームEBの照射を停止してもよい。このような捕捉装置の一例として、いわゆるファラデーカップがあげられる。これらの場合には、走査型電子顕微鏡SEMdは、遮断部材151d及び152dを備えていなくてもよい。

[0101] 遮断部材151d及び152dは、電子ビームEBの経路に挿入されている状態において、ビーム通過空間SPb1のうち遮断部材151d及び152dの少なくとも一方と筐体111とによって囲まれた空間部分を密閉可能な部材であってもよい。この場合には、遮断部材151d及び152dによって、ビーム通過空間SPb1のうちの少なくとも一部の空間部分の真空度が維持される。図19に示す例では、遮断部材151dは、電子ビームEBの経路に挿入されている状態において、ビーム通過空間SPb1のうち遮断部材151dよりも上方の空間部分（具体的には、電子銃113に面した空間部分）を密閉可能な部材である。更に、遮断部材151dは、電子ビームEBの経路に挿入されている状態において、ビーム通過空間SPb1のうち遮断部材151dよりも下方であって且つ遮断部材152dよりも上方の空間部分（具体的には、電磁レンズ114、対物レンズ115及び電子検出器116に面した空間部分）を密閉可能な部材である。その結果、遮断部材151d及び152dは、電子ビームEBの経路に挿入されている状態において、真空ポンプ51及び52による排気を一時的に中断しても、ビーム通過空間SPb1のうちの少なくとも一部の空間部分の真空度が適切に維持される。更には、真空ポンプ51及び52による排気が再開されてからビーム通過空間SPb1の減圧が完了するまでに要する時間もまた短縮可能となる。

[0102] 尚、遮断部材151d及び152dの少なくとも一方は、電子ビームEBの経路に挿入されている状態において、ビーム通過空間SPb1のうち遮断部材151d及び152dの少なくとも一方と筐体111とによって囲まれた空間部分を密閉可能な部材である一方で、電子ビームEBを遮断しない部

材であってもよい。つまり、遮断部材 1 5 1 d 及び 1 5 2 d の少なくとも一方は、電子ビーム E B が通過可能な部材であってもよい。

[0103] (3-5) 第5変形例

続いて、第5変形例における走査型電子顕微鏡 S E M e について説明する。走査型電子顕微鏡 S E M e は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M と比較して、ビーム照射装置 1 に代えて、ビーム照射装置 1 e を備えているという点において異なっている。走査型電子顕微鏡 S E M e のその他の構造は、走査型電子顕微鏡 S E M と同一であってもよい。このため、以下では、図 20 を参照しながら、第5変形例のビーム照射装置 1 e について説明する。図 20 は、第5変形例のビーム照射装置 1 e の構造を示す断面図である。

[0104] 図 20 に示すように、ビーム照射装置 1 e は、上述したビーム照射装置 1 と比較して、真空形成部材 1 2 1 の射出面 1 2 1 L S に、気体供給孔 1 2 6 e が形成されているという点において異なっている。ビーム照射装置 1 e のその他の構造は、ビーム照射装置 1 と同一であってもよい。

[0105] 気体供給孔 1 2 6 e は、ビーム射出口 1 2 3 2 及び排気溝 1 2 4 を取り囲むように形成される。気体供給孔 1 2 6 e は、射出面 1 2 1 L S において離散的な配列パターンで離散的に配列するように、複数形成されてもよい。例えば、気体供給孔 1 2 6 e は、射出面 1 2 1 L S において環状に配列するように、複数形成されてもよい。或いは、気体供給孔 1 2 6 e は、射出面 1 2 1 L S において連続的な分布パターンで連続的に分布するように形成されていてもよい。例えば、環状の気体供給孔 1 2 6 e が、射出面 1 2 1 L S に形成されてもよい。

[0106] 気体供給孔 1 2 6 e には、気体供給孔 1 2 6 e に連通するように真空形成部材 1 2 1 (更には、必要に応じて側壁部材 1 2 2) に形成される配管 1 2 7 e を介して気体供給装置が連結されている。気体供給装置は、配管 1 2 7 e を介して気体供給孔 1 2 6 e に気体を供給する。気体は、例えば C D A (C l e a n D r y A i r : クリーンドライエアー)、或いは、不活性ガスであってもよい。不活性ガスの一例として、窒素ガス及びアルゴンガスの

少なくとも一方があげられる。気体供給孔 1 2 6 e は、気体供給装置から供給された気体を、ビーム通過空間 S P b 3 の周囲の空間（つまり、真空領域 V S P の周囲の空間）に向けて供給（例えば、噴出）する。ビーム通過空間 S P b 3 の周囲の空間に向けて供給された気体は、ビーム通過空間 S P b 3 への不要物質の進入を防止するエアカーテンとして機能する。その結果、ビーム通過空間 S P b 3 の外部からビーム通過空間 S P b 3 の内部へと進入した不要物質によって電子ビーム E B の適切な照射が妨げられにくくなる。このため、ビーム照射装置 1 e は、電子ビーム E B を試料 W に適切に照射することができる。尚、不要物質は、電子ビーム E B の適切な照射を妨げる物質である。不要物質の一例として、例えば、水蒸気（つまり、気体状の水分子）及びレジスト由来のアウトガスがあげられる。

[0107] 尚、気体供給孔 1 2 6 e の Z 軸方向に沿った位置は、ビーム射出口 1 2 3 2 及び排気溝 1 2 4 の少なくとも一方の Z 軸方向に沿った位置よりも、試料 W から遠ざかる側（+ Z 方向側）であってもよい。

[0108] 上述した説明では、走査型電子顕微鏡 S E M は、電子ビーム照射装置 1 と待避部材 2 2 3 との間に真空領域 V S P を新たに形成すると共に、当該新たに形成した真空領域 V S P を維持したまま待避部材 2 2 3 から試料 W へと移動させることにより、電子ビーム照射装置 1 と試料 W との間に真空領域 V S P を新たに形成することに起因した試料 W の温度変化及び試料 W の熱変形を抑制した。しかしながら、第 5 変形例においては、真空領域 V S P を新たに形成することに起因した試料 W の温度変化を予測して、当該温度変化を補償するように、気体供給孔 1 2 6 e を介して供給する気体の温度を調整しながら、試料 W と対向した状態において真空領域 V S P を新たに形成してもよい。この場合、試料 W と対向した状態において真空領域 V S P を新たに形成しても、真空領域 V S P の形成に伴う試料 W の温度変化を打ち消すように調整された気体が供給されるので、試料 W の熱変形を抑制することができる。

[0109] （3－6）第 6 変形例

続いて、第 6 変形例における走査型電子顕微鏡 S E M f について説明する

。走査型電子顕微鏡SEM fは、上述した走査型電子顕微鏡SEMと比較して、ステージ22に代えてステージ22 fを備えているという点において異なっている。走査型電子顕微鏡SEM fのその他の構造は、走査型電子顕微鏡SEMと同一であってもよい。このため、以下では、図21を参照しながら、第6変形例のステージ22 fについて説明する。図21は、第6変形例のステージ22 fの構造を示す断面図である。

[0110] 図21に示すように、ステージ22 fは、上述したステージ22と比較して、外周部材222に代えて外周部材222 fとを備えているという点で異なる。ステージ22 fのその他の構造は、ステージ22のその他の構造と同一であってもよい。外周部材222 fは、外周部材222 fの上面OSが、保持部材221の保持面HSよりも、試料Wの厚み（つまり、Z軸方向の長さ）Whの規格値の範囲に応じて定まる所定量Wh__set 1だけ上方に位置するという点で、外周部材222の上面OSが、保持部材221の保持面HSよりも試料Wの厚みWhだけ上方に位置する上述した外周部材222とは異なる。但し、所定量Wh__set 1が試料Wの厚みWhと一致する場合には、外周部材222 fの上面OSと保持面HSとの位置関係は、外周部材222の上面OSと保持面HSとの位置関係と一致する。外周部材222 fのその他の構造は、外周部材222のその他の構造と同一であってもよい。尚、試料Wの厚みWhの規格値の範囲は、試料Wの厚みWhの公差、誤差の範囲と称してもよい。

[0111] 所定量Wh__set 1は、規格上許容される試料Wの厚みWhの下限值Wh__min以下となる任意の値であってもよい。例えば、試料Wが、直径が300ミリメートルとなる半導体基板（例えば、シリコンウェハ）である場合には、試料Wの厚みWhは、750マイクロメートルから800マイクロメートルの範囲に収まるように、JEIDA（Japan Electronics and Information Technology Industries Association）規格又はSEMI（Semiconductor Equipment and Material I

nternational)) 規格によって定められている。この場合、下限値 Wh_min は、750 マイクロメートルとなる。従って、外周部材 222f の上面 OS は、保持部材 221 の保持面 HS よりも、750 マイクロメートル以下となる所定量 Wh_set1 だけ上方に位置する。

[0112] このように規格上許容される試料 W の厚み Wh の下限値 Wh_min 以下となる所定量 Wh_set1 を用いて外周部材 222f の上面 OSf が保持部材 221 の保持面 HS に対して位置合わせされると、図 22 に示すように、ステージ 22f の移動に伴ってビーム照射装置 1 が試料 W に対して移動する（特に、XY 平面に沿った方向に沿って移動する）場合において、ビーム照射装置 1 と外周部材 222f との衝突が防止可能となる。特に、どのような試料 W がステージ 22f に保持されたとしても、その試料 W が規格に合致したものである限りは、外周部材 222f の上面 OS が試料 W の表面 WS よりも下方に位置することになる。このため、外周部材 222f の上面 OS が試料 W の表面 WS よりも上方に位置する場合と比較して、ビーム照射装置 1 と側壁部材 222f とが衝突する可能性が小さくなる。従って、どのような試料 W がステージ 22f に保持されたとしても、その試料 W が規格に合致したものである限りは、ビーム照射装置 1 と外周部材 222f との衝突が防止可能となる。従って、第 6 変形例の走査型電子顕微鏡 SEMf は、上述した走査型電子顕微鏡 SEM が享受可能な効果と同様の効果を享受しつつも、ビーム照射装置 1 とステージ 22f との衝突（特に、外周部材 222f との衝突）を適切に防止することができる。

[0113] 尚、第 6 変形例では、外周部材 222f は、上述した外周部材 222 が備えている待避部材 223 を備えていてもよいし、備えていなくてもよい。外周部材 222f が待避部材 223 を備えていない場合には、上述した待避部材 223 を利用した動作が行われなくてもよい。

[0114] (3-7) 第 7 変形例

続いて、第 7 変形例における走査型電子顕微鏡 SEMg について説明する。走査型電子顕微鏡 SEMg は、上述した走査型電子顕微鏡 SEM と比較し

て、ステージ 2 2 に代えてステージ 2 2 g を備えているという点で異なっている。走査型電子顕微鏡 S E M g のその他の構造は、走査型電子顕微鏡 S E M と同一であってもよい。このため、以下では、図 2 3 (a) を参照しながら、第 7 変形例のステージ 2 2 g について説明する。図 2 3 (a) は、第 7 変形例のステージ 2 2 g の構造を示す断面図である。

[0115] 図 2 3 (a) に示すように、ステージ 2 2 g は、保持部材 2 2 1 g と、外周部材 2 2 2 g とを備えている。保持部材 2 2 1 g は、上述した保持部材 2 2 1 と比較して、外周部材 2 2 2 g から分離されているという点で異なる。保持部材 2 2 1 g のその他の構造は、保持部材 2 2 1 のその他の構造と同一であってもよい。外周部材 2 2 2 g は、上述した外周部材 2 2 2 と比較して、保持部材 2 2 1 g の保持面 H S に交差する方向（つまり、保持部材 2 2 1 g が保持する試料 W の表面 W S u に交差する方向であって、例えば、Z 軸方向）に沿って移動可能であるという点で異なる。つまり、外周部材 2 2 2 g は、上述した外周部材 2 2 2 と比較して、保持部材 2 2 1 g の保持面 H S に交差する方向に沿った、保持部材 2 2 1 g の保持面 H S と外周部材 2 2 2 g の上面 O S との相対位置（つまり、保持部材 2 2 1 g が保持する試料 W の表面 W S u と外周部材 2 2 2 g の上面 O S との相対位置）を変更可能であるという点で異なる。外周部材 2 2 2 g のその他の構造は、外周部材 2 2 2 のその他の構造と同一であってもよい。

[0116] 外周部材 2 2 2 g を移動させるために、ステージ 2 2 g は、例えば、定盤 2 1 上に配置される支持部材 2 2 3 g と、支持部材 2 2 3 g に対して、保持面 H S に交差する方向に沿って昇降可能なリフトピン b g とを備えている。リフトピン 2 2 4 g の上部には、外周部材 2 2 2 g の下面が接続されている。その結果、リフトピン 2 2 4 g の昇降に伴って、外周部材 2 2 2 g が昇降する（つまり、保持面 H S に交差する方向に沿って移動する）。つまり、リフトピン 2 2 4 g の昇降に伴って、外周部材 2 2 2 g の上面 O S が、保持面 H S に交差する方向に沿って移動する。

[0117] 第 7 変形例では特に、外周部材 2 2 2 g は、保持部材 2 2 1 g が保持する

試料Wの表面WS_uと外周部材222gの上面OSとの実際の相対位置に基づいて移動する。外周部材222gが移動することで表面WS_uと上面OSとの相対位置が変わるため、外周部材222gは、表面WS_uとの上面OSとの実際の相対位置に基づいて表面WS_uと上面OSとの相対位置を変更するように移動すると言える。更に、表面WS_uと上面OSとの実際の相対位置は、試料Wの実際の厚みWhに依りて変わるため、外周部材222gは、試料Wの厚みWhに基づいて表面WS_uと上面OSとの相対位置を変更するように移動すると言える。

[0118] 具体的には、例えば、外周部材222gの上面OSは、保持部材221gの保持面HSよりも、保持部材221gが保持している試料Wの厚みWh以下となる所定量Wh_{set2}だけ上方に位置する。尚、所定量Wh_{set2}が試料Wの厚みWhと一致する場合には、外周部材222gの上面OSは、試料Wの上面（つまり、表面WS_u）と同じ平面に位置する。つまり、外周部材222gの上面OSのZ軸に沿った位置は、試料Wの表面WS_uのZ軸に沿った位置と揃う。一方で、所定量Wh_{set2}が試料Wの厚みWhより小さくなる場合には、外周部材222gの上面OSは、試料Wの表面WS_uよりも下方に位置する。つまり、外周部材222gの上面OSは、試料Wの表面WS_uよりも、保持部材221gの保持面HSに近くなる。このため、外周部材222gの上面OSの位置（特に、保持面HSに交差する方向における位置）は、保持部材221gが保持している試料Wの表面WS_uの位置（特に、保持面HSに交差する方向における位置）に依りて変更されるとも言える。つまり、外周部材222gの上面OSが、保持部材221gが保持している試料Wの表面WS_uと同じ高さに位置する又はより下方に位置するように、外周部材222gの位置が変更されるとも言える。

[0119] 例えば、保持部材221gが保持している試料Wの厚みWhが700マイクロメートルである場合には、側壁部材222gの上面OSは、保持部材221gの保持面HSよりも、700マイクロメートル以下となる所定量Wh_{set2}だけ上方に位置する。例えば、厚みWhが700マイクロメー

ルとなる試料Wを保持していた保持部材221gが、保持する試料Wの交換によって厚みWhが800マイクロメートルとなる試料Wを保持することになった場合には、外周部材222gの上面OSが、保持部材221gの保持面HSよりも、800マイクロメートル以下となる所定量Wh_{set}2だけ上方に位置するように、外周部材222gが移動する。

[0120] このように外周部材222gの上面OSが保持部材221gの保持面HSに対して位置合わせされると、外周部材222gの上面OSが、保持部材221gが保持している試料Wの表面WSuと同じ高さに位置する又はより下方に位置することになる。このため、第7変形例においても、第6変形例と同様に、どのような試料Wがステージ22gに保持されたとしても、ビーム照射装置1と外周部材222gとの衝突が防止可能となる。特に、第7変形例では、規格に合致している試料Wのみならず、規格に合致していない試料Wがステージ22gに保持されたとしても、ビーム照射装置1と外周部材222gとの衝突が防止可能となる。従って、第7変形例の走査型電子顕微鏡SEMgは、上述した走査型電子顕微鏡SEMが享受可能な効果と同様の効果を享受しつつも、ビーム照射装置1とステージ22gとの衝突（特に、外周部材222gとの衝突）を適切に防止することができる。

[0121] 但し、外周部材222gの上面OSが、保持部材221gが保持している試料Wの表面WSuよりも上方に位置するように移動してもよい。一方で、外周部材222gの上面OSが、試料Wの表面WSuよりも上方又は下方に位置する場合には、Z軸方向における上面OSと表面WSuとの間の距離によっては真空領域VSPが破壊される可能性がある。尚、真空領域VSPの破壊の理由については、図6(a)から図6(b)等を参照しながら既に説明しているため、その詳細な説明については省略する。このため、Z軸方向における上面OSと表面WSuとの間の距離Dgは、許容上限距離以下となってもよい。許容上限距離は、例えば、ビーム照射装置1と試料Wの表面WSuとの間における真空領域VSPの形成に支障をきたすほどには上面OSと表面WSuとがZ軸方向において大きくは離れていない状況における

上面OSと表面WSuとの間の距離に応じて設定されてもよい。一例として、許容上限距離は、ビーム照射装置1と試料Wの表面WSuとの間に真空領域VSPが形成されている場合におけるビーム照射装置1と表面WSuとの間の距離（つまり、射出面121LSと表面WSuとの間の距離であり、例えば、1マイクロメートルから10マイクロメートル）よりも小さくてもよい。この場合、外周部材222gの上面OSと試料Wの表面WSuとに跨るように形成される真空領域VSPが破壊される可能性は相対的に小さくなる。

[0122] 尚、第7変形例では、試料Wの厚みWhは、試料Wの表面WSuのうち真空領域VSPが接する（つまり、形成される又は面する）真空面部分の位置における厚みWhを意味していてもよい。この場合には、試料Wの厚みWhに基づいて試料Wの表面WSuと外周部材222gの上面OSとの相対位置を変更するように外周部材222gが移動することは、表面WSuのうち真空領域VSPが接する真空面部分と上面OSとの実際の相対位置に基づいて表面WSuと上面OSとの相対位置を変更するように外周部材222gが移動することと等価である。その結果、外周部材222gの上面OSが、表面WSuのうち真空領域VSPが接する真空面部分と同じ高さに位置する又はより下方に位置するように、外周部材222gの位置が変更される。

[0123] 或いは、第7変形例では、試料Wの厚みWhは、試料Wの周縁部（つまり、外縁部）の厚みWhを意味していてもよい。この場合には、試料Wの厚みWhに基づいて試料Wの表面WSuと外周部材222gの上面OSとの相対位置を変更するように外周部材222gが移動することは、試料Wの表面WSuのうち試料Wの周縁部における面部分と上面OS（特に、上面OSのうち試料W側に近接する面部分であって、上面OSの周縁部（つまり、内縁部））との実際の相対位置に基づいて表面WSuと上面OSとの相対位置を変更するように外周部材222gが移動することと等価である。この場合には、外周部材222gの上面OS（特に、上面OSのうち試料W側に近接する面部分）が、表面WSuのうち試料Wの周縁部における面部分と同じ高さに

位置する又はより下方に位置するように、外周部材 2 2 2 g の位置が変更されとも言える。

[0124] 尚、ステージ駆動系 2 3 により、支持部材 2 2 3 g は保持部材 2 2 1 g と共に X Y 平面内で移動可能であってもよい。また、図 2 3 (b) に示すように、支持部材 2 2 3 g は、定盤 2 1 に代えて保持部材 2 2 1 g 1 に取り付けられていてもよい。尚、保持部材 2 2 1 g 1 は、保持部材 2 2 2 g と比較して、支持部材 2 2 3 g の下方に延びて支持部材 2 2 3 g を下方から支持する部分 2 2 1 g 1 を備えているという点において異なる。保持部材 2 2 1 g 1 のその他の構造は、保持部材 2 2 2 g のその他の構造と同一であってもよい。

[0125] 第 7 変形例では、外周部材 2 2 2 g は、上述した外周部材 2 2 2 が備えている待避部材 2 2 3 を備えていてもよいし、備えていなくてもよい。外周部材 2 2 2 g が待避部材 2 2 3 を備えていない場合には、上述した待避部材 2 2 3 を利用した動作が行われなくてもよい。

[0126] (3-8) 第 8 変形例

続いて、図 2 4 から図 2 6 を参照しながら、第 8 変形例における走査型電子顕微鏡 S E M h について説明する。図 2 4 に示すように、走査型電子顕微鏡 S E M h は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M と比較して、単一のステージ 2 2 を備えるステージ装置 2 に代えて、複数のステージ 2 2 h を備えるステージ装置 2 h を備えているという点において異なっている。尚、図 2 4 は、ステージ装置 2 h が 2 つのステージ 2 2 h を備えている例を示している。つまり、図 2 4 は、ツインステージ型の又はデュアルステージ型の走査型電子顕微鏡 S E M h を示している。以下では、2 つのステージ 2 2 h を夫々ステージ 2 2 h - 1 及び 2 2 h - 2 と称して、両者を区別する。走査型電子顕微鏡 S E M h のその他の構造は、走査型電子顕微鏡 S E M と同一であってもよい。

[0127] ステージ 2 2 h - 1 は、上述したステージ 2 2 と比較して、待避部材 2 2 3 を備えていなくてもよいという点において異なっている。ステージ 2 2 h

－ 1 のその他の構造は、ステージ 2 2 のその他の構造と同一であってもよい。つまり、ステージ 2 2 h－ 1 は、保持部材 2 2 1 を備えており、且つ、上述した外周部材 2 2 2 と比較して待避部材 2 2 3 を備えていないという点において異なる外周部材 2 2 2 h－ 1 を備えている。このため、第 8 変形例では、試料 W は、ステージ 2 2 h－ 1（特に、その保持部材 2 2 1）によって保持される。外周部材 2 2 2 h－ 1 のその他の構造は、外周部材 2 2 2 のその他の構造と同一であってもよい。

[0128] 一方で、ステージ 2 2 h－ 2 は、上述したステージ 2 2 と比較して、保持部材 2 2 1 及び外周部材 2 2 2 を備えていなくてもよい一方で、待避部材 2 2 3 を備えているという点において異なる。ステージ 2 2 h－ 2 は、X Y 平面に沿った一方向においてステージ 2 2 h－ 1 に隣接する。従って、第 8 変形例の走査型電子顕微鏡 S E M h においても、上述した走査型電子顕微鏡 S E M と同様に、待避部材 2 2 3 は、X Y 平面内において保持部材 2 2 1 に隣接する位置において、保持部材 2 2 1 から離れる方向に広がる。ステージ 2 2 h－ 2 のその他の構造は、ステージ 2 2 のその他の構造と同一であってもよい。つまり、走査型電子顕微鏡 S E M h が備える待避部材 2 2 3 の構造は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M が備える待避部材 2 2 3 の構造と同一であってもよい。

[0129] 続いて、図 2 5 から図 2 6 を参照しながら、複数のステージ 2 2 h－ 1 及び 2 2 h－ 2 を備えるステージ装置 2 h の動作の流れについて説明する。試料 W を計測しているとき（つまり、ステージ 2 2 h－ 1 が試料を保持している期間の少なくとも一部では）、図 2 5（a）に示すように、ビーム照射装置 1 は、試料 W に対向した状態で、試料 W との間に真空領域 V S P を形成している。試料 W の計測が完了した後、或いは試料 W の計測が完了する前のタイミングで、図 2 5（b）に示すように、ステージ駆動系 2 3 は、X Y 平面に沿ってステージ 2 2 h－ 2 を移動して、ステージ 2 2 h－ 1 とステージ 2 2 h－ 2 とが互いに近接させる。このとき、ステージ 2 2 h－ 1 とステージ 2 2 h－ 2 との X Y 平面における間隔は、例えば 1 μ m から 1 0 μ m 程度で

あってもよい。その後、ステージ22h-1とステージ22h-2とを同時にXY平面に沿って移動させ、図25(c)に示した真空領域VSPが2つのステージ22h-1及び22h-2の双方と接する状態を経て、図26(a)に示すように、真空領域VSPを待避部材223の上面ESに位置させる。その後、ステージ22h-1をXY平面内で移動させ、図26(b)に示すように、試料Wの搬入位置（ローディングポジション）又は搬出位置（アンローディングポジション）にステージ22h-2を位置させる。

[0130] 尚、第8変型例において、ステージ22h-2によって試料Wを保持可能にする構成であってもよい。

[0131] 第8変型例では、待避部材223と独立して試料Wを保持するステージ22h-1が移動可能であるため、ステージ22h-1の移動時の制約、例えば真空領域VSPを常に待避部材223の上面ES上に位置させなくてはならないという制約を少なくすることが可能である。

[0132] このようなステージ22h-1及び22h-2を備える走査型電子顕微鏡SEMhにおいても、上述した走査型電子顕微鏡SEMが享受可能な効果と同様の効果が享受可能となる。

[0133] 尚、ステージ駆動系23は、ステージ22h-1及び22h-2を一体的に移動させてもよい。或いは、ステージ駆動系23は、ステージ22h-1及び22h-2を別個独立に移動させてもよい。或いは、走査型電子顕微鏡SEMhは、ステージ22h-1を移動させるためのステージ駆動系23と、ステージ22h-2を移動させるためのステージ駆動系23とを別個に備えていてもよい。

[0134] (3-9) 第9変形例

続いて、第9変形例における走査型電子顕微鏡SEMiについて説明する。走査型電子顕微鏡SEMiは、上述した走査型電子顕微鏡SEMと比較して、ビーム照射装置1に代えて第4変形例のビーム照射装置1dを備えている（特に、ビーム通過空間SPb1のうち筐体111と共に囲まれた空間部分を密閉可能な遮断部材151d及び152dを備えている）という点にお

いて異なっている。更に、走査型電子顕微鏡SEM_iは、上述した走査型電子顕微鏡SEMと比較して、ステージ22に代えて第7変形例のステージ22gを備えている（つまり、保持部材221gが保持する試料Wの表面WS_uに交差する方向（例えば、Z軸方向）に沿って移動可能な外周部材222gを備えている）という点において異なっている。走査型電子顕微鏡SEM_iのその他の構造は、走査型電子顕微鏡SEMと同一であってもよい。このため、走査型電子顕微鏡SEM_iの構造の詳細な説明は省略する。

[0135] 第9変形例では、走査型電子顕微鏡SEM_iは、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる際に真空領域VSPを維持するための方法を適宜選択可能である。以下、図27を参照しながら、真空領域VSPを維持するための動作の流れについて説明する。

[0136] 図27に示すように、制御装置4は、まず、真空領域VSPの移動元の面（以降、適宜“移動元面”と称する）のZ位置を特定する（ステップS11）。更に、制御装置4は、真空領域VSPの移動先の面（以降、適宜“移動先面”と称する）のZ位置を特定する（ステップS12）。尚、Z位置は、Z軸方向における位置を意味する。ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合には、移動元面が試料Wの表面WS_uに相当し、移動先面が外周部材222gの上面OS（特に、待避部材223の上面ES）に相当する。一方で、ビーム照射装置1の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる場合には、移動元面が外周部材222gの上面OS（特に、待避部材223の上面ES）に相当し、移動先面が試料Wの表面WS_uに相当する。

[0137] ここで、図28を参照しながら、図27のステップS11において移動元面のZ位置を特定する動作の流れについて説明する。尚、図27のステップS12において移動先面のZ位置を特定する動作の流れは、移動元面のZ位置を特定する動作の流れと同一であるため、その詳細な説明を省略する。図28に示すように、制御装置4は、移動元面のZ位置に関する位置情報（以

降、“Z位置情報”と称する)を既に保有しているか否かを判定する(ステップS 1 1 1)。例えば、制御装置4は、移動元面のZ位置を計測可能な計測装置による過去の計測結果を示す情報を既に保有している場合には、Z位置情報を既に保有していると判定してもよい。

[0138] ステップS 1 1 1における判定の結果、Z位置情報を制御装置4が既に保有していると判定された場合には(ステップS 1 1 1: Yes)、制御装置4は、既に保有しているZ位置情報に基づいて、移動元面のZ位置を特定する(ステップS 1 3 1)。他方で、ステップS 1 1 1における判定の結果、Z位置情報を制御装置4が保有していないと判定された場合には(ステップS 1 1 1: No)、制御装置4は、走査型電子顕微鏡SEM iが、Z位置情報を新たに取得するための位置情報取得装置を備えているか否かを判定する(ステップS 1 1 2)。位置情報取得装置の一例として、移動元面のZ位置を計測可能な計測装置(例えば、レーザ干渉計及びエンコーダの少なくとも一方)があげられる。

[0139] ステップS 1 1 2における判定の結果、走査型電子顕微鏡SEM iが位置情報取得装置を備えていると判定された場合には(ステップS 1 1 2: Yes)、制御装置4は、位置情報取得装置にZ位置情報を新たに取得させるか否かを判定する(ステップS 1 1 3)。ステップS 1 1 3における判定の結果、位置情報取得装置にZ位置情報を新たに取得させると判定された場合には(ステップS 1 1 3: Yes)、制御装置4は、位置情報取得装置にZ位置情報を新たに取得させた上で、新たに取得されたZ位置情報に基づいて、移動元面のZ位置を特定する(ステップS 1 3 1)。

[0140] 他方で、ステップS 1 1 2における判定の結果、走査型電子顕微鏡SEM iが位置情報取得装置を備えていないと判定された場合(ステップS 1 1 2: No)、又は、ステップS 1 1 3における判定の結果、位置情報取得装置にZ位置情報を新たに取得させないと判定された場合には(ステップS 1 1 3: No)、制御装置4は、移動元面を表面に含む物体(以降、“移動元物体”と称する)のZ軸方向における寸法(実質的には、厚み)に関する寸法

情報（以降、“Z寸法情報”と称する）を既に保有しているか否かを判定する（ステップS 1 2 1）。例えば、制御装置4は、移動元物体のZ軸方向における寸法を計測可能な計測装置による過去の計測結果を示す情報を既に保有している場合には、Z寸法情報を既に保有していると判定してもよい。尚、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合には、移動元物体が試料Wに相当し、移動先面を表面に含む物体（以降、“移動先物体”と称する）が外周部材2 2 2 g（特に、待避部材2 2 3）に相当する。一方で、ビーム照射装置1の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる場合には、移動元物体が外周部材2 2 2 g（特に、待避部材2 2 3）に相当し、移動先物体が試料Wに相当する。

[0141] ステップS 1 2 1における判定の結果、Z寸法情報を制御装置4が既に保有していると判定された場合には（ステップS 1 2 1 : Y e s）、制御装置4は、既に保有しているZ寸法情報に基づいて、移動元面のZ位置を特定（つまり、推定）する（ステップS 1 3 2）。他方で、ステップS 1 2 1における判定の結果、Z寸法情報を制御装置4が保有していないと判定された場合には（ステップS 1 2 1 : N o）、制御装置4は、走査型電子顕微鏡S E M i が、Z寸法情報を新たに取得するための寸法情報取得装置を備えているか否かを判定する（ステップS 1 2 2）。寸法情報取得装置の一例として、移動元物体の寸法を計測可能な計測装置（例えば、レーザスキャナ等）があげられる。

[0142] ステップS 1 2 2における判定の結果、走査型電子顕微鏡S E M i が寸法情報取得装置を備えていると判定された場合には（ステップS 1 2 2 : Y e s）、制御装置4は、寸法情報取得装置にZ寸法情報を新たに取得させるか否かを判定する（ステップS 1 2 3）。ステップS 1 2 3における判定の結果、寸法情報取得装置にZ寸法情報を新たに取得させると判定された場合には（ステップS 1 2 3 : Y e s）、制御装置4は、寸法情報取得装置にZ寸法情報を新たに取得させた上で、新たに取得されたZ寸法情報に基づいて、移動元面のZ位置を特定（つまり、推定）する（ステップS 1 3 2）。

[0143] 他方で、ステップS 1 2 2における判定の結果、走査型電子顕微鏡SEM i が寸法情報取得装置を備えていないと判定された場合（ステップS 1 2 2 : N o）、又は、ステップS 1 2 3における判定の結果、寸法情報取得装置にZ寸法情報を新たに取得させないと判定された場合には（ステップS 1 2 3 : N o）、制御装置4は、移動元物体のZ軸方向における寸法が、移動元物体のZ軸方向における寸法の規格値であると推定する（ステップS 1 2 4）。その上で、制御装置4は、移動元物体のZ軸方向における寸法の規格値に基づいて、移動元面のZ位置を特定（つまり、推定）する（ステップS 1 3 2）。

[0144] 再び図27において、その後、制御装置4は、ステップS 1 1で特定した移動元面のZ位置とステップS 1 2で特定した移動先面のZ位置との差分が、ビーム照射装置1と試料Wとの間の間隔Dの目標値である所望間隔D__t a r g e tに対して十分に小さいか否かを判定する（ステップS 2 1）。つまり、制御装置4は、Z軸方向における移動元面と移動先面との間の間隔（或いは、距離）が、所望間隔D__t a r g e tに対して十分に小さいか否かを判定する。尚、移動元面のZ位置と移動先面のZ位置との差分（つまり、間隔）は、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる際に真空領域V S Pが乗り越えるべき段差のZ軸方向におけるサイズに相当する。

[0145] Z位置の差分が所望間隔D__t a r g e tに対して十分に小さい状態か否かを判定することは、真空領域V S Pが移動元面から移動先面に移動したとしても真空領域V S Pが維持可能な程度にZ位置の差分が小さい（つまり、真空領域V S Pが乗り越えるべき段差のZ軸方向におけるサイズが小さい）か否かを判定するために行われる。このため、Z位置の差分が所望間隔D__t a r g e tに対して十分に小さい状態は、真空領域V S Pが移動元面から移動先面に移動したとしても真空領域V S Pが維持可能な程度にZ位置の差分が小さい状態と等価であってもよい。つまり、Z位置の差分が所望間隔D__t a r g e tに対して十分に小さい状態は、移動元面との間に真空領域V

S Pを形成しているビーム照射装置1が移動先面に対向するようになるまでX Y平面に沿って相対的に移動した場合であっても依然として移動先面との間に真空領域V S Pを形成し続ける程度にZ位置の差分が小さい状態と等価であってもよい。言い換えれば、Z位置の差分が所望間隔 D_{target} に対して十分に小さい状態は、ビーム照射装置1と移動元面との間の間隔（つまり、出射面121LSのZ位置と移動元面のZ位置との差分）が、ビーム照射装置1と移動元面との間に形成される真空領域V S Pを維持可能な間隔となり、且つ、ビーム照射装置1と移動先面との間の間隔（つまり、出射面121LSのZ位置と移動先面のZ位置との差分）が、ビーム照射装置1と移動先面との間に形成される真空領域V S Pを維持可能な間隔となる程度にZ位置の差分が小さい状態と等価であってもよい。

[0146] ステップS21における判定の結果、Z位置との差分が所望間隔 D_{target} に対して十分に小さいと判定された場合には（ステップS21：Yes）、真空領域V S Pが移動元面から移動先面に移動したとしても真空領域V S Pが維持可能であると推定される。この場合には、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わるように、ステージ駆動系23がX Y平面に沿った方向におけるステージ22とビーム照射装置1との相対位置を調整する（ステップS31）。その結果、真空領域V S Pが形成されたまま、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる（ステップS31）。つまり、真空領域V S Pが、ビーム照射装置1と試料Wとの間の空間からビーム照射装置1と待避部材223との間の空間へと又はビーム照射装置1と待避部材223との間の空間からビーム照射装置1と試料Wとの間の空間へと移動する（ステップS31）。

[0147] 但し、外周部材222gがZ軸方向に沿って移動可能であるがゆえに、移動元面と移動先面とが同じ高さに位置するとは限らない。つまり、移動元面が移動先面よりも低いかもしれないし、移動元面が移動先面よりも高いかもしれない。尚、移動元面が移動先面よりも低い状態は、移動元面と対向して

いるビーム照射装置 1 と移動元面との間の距離（具体的には、Z 軸方向の距離であり且つ Z 軸方向における位置の差分、以下、第 9 変形例において同じ）よりも、X Y 平面に沿って相対的に移動して移動先面と対向することになったビーム照射装置 1 と移動先面との間の距離が小さい状態に相当する。一方で、移動元面が移動先面よりも高い状態は、移動元面と対向しているビーム照射装置 1 と移動元面との間の距離よりも、X Y 平面に沿って相対的に移動して移動先面と対向することになったビーム照射装置 1 と移動先面との間の距離が大きい状態に相当する。

[0148] ここで、仮に移動元面が移動先面よりも低い場合には、移動元面が移動先面よりも高い場合と比較して、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替わる過程で、ビーム照射装置 1 が移動先物体に衝突する可能性が相対的に高くなる。例えば、図 29（a）は、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合において、移動元面である試料 W の表面 W S u が、移動先面である外周部材 2 2 2 g の上面 O S よりも低い例を示しており、図 29（b）は、ビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合において、移動元面である試料 W の表面 W S u が、移動先面である外周部材 2 2 2 g の上面 O S よりも高い例を示している。例えば、図 30（a）は、ビーム照射装置 1 の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる移動元面である外周部材 2 2 2 g の上面 O S が、移動先面である試料 W の表面 W S u よりも低い例を示しており、例えば、図 30（b）は、ビーム照射装置 1 の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる移動元面である外周部材 2 2 2 g の上面 O S が、移動先面である試料 W の表面 W S u よりも高い例を示している。

[0149] このため、走査型電子顕微鏡 S E M i は、移動元面が移動先面よりも低い場合には、ビーム照射装置 1 の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替えるためにステージ駆動系 2 3 を制御してステージ 2 2 g を X Y 平面に沿って移動させる（つまり、ビーム照射装置 1 を

XY平面に沿って相対的に移動させる)前に、間隔調整系14を制御してビーム照射装置1と移動元面との間の距離を大きくする。例えば、図29(c)は、ビーム照射装置1の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合において、ビーム照射装置1と移動元面である試料Wの表面WSuとの間の距離が、距離d11から距離d12(但し、 $d12 > d11$)まで大きくなるようにZ軸方向に沿ってビーム照射装置1が移動する例を示している。例えば、図30(c)は、ビーム照射装置1の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる場合において、ビーム照射装置1と移動元面である外周部材222gの上面OSとの間の距離が、距離d21から距離d22(但し、 $d22 > d21$)まで大きくなるようにZ軸方向に沿ってビーム照射装置1が移動する例を示している。尚、図29(c)及び図30(c)では、移動前の外周部材222gが点線で示されており、移動後の外周部材222gが実線で示されている。この場合、ビーム照射装置1と移動元面との間の距離は、ビーム照射装置1と移動元面との間に真空領域VSPを形成可能(つまり、維持可能)であって、且つ、XY平面に沿って相対的に移動させて移動先面と対向することになったビーム照射装置1と移動先面との間に真空領域VSPを形成可能な距離に設定される。その結果、走査型電子顕微鏡SEMiは、ビーム照射装置1と移動先物体との衝突を防止しながら、真空領域VSPを維持することができる。

[0150] 一方で、走査型電子顕微鏡SEMiは、移動元面が移動先面よりも高い場合には、ビーム照射装置1の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替えるためにステージ駆動系23を制御してステージ22gをXY平面に沿って移動させる(つまり、ビーム照射装置1をXY平面に沿って相対的に移動させる)前に、間隔調整系14を制御してビーム照射装置1と移動元面との間の距離を大きくしなくてもよい。この場合には、走査型電子顕微鏡SEMiは、ビーム照射装置1と移動元面との間の距離を維持したまま(例えば、上述した真空領域VSPを形成可能な距離に維持したまま)、ステージ駆動系23を制御してステージ22gをXY平面に

沿って移動させることで、ビーム照射装置 1 の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替えてもよい。

[0151] 他方で、ステップ S 2 1 における判定の結果、Z 位置の差分が所望間隔 D_{target} に対して十分に小さくないと判定された場合には（ステップ S 2 1 : No）、真空領域 V S P が移動元面から移動先面に移動すると、真空領域 V S P が維持できない可能性がある。つまり、ビーム照射装置 1 と移動元面との間の間隔が、ビーム照射装置 1 と移動元面との間に形成される真空領域 V S P を維持可能な間隔となる一方で、ビーム照射装置 1 と移動先面との間の間隔が、ビーム照射装置 1 と移動先面との間に形成される真空領域 V S P を維持可能な間隔とならない可能性がある。そこで、この場合には、走査型電子顕微鏡 S E M i は、真空領域 V S P を維持するための動作を行う。

[0152] 具体的には、まず、制御装置 4 は、Z 軸方向に沿って外周部材 2 2 2 g が移動可能であるか否かを判定する（ステップ S 2 2）。ステップ S 2 2 における判定の結果、外周部材 2 2 2 g が移動可能であると判定された場合には（ステップ S 2 2 : Yes）、走査型電子顕微鏡 S E M i は、真空領域 V S P を維持するための動作として、外周部材 2 2 2 g を移動する動作を採用する。具体的には、走査型電子顕微鏡 S E M i は、Z 位置の差分が所望間隔 D_{target} に対して十分に小さくなるように、外周部材 2 2 2 g（つまり、移動元面又は移動先面）を移動させる（ステップ S 2 5）。その結果、ビーム照射装置 1 の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替える過程で、真空領域 V S P が適切に維持可能となる。

[0153] この際、走査型電子顕微鏡 S E M i は、外周部材 2 2 2 g を移動させた後におけるビーム照射装置 1 の Z 位置と移動元面の Z 位置との間の差分が、外周部材 2 2 2 g を移動させた後におけるビーム照射装置 1 の Z 位置と移動先面の Z 位置との間の差分よりも小さくなるように、外部部材 2 2 2 g を移動させてもよい。つまり、走査型電子顕微鏡 S E M i は、移動元面が移動先面よりも高くなるように、外部部材 2 2 2 g を移動させてもよい。その結果、

ビーム照射装置 1 の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替える過程で、ビーム照射装置 1 と移動先物体との衝突が防止可能となる。

[0154] 更に、走査型電子顕微鏡 SEM i は、外周部材 2 2 2 g を移動させた後における試料 W の表面 W S u の Z 位置と外周部材 2 2 2 g の上面 O S の Z 位置との間の差分が、外周部材 2 2 2 g を移動させる前における表面 W S u の Z 位置と上面 O S の Z 位置との間の差分よりも小さくなるように、外部部材 2 2 2 g を移動させてもよい。つまり、走査型電子顕微鏡 SEM i は、Z 軸方向において表面 W u と上面 O S とが近づくように、外周部材 2 2 2 g を移動させてもよい。その結果、Z 軸方向において表面 W u と上面 O S とが遠ざかるように外周部材 2 2 2 g を移動する場合と比較して、Z 位置の差分が所望間隔 D_{target} に対して十分に小さくなる可能性が高くなる。

[0155] 例えば、図 3 1 (a) に示すように、移動元面である試料 W の表面 W S u が移動先面である外周部材 2 2 2 g の上面 O S よりも低い状況下でビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合には、走査型電子顕微鏡 SEM i は、(i) 表面 W u と上面 O S とが近づいて Z 位置の差分が所望間隔 D_{target} に対して十分に小さくなり、且つ、(i i) 外周部材 2 2 2 g の上面 O S が試料 W の表面 W S u よりも低くなる（つまり、ビーム照射装置 1 と表面 W S u との間の間隔 d_{31} が、ビーム照射装置 1 と上面 O S との間の間隔 d_{32} よりも小さくなる）ように、移動部材 2 2 2 g を下げる。例えば、図 3 1 (b) に示すように、移動元面である試料 W の表面 W S u が移動先面である外周部材 2 2 2 g の上面 O S よりも高い状況下でビーム照射装置 1 の状態が非待避状態から待避状態へと切り替わる場合には、走査型電子顕微鏡 SEM i は、(i) 表面 W u と上面 O S とが近づいて Z 位置の差分が所望間隔 D_{target} に対して十分に小さくなり、且つ、(i i) 外周部材 2 2 2 g の上面 O S が試料 W の表面 W S u よりも低くなる（つまり、ビーム照射装置 1 と表面 W S u との間の間隔 d_{41} が、ビーム照射装置 1 と上面 O S との間の間隔 d_{42} よりも小さくなる）ように、移動

部材 2 2 2 g を上げる。例えば、図 3 2 (a) に示すように、移動元面である外周部材 2 2 2 g の上面 O S が移動先面である試料 W の表面 W S u よりも高い状況下でビーム照射装置 1 の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる場合には、走査型電子顕微鏡 S E M i は、(i) 表面 W u と上面 O S とが近づいて Z 位置の差分が所望間隔 D_{target} に対して十分に小さくなり、且つ、(i i) 試料 W の表面 W S u が外周部材 2 2 2 g の上面 O S よりも低くなる（つまり、ビーム照射装置 1 と上面 O S との間の間隔 d_{52} が、ビーム照射装置 1 と表面 W S u との間の間隔 d_{51} よりも小さくなる）ように、移動部材 2 2 2 g を下げる。例えば、図 3 2 (b) に示すように、移動元面である外周部材 2 2 2 g の上面 O S が移動先面である試料 W の表面 W S u よりも低い状況下でビーム照射装置 1 の状態が待避状態から非待避状態へと切り替わる場合には、走査型電子顕微鏡 S E M i は、(i) 表面 W u と上面 O S とが近づいて Z 位置の差分が所望間隔 D_{target} に対して十分に小さくなり、且つ、(i i) 試料 W の表面 W S u が外周部材 2 2 2 g の上面 O S よりも低くなる（つまり、ビーム照射装置 1 と上面 O S との間の間隔 d_{62} が、ビーム照射装置 1 と表面 W S u との間の間隔 d_{61} よりも小さくなる）ように、移動部材 2 2 2 g を上げる。尚、図 3 1 (a) から図 3 2 (b) では、移動前の外周部材 2 2 2 g が点線で示されており、移動後の外周部材 2 2 2 g が実線で示されている。

[0156] 他方で、ステップ S 2 2 における判定の結果、外周部材 2 2 2 g が移動可能でないと判定された場合には（ステップ S 2 2 : N o）、制御装置 4 は、真空ポンプ 5 1 及び 5 2 の少なくとも一方の排気速度を上げる（つまり、変更する）ことで、ビーム照射装置 1 の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替える過程で真空領域 V S P を維持可能か否かを判定する（ステップ S 2 3）。つまり、制御装置 4 は、ビーム照射装置 1 の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替える過程で真空領域 V S P を維持し続けることができる程度に真空ポンプ 5 1 及び 5 2 の少なくとも一方の排気速度を上げること可能か否かを

判定する（ステップS23）。尚、真空ポンプ51及び52の少なくとも一方の排気速度が大きくなればなるほど、真空領域VSPを形成可能な所望間隔D_{target}が大きくなる。つまり、真空ポンプ51及び52の少なくとも一方の排気速度が大きくなればなるほど、ビーム照射装置1と試料Wとの間の間隔Dがより大きい状況下で真空領域VSPを形成できる。尚、排気速度は、単位時間当たりに排気される気体の流量に比例するパラメータである。

[0157] ステップS23における判定の結果、真空ポンプ51及び52の少なくとも一方の排気速度を上げることで真空領域VSPを維持可能である（つまり、真空領域VSPを維持し続けることができる程度に真空ポンプ51及び52の少なくとも一方の排気速度を上げることが可能である）と判定された場合には（ステップS23：Yes）、走査型電子顕微鏡SEMiは、ビーム照射装置1の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替える過程で真空領域VSPを維持し続けることができる程度に真空ポンプ51及び52の少なくとも一方の排気速度を上げる（ステップS26）。その結果、ビーム照射装置1の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替える過程で、真空領域VSPが適切に維持可能となる。

[0158] 他方で、ステップS23における判定の結果、真空ポンプ51及び52の少なくとも一方の排気速度を上げることで真空領域VSPを維持可能でない（つまり、真空領域VSPを維持し続けることができる程度に真空ポンプ51及び52の少なくとも一方の排気速度を上げることができない）と判定された場合には（ステップS23：No）、ビーム照射装置1の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替える過程で、真空領域VSPを形成し続けることができない可能性がある。そこで、この場合には、走査型電子顕微鏡SEMiは、真空領域VSPが破壊されてしまった場合に備えて、遮断部材151d及び152dを電子ビームEBの経路に挿入する（ステップS27）。その結果、ビーム通過空間SPb1のうち

遮断部材 1 5 1 d 及び 1 5 2 d の少なくとも一方と筐体 1 1 1 とによって囲まれた空間部分が密閉される（ステップ S 2 7）。このため、ビーム通過空間 S P b 1 のうちの少なくとも一部の空間部分の真空度が維持される。

[0159] 以上のステップ S 1 1 からステップ S 2 7 までの処理が行われた後に、走査型電子顕微鏡 S E M i は、ビーム照射装置 1 の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと実際に切り替える（ステップ S 3 1）。その結果、走査型電子顕微鏡 S E M i は、ビーム照射装置 1 の状態を非待避状態から待避状態へと又は待避状態から非待避状態へと切り替える過程において、真空領域 V S P を形成し続ける可能性がより一層高くなる。

[0160] （3－１０）第１０変形例

続いて、第１０変形例における走査型電子顕微鏡 S E M j について説明する。走査型電子顕微鏡 S E M j は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M と比較して、ステージ 2 2 に代えてステージ 2 2 j を備えているという点で異なっている。走査型電子顕微鏡 S E M j のその他の構造は、走査型電子顕微鏡 S E M と同一であってもよい。このため、以下では、図 3 3（a）及び図 3 3（b）を参照しながら、第１０変形例のステージ 2 2 j について説明する。図 3 3（a）は、第１０変形例のステージ 2 2 j の構造を示す斜視図であり、図 3 3（b）は、図 3 3（a）の斜視図における A－A 断面図である。

[0161] 図 3 3（a）及び図 3 3（b）に示すように、ステージ 2 2 j は、ステージ 2 2 と比較して、待避部材 2 2 3 に代えて、待避部材 2 2 3 j を備えているという点において異なる。図 3 4（b）に示すように、ステージ 2 2 j は、外周部材 2 2 2 の一部に設けられた凹部に載置される待避部材 2 2 3 j を備える。ステージ 2 2 j のその他の構造は、ステージ 2 2 のその他の構造と同一であってもよい。

[0162] 待避部材 2 2 3 j は、待避部材 2 2 3 と比較して、ステージ 2 2 j から着脱可能（つまり、離脱可能及び／又は装着可能）であるという点において異なる。待避部材 2 2 3 j は、板部分 2 2 3 j 1 と、この板部分 2 2 3 j 1 の上側の複数箇所に設けられた突起部 2 2 3 j 2 とを備えている。また、ステ

ージ 2 2 j に設けられた凹部には、図示なき真空ポンプと連通した配管 2 2 3 j 3 が設けられている。この配管 2 2 3 j 3 に連通した真空ポンプは、上述した真空ポンプ 5 1 と同程度の排気能力を有していてもよい。尚、図 3 3 (a) 及び図 3 3 (b) の例において、これらの複数の突起部 2 2 3 j 2 の数は 3 であるが、複数の突起部 2 2 3 j 2 の数は 3 には限定されない。また、複数の突起部 2 2 3 j 2 の Z 軸方向の寸法（高さ）は、数 μm 程度であってよい。

[0163] 続いて、図 3 4 (a) から図 3 4 (d) を参照しながら、待避部材 2 2 3 j による真空領域 V S P を維持する動作の流れについて説明する。試料 W を計測しているとき（つまり、ステージ 2 2 j が試料 W を保持している期間の少なくとも一部）では、図 3 4 (a) に示すように、ビーム照射装置 1 は、試料 W に対向した状態で、試料 W との間に真空領域 V S P を形成している。試料 W の計測が完了した後、図 3 4 (b) に示すように、ステージ駆動系 2 3 は、X Y 平面に沿ってステージ 2 2 j を移動して、ビーム照射装置 1 の射出面 1 2 1 L S を待避部材 2 2 3 j と対向させる。このとき、ビーム照射装置 1 の射出面 1 2 1 L S と、待避部材 2 2 3 j の板部分 2 2 3 j 1 との Z 軸方向に沿った間隔は、射出面 1 2 1 L S と板部分 2 2 3 j 1 との間に局所的な真空領域 V S P が形成される程度の間隔、典型的には 1 0 μm 程度である。ここで、配管 2 2 3 j 3 を介して真空ポンプによる排気が行われているため、待避部材 2 2 3 j の板部分 2 2 3 j 1 は、ビーム照射装置 1 に引き寄せられない。配管 2 2 3 j 3 を介した真空ポンプによる排気は、局所的な真空領域 V S P を形成するための排気速度よりも高い排気速度であってもよい。

[0164] その後、図 3 4 (c) に示すように、間隔制御系 1 4 及びステージ駆動系 2 3 の少なくとも一方により、ビーム照射装置 1 の射出面 1 2 1 L S と複数の突起部分 2 2 3 j 2 とが接触するように、射出面 1 2 1 L S と待避部材 2 2 3 j との間隔が調整される。射出面 1 2 1 L S と複数の突起部分 2 2 3 j 2 とが接触した後、配管 2 2 3 j 3 を介した排気の排気速度を低め、待避部材 2 2 3 j をビーム照射装置 1 の射出面 1 2 1 L S に真空吸着させる。その

後、図34(d)に示すように、間隔制御系14及びステージ駆動系23の少なくとも一方により、ビーム照射装置1の射出面121LSとステージ22jとの間隔を広げる。この動作の後、ステージ22jを移動させて、例えば、試料Wの搬入位置又は搬出位置に位置させる。

[0165] 図33(a)から図34(d)に示す例では、待避部材223jの複数の突起部分223j2によって、待避部材223jの板部分223j1と射出面121LSとの間に、突起部分223j2の高さによって決まる間隙が形成される。この間隙の間隔は、数 μm 程度であるため、板部分223j1とビーム照射装置1の射出面121LSとの間には局所的な真空領域VSPが維持され続ける。

[0166] このようなステージ22jを備える走査型電子顕微鏡SEMjにおいても、上述した走査型電子顕微鏡SEMが享受可能な効果と同様の効果が享受可能となる。更に、走査型電子顕微鏡SEMjにおいても、第8変形例の走査型電子顕微鏡SEMHと同様に、待避部材223jと独立して試料Wを保持するステージ22jが移動可能であるため、ステージ22jの移動時の制約、例えば真空領域VSPを常に待避部材223jの上面ES上に位置させなくてはならないという制約を少なくすることが可能である。

[0167] (3-11) 第11変形例

続いて、第11変形例における走査型電子顕微鏡SEMKについて説明する。走査型電子顕微鏡SEMKは、上述した走査型電子顕微鏡SEMと比較して、ステージ22に代えてステージ22kを備えているという点で異なっている。走査型電子顕微鏡SEMKのその他の構造は、走査型電子顕微鏡SEMと同一であってもよい。このため、以下では、図35(a)及び図35(b)を参照しながら、第11変形例のステージ22kについて説明する。図35(a)及び図35(b)の夫々は、第11変形例のステージ22kの構造を示す断面図である。

[0168] 図35(a)及び図35(b)に示すように、ステージ22kは、ステージ22と比較して、外周部材222及び待避部材223に代えて、外周部材

2 2 2 k 及び待避部材 2 2 3 k を備えているという点において異なる。ステージ 2 2 k のその他の構造は、ステージ 2 2 のその他の構造と同一であってもよい。

[0169] 外周部材 2 2 2 k は、外周部材 2 2 2 と比較して、待避部材 2 2 3 を含んでいなくてもよいという点において異なる。外周部材 2 2 2 k のその他の構造は、外周部材 2 2 2 のその他の構造と同一であってもよい。

[0170] 待避部材 2 2 3 k は、待避部材 2 2 3 と比較して、外周部材 2 2 2 の外側において跳ね上げ可能に設けられているという点において異なる。例えば、図 3 5 (a) に示すように、待避部材 2 2 3 k は、外周部材 2 2 2 k の側方に設けられていてもよい。待避部材 2 2 3 k の状態は、その上面 E S が試料 W の表面 W S u とほぼ一致するように跳ね上げられた状態と、その上面 E S が側方を向くように折りたたまれた状態との間で切り替え可能であってもよい。待避部材 2 2 3 k 上に局所的な真空領域 V S P が位置する待避状態において、図 3 5 (a) に示すように、待避部材 2 2 3 k はその上面 E S が試料 W の表面 W S u とほぼ一致するように跳ね上げられた状態に設定される。また、待避状態と異なる状態において、待避部材 2 2 3 k は、図 3 5 (b) に示すように、その上面 E S が側方を向く格納状態に設定される。この図 3 5 (a) 及び図 3 5 (b) の例においては、待避部材 2 2 3 k に起因するステージ 2 2 k のストロークが制限される不都合を少なくすることが可能である。

[0171] このようなステージ 2 2 k を備える走査型電子顕微鏡 S E M k においても、上述した走査型電子顕微鏡 S E M が享受可能な効果と同様の効果が享受可能となる。

[0172] (3-12) 第 1 2 変形例

続いて、図 3 6 を参照しながら、第 1 2 変形例の走査型電子顕微鏡 S E M I について説明する。図 3 6 は、第 1 2 変形例の走査型電子顕微鏡 S E M I の構造を示す断面図である。

[0173] 図 3 6 に示すように、第 1 2 変形例の走査型電子顕微鏡 S E M I は、上述

した走査型電子顕微鏡SEMと比較して、光学顕微鏡171を備えているという点で異なる。走査型電子顕微鏡SEMのその他の構造は、上述した走査型電子顕微鏡SEMのその他の構造と同一であってもよい。

[0174] 光学顕微鏡171は、試料Wの状態（例えば、試料Wの表面WSuの少なくとも一部の状態）を光学的に計測可能な装置である。つまり、光学顕微鏡171は、試料Wの状態を光学的に計測して、試料Wに関する情報を取得可能な装置である。特に、光学顕微鏡171は、試料Wの状態を大気圧環境下で計測可能であるという点で、試料Wの状態を真空環境下で計測するビーム照射装置1（特に、電子検出器116）とは異なる。

[0175] 光学顕微鏡171は、ビーム照射装置1が電子ビームEBを試料Wに照射して試料Wの状態を計測する前に、試料Wの状態を計測する。つまり、走査型電子顕微鏡SEMは、光学顕微鏡171を用いて試料Wの状態を計測した後に、ビーム照射装置1を用いて試料Wの状態を計測する。ここで、光学顕微鏡171が大気圧環境下で試料Wの状態を計測可能であるため、光学顕微鏡171が試料Wの状態を計測している期間中は、ビーム照射装置1は、真空領域VSPを形成しなくてもよい。一方で、ビーム照射装置1は、光学顕微鏡171が試料Wの状態の計測を完了した後に、真空領域VSPを形成して試料Wに電子ビームEBを照射する。

[0176] ステージ22は、ビーム照射装置1が電子ビームEBを試料Wに照射する期間中は、ビーム照射装置1が電子ビームEBを照射可能な位置に試料Wが位置するように移動してもよい。ステージ22は、電子顕微鏡171が試料Wの状態を計測する期間中は、光学顕微鏡171が試料Wの状態を計測可能な位置に試料Wが位置するように移動してもよい。ステージ22は、ビーム照射装置1が電子ビームEBを照射可能な位置と、光学顕微鏡171が計測可能な位置との間で移動してもよい。

[0177] 走査型電子顕微鏡SEMは、光学顕微鏡171を用いた試料Wの状態の計測結果に基づいて、ビーム照射装置1を用いて試料Wの状態を計測してもよい。例えば、走査型電子顕微鏡SEMは、まず、光学顕微鏡171を用

いて、試料Wのうちの所望領域の状態を計測してもよい。その後、走査型電子顕微鏡SEMは、光学顕微鏡171を用いた試料Wの所望領域の状態の計測結果に基づいて、ビーム照射装置1を用いて試料Wの同じ所望領域の状態（或いは、所望領域とは異なる領域の状態）を計測してもよい。この場合、試料Wの所望領域には、ビーム照射装置1を用いた試料Wの状態の計測のために利用可能な所定の指標物が形成されていてもよい。所定の指標物の一例として、例えば、試料Wとビーム照射装置1との位置合わせに用いられるマーク（例えば、フィデュシャルマーク及びアライメントマークの少なくとも一方）があげられる。

[0178] 或いは、上述したように、試料Wの表面WSuには、微細な凹凸パターンが形成されている。例えば、試料Wが半導体基板である場合には、微細な凹凸パターンの一例として、レジストが塗布された半導体基板が露光装置によって露光され且つ現像装置によって現像された後に半導体基板に残るレジストパターンがあげられる。この場合、例えば、走査型電子顕微鏡SEMは、まず、光学顕微鏡171を用いて、試料Wのうちの所望領域に形成された凹凸パターンの状態を計測してもよい。その後、走査型電子顕微鏡SEMは、光学顕微鏡171を用いた試料Wの所望領域の状態の計測結果（つまり、所望領域に形成された凹凸パターンの状態の計測結果）に基づいて、ビーム照射装置1を用いて試料Wの同じ所望領域に形成された凹凸パターンの状態を計測してもよい。例えば、走査型電子顕微鏡SEMは、光学顕微鏡171の計測結果に基づいて、凹凸パターンの計測に最適な電子ビームEBが照射されるように電子ビームEBの特性を制御した上で、ビーム照射装置1を用いて試料Wの同じ所望領域に形成された凹凸パターンの状態を計測してもよい。

[0179] このような第12変形例の走査型電子顕微鏡SEMは、走査型電子顕微鏡SEMが享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。加えて、第12変形例の走査型電子顕微鏡SEMは、光学顕微鏡171を備えていない比較例の走査型電子顕微鏡と比較して、電子ビームEBを用いて試料W

の状態をより適切に計測することができる。

[0180] 尚、上述した説明では、走査型電子顕微鏡SEMは、光学顕微鏡171を用いて試料Wの状態を計測した後に、ビーム照射装置1を用いて試料Wの状態を計測している。しかしながら、走査型電子顕微鏡SEMは、光学顕微鏡171を用いた試料Wの状態の計測と、ビーム照射装置1を用いた試料Wの状態の計測とを並行して行ってもよい。例えば、走査型電子顕微鏡SEMは、試料Wの所望領域の状態を、光学顕微鏡171及びビーム照射装置1を用いて同時に計測してもよい。或いは、走査型電子顕微鏡SEMは、光学顕微鏡171を用いた試料Wの第1領域の状態の計測と、ビーム照射装置1を用いた試料Wの第2領域（但し、第2領域は第1領域とは異なる）の状態の計測とを並行して行ってもよい。

[0181] また、走査型電子顕微鏡SEMは、光学顕微鏡171に加えて又は代えて、大気圧環境下で試料Wの状態を計測可能な任意の計測装置を備えていてもよい。任意の計測装置の一例として、回折干渉計があげられる。尚、回折干渉計は、例えば、光源光を分岐して計測光及び参照光を生成し、計測光を試料Wに照射して発生する反射光（或いは、透過光又は散乱光）と参照光とが干渉することで発生する干渉パターンを検出して試料Wの状態を計測する計測装置である。尚、任意の計測装置の他の一例として、スキャトロメータが挙げられる。スキャトロメータは、試料Wに計測光を照射して、試料Wからの散乱光（回折光等）を受光して試料Wの状態を計測する計測装置である。

[0182] また、上述した走査型電子顕微鏡SEMの説明では、走査型電子顕微鏡SEMが光学顕微鏡171を備えていることになっている。しかしながら第1変形例の走査型電子顕微鏡SEMaから第11変形例の走査型電子顕微鏡SEMk（更には、後述する第13変形例の走査型電子顕微鏡SEmm）のそれぞれが光学顕微鏡171を備えていてもよい。

[0183] （3-13）第13変形例

続いて、図37を参照しながら、第13変形例の走査型電子顕微鏡SEM

mについて説明する。図37は、第13変形例の走査型電子顕微鏡SEMmの構造を示す断面図である。

[0184] 図37に示すように、第13変形例の走査型電子顕微鏡SEMmは、上述した走査型電子顕微鏡SEMと比較して、チャンバ181mと、空調機182mとを備えているという点で異なる。走査型電子顕微鏡SEMmのその他の構造は、上述した走査型電子顕微鏡SEMのその他の構造と同一であってもよい。

[0185] チャンバ181mは、少なくともビーム照射装置1と、ステージ装置2と、支持フレーム3とを収容する。但し、チャンバ181mは、ビーム照射装置1、ステージ装置2及び支持フレーム3の少なくとも一部を収容していなくてもよい。チャンバ181mは、走査型電子顕微鏡SEMmが備えるその他の構成要件（例えば、位置計測装置15、制御装置4及びポンプ系5の少なくとも一部）を収容していてもよい。

[0186] チャンバ181mの外部の空間は、例えば、大気圧空間である。チャンバ181mの内部の空間（つまり、少なくともビーム照射装置1と、ステージ装置2と、支持フレーム3とを収容する空間）もまた、例えば、大気圧空間である。この場合、少なくともビーム照射装置1と、ステージ装置2と、支持フレーム3とは、大気圧空間に配置される。但し、上述したように、チャンバ181mの内部の大気圧空間内に、ビーム照射装置1が局所的な真空領域VSPを形成する。

[0187] 空調機182mは、チャンバ181mの内部の空間に気体（例えば、上述した不活性ガス及びクリーンドライエアーの少なくとも一方）を供給可能である。空調機182mは、チャンバ181mの内部の空間から気体を回収可能である。空調機182mがチャンバ181mの内部の空間から気体を回収することで、チャンバ181mの内部の空間の清浄度が良好に保たれる。この際、空調機182mは、チャンバ181mの内部の空間に供給する気体の温度及び湿度の少なくとも一方を制御することで、チャンバ181mの内部の空間の温度及び湿度の少なくとも一方を制御可能である。

[0188] このような第13変形例の走査型電子顕微鏡SEMmは、走査型電子顕微鏡SEMが享受可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0189] 尚、上述した走査型電子顕微鏡SEMmの説明では、走査型電子顕微鏡SEMがチャンバ181m及び空調機182mを備えていることになっている。しかしながら第1変形例の走査型電子顕微鏡SEMaから第12変形例の走査型電子顕微鏡SEMIのそれぞれがチャンバ181m及び空調機182mを備えていてもよい。

[0190] (3-14) 第14変形例

上述した説明では、試料Wは、真空領域VSPが試料Wの表面WSuのうちの一部しか覆うことができない程度に大きいサイズを有している。一方で、第14変形例では、第14変形例においてステージ22が試料Wを保持する様子を示す断面図である図38に示すように、試料Wは、真空領域VSPが試料Wの表面WSuの全体を覆うことができる程度に小さいサイズを有していてもよい。或いは、試料Wは、真空領域VSPに含まれるビーム通過空間SPb3が試料Wの表面WSuの全体を覆うことができる程度に小さいサイズを有していてもよい。この場合、図38に示すように、差動排気系12が形成する真空領域VSPは、試料Wの表面WSuを覆う及び／又は試料Wの表面WSuに面する（つまり、接する）ことに加えて、ステージ22の表面（例えば、ステージ22の表面のうち保持面HSとは異なる外周面OS）の少なくとも一部を覆っていてもよい及び／又はステージ22の表面（例えば、外周面OS）の少なくとも一部に面していてもよい。外周面OSは、典型的には、保持面HSの周囲に位置する面を含む。尚、図38は、説明の便宜上、走査型電子顕微鏡SEMが、第14変形例で説明しているサイズが小さい試料Wに電子ビームEBを照射する例を示しているが、第1変形例の走査型電子顕微鏡SEMaから第13変形例の走査型電子顕微鏡SEMmのそれぞれもまた、第14変形例で説明しているサイズが小さい試料Wに電子ビームEBを照射してもよいことはいうまでもない。

[0191] 第14変形例では、走査型電子顕微鏡SEMは、ビーム射出装置1の射出

面 1 2 1 L S と試料 W の表面 W S u との間の間隔 D が所望間隔 D_{target} となることに代えて、射出面 1 2 1 L S とステージ 2 2 の表面（例えば、外周面 O S）との間の間隔 D_{o1} が所望間隔 D_{target} となるように、間隔調整系 1 4 及びステージ駆動系 2 3 の少なくとも一方を制御してもよい。

[0192] （3－15）第 1 5 変形例

上述した第 1 4 変形例では、ステージ 2 2 の保持面 H S とステージ 2 2 の外周面 O S とが同じ高さに位置していた。一方で、第 1 5 変形例では、第 1 5 変形例においてステージ 2 2 が試料 W を保持する様子を示す断面図である図 3 9 に示すように、保持面 H S と外周面 O S とが異なる高さ（つまり、Z 軸方向において異なる位置）に位置していてもよい。図 3 8 は、保持面 H S が外周面 O S よりも低い位置に位置する例を示しているが、保持面 H S が外周面 O S よりも高い位置に位置していてもよい。保持面 H S が外周面 O S よりも低い位置に位置する場合には、ステージ 2 2 には、実質的には、試料 W が収容される収容空間（つまり、試料 W を収容できるように窪んだ空間）が形成されていると言える。また、図 3 8 は、外周面 O S が試料 W の表面 W S u よりも高い位置に位置する例を示しているが、外周面 O S が表面 W S u よりも低い位置に位置していてもよいし、外周面 O S が表面 W S u と同じ高さに位置していてもよい。尚、図 3 9 は、説明の便宜上、走査型電子顕微鏡 S E M が、第 1 5 変形例で説明した外周面 O S とは高さが異なる保持面 H S に保持された試料 W に電子ビーム E B を照射する例を示しているが、第 1 変形例の走査型電子顕微鏡 S E M a から第 1 3 変形例の走査型電子顕微鏡 S E M m のそれぞれもまた、第 1 5 変形例で説明した外周面 O S とは高さが異なる保持面 H S に保持された試料 W に電子ビーム E B を照射してもよいことはいうまでもない。

[0193] 第 1 5 変形例では、第 1 4 変形例と同様に、試料 W は、真空領域 V S P が試料 W の表面 W S u の全体を覆うことができる程度に小さいサイズを有していてもよい。この場合、第 1 4 変形例と同様に、差動排気系 1 2 が形成する

真空領域VSPは、試料Wの表面WSuを覆う及び／又は試料Wの表面WSuに面することに加えて、ステージ22の表面（例えば、外周面OS）の少なくとも一部を覆っていてもよい及び／又はステージ22の表面（例えば、外周面OS）の少なくとも一部に面していてもよい。或いは、試料Wは、真空領域VSPが試料Wの表面WSuのうちの一部しか覆うことができない程度に大きいサイズを有していてもよい。この場合、差動排気系12が形成する真空領域VSPは、試料Wの表面WSuの一部を覆う及び／又は試料Wの表面WSuの一部に面する一方で、ステージ22の表面（例えば、外周面OS）の少なくとも一部を覆っていなくてもよい及び／又はステージ22の表面（例えば、外周面OS）の少なくとも一部に面していなくてもよい。

[0194] 第15変形例においても、第14変形例と同様に、走査型電子顕微鏡SEMは、射出面121LSと表面WSuとの間の間隔Dが所望間隔D_{target}となることに代えて、射出面121LSとステージ22の表面（例えば、外周面OS）との間の間隔D_{o1}が所望間隔D_{target}となるように、間隔調整系14及びステージ駆動系23の少なくとも一方を制御してもよい。

[0195] （3-16）第16変形例

第16変形例では、第16変形例においてステージ22が試料Wを保持する様子を示す断面図である図40に示すように、試料Wは、カバー部材25によって覆われていてもよい。つまり、試料Wとビーム照射装置1（特に、射出面121LS）との間にカバー部材25が配置されている状態で、電子ビームEBが試料Wに照射されてもよい。この際、カバー部材25に貫通孔が形成されていてもよく、電子ビームEBは、カバー部材25の貫通孔を介して試料Wに照射されてもよい。カバー部材25は、試料Wの表面WSuに接するように又は表面WSuとの間に間隙を確保するように試料Wの上方に配置されていてもよい。この場合、差動排気系12は、試料Wの表面WSuの少なくとも一部を覆う真空領域VSPに代えて、カバー部材25の表面25sの少なくとも一部を覆う真空領域VSPを形成してもよい。差動排気系

12は、試料Wの表面WS_uに接する真空領域VSPに代えて、カバー部材25の表面25sに接する真空領域VSPを形成してもよい。尚、図40は、説明の便宜上、走査型電子顕微鏡SEMが、第16変形例で説明したカバー部材25で覆われた試料Wに電子ビームEBを照射する例を示しているが、第1変形例の走査型電子顕微鏡SEM_aから第13変形例の走査型電子顕微鏡SEM_mのそれぞれもまた、第16変形例で説明したカバー部材25で覆われた試料Wに電子ビームEBを照射してもよいことはいうまでもない。

[0196] カバー部材25の表面25sは、待避部材223の上面ESと同じ高さに位置していてもよい。この場合、待避部材223は、ステージ22の移動に伴ってビーム照射装置1がカバー部材25と待避部材223との間で移動する場合に真空領域VSPを維持するために利用可能であってもよい。第2変形例において、カバー部材25と待避部材223との間の空間の少なくとも一部が排気されてもよい。第3変形例において、カバー部材25と待避部材223との間の間隔が、カバー部材25と外周部材222のうちの待避部材223以外の部分との間の間隔とは異なるように、カバー部材25がステージ22に載置されてもよい。第7変形例において、外周部材222gは、試料Wの表面WS_uと外周部材222gの上面OSとの相対位置に基づいて移動する場合と同様に、カバー部材25の表面25sと外周部材222gの上面OSとの相対位置に基づいて移動してもよい。第9変形例において、真空領域VSPの移動元の面及び／又は移動先の面は、試料Wの表面WS_uに加えて又は代えて、カバー部材25の表面25sの少なくとも一部を含んでいてもよい。

[0197] 第16変形例では、試料Wは、真空領域VSPが試料Wの表面WS_uの全体を覆うことができる程度に小さいサイズを有していてもよいし、真空領域VSPが試料Wの表面WS_uのうちの一部しか覆うことができない程度に大きいサイズを有していてもよい。

[0198] 第16変形例では、走査型電子顕微鏡SEMは、射出面121LSと表面WS_uとの間の間隔Dが所望間隔D_{target}となることに代えて、射

出面 1 2 1 L S とカバー部材 2 5 の表面 2 5 s との間の間隔 D_o 2 が所望間隔 D_{target} となるように、間隔調整系 1 4 及びステージ駆動系 2 3 の少なくとも一方を制御してもよい。

[0199] (3-17) その他の変形例

上述した説明では、外周部材 2 2 2 は、X Y 平面に沿った一方向において保持部材 2 2 1 に隣接する待避部材 2 2 3 を含んでいる。しかしながら、外周部材 2 2 2 は、X Y 平面に沿った複数の異なる方向において保持部材 2 2 1 に夫々隣接する複数の待避部材 2 2 3 を含んでいてもよい。例えば、図 4 1 (a) に示すように、外周部材 2 2 2 は、保持部材 2 2 1 よりも -Y 側において保持部材 2 2 1 に隣接する待避部材 2 2 3-1 と、保持部材 2 2 1 よりも +Y 側において保持部材 2 2 1 に隣接する待避部材 2 2 3-2 とを含んでいてもよい。例えば、図 4 1 (b) に示すように、外周部材 2 2 2 は、保持部材 2 2 1 よりも -Y 側において保持部材 2 2 1 に隣接する待避部材 2 2 3-1 と、保持部材 2 2 1 よりも +Y 側において保持部材 2 2 1 に隣接する待避部材 2 2 3-2 と、保持部材 2 2 1 よりも -X 側において保持部材 2 2 1 に隣接する待避部材 2 2 3-3 と、保持部材 2 2 1 よりも +X 側において保持部材 2 2 1 に隣接する待避部材 2 2 3-4 とを含んでいてもよい。この場合には、各待避部材 2 2 3-1 から 2 2 3-4 は、上述した待避部材 2 2 3 と同様に利用可能である。

[0200] 上述した説明では、差動排気系 1 2 は、単一の排気機構（具体的には、排気溝 1 2 4 及び配管 1 2 5）を備える 1 段式の差動排気系を備えている。しかしながら、複数の排気機構を備える多段式の差動排気系であってもよい。この場合、真空形成部材 1 2 1 の射出面 1 2 1 L S には、複数の排気溝 1 2 4 が形成され、真空形成部材 1 2 1 には、複数の排気溝 1 2 4 に夫々連通する複数の配管 1 2 5 が形成される。複数の配管 1 2 5 は、夫々、ポンプ系 5 が備える複数の真空ポンプ 5 2 に接続される。複数の真空ポンプ 5 2 の排気能力は、同一であってもよいし、異なってもよい。

[0201] 走査型電子顕微鏡 SEM に限らず、電子ビーム EB を試料 W（或いは、そ

の他の任意の物体)に照射する任意の電子ビーム装置が、上述した走査型電子顕微鏡SEMと同様の構造を有していてもよい。つまり、任意の電子ビーム装置が、上述したステージ22を備えていてもよい。任意の電子ビーム装置の一例として、電子ビームEBを用いて電子線レジストが塗布されたウェハを露光することでウェハにパターンを形成する電子ビーム露光装置、及び、電子ビームEBを母材に照射して発生する熱で母材を溶接する電子ビーム溶接装置の少なくとも一方があげられる。

[0202] 或いは、電子ビーム装置に限らず、電子ビームEBとは異なる任意の荷電粒子ビーム又はエネルギービーム(例えば、イオンビーム)を任意の試料W(或いは、その他の任意の物体)に照射する任意のビーム装置が上述した走査型電子顕微鏡SEMと同様の構造を有していてもよい。つまり、荷電粒子ビーム又はエネルギービームを照射可能なビーム光学系を備える任意のビーム装置が、上述したステージ22を備えていてもよい。任意のビーム装置の一例として、集束したイオンビームを試料に照射し加工や観察を行う集束イオンビーム(FIB: Focused Ion Beam)装置、及び、軟X線領域(例えば5~15nmの波長域)のEUV(Extreme Ultraviolet)光を用いてレジストが塗布されたウェハを露光することでウェハにパターンを形成するEUV露光装置の少なくとも一方があげられる。或いは、ビーム装置に限らず、電子を含む任意の荷電粒子を、ビームとは異なる照射形態で任意の試料W(或いは、その他の任意の物体)に照射する任意の照射装置が上述した走査型電子顕微鏡SEMと同様の構造を有していてもよい。つまり、荷電粒子を照射(例えば、放出、生成、噴出又は)可能な照射系を備える任意の照射装置が、上述したステージ22を備えていてもよい。任意の照射装置の一例として、プラズマを用いて物体をエッチングするエッチング装置、及び、プラズマを用いて物体に成膜処理を行う成膜装置(例えば、スパッタリング装置等のPVD(Physical Vapor Deposition)装置、及び、CVD(Chemical Vapor Deposition)装置の少なくとも一方)の少なくとも一方が

あげられる。

[0203] 或いは、荷電粒子に限らず、任意の物質を照射と異なる形態で任意の試料 W（或いは、その他の任意の物体）に真空下で作用させる任意の真空装置が上述した第 1 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M a から第 1 3 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M m のうちの少なくとも一つと同様の構造を有していてもよい。任意の真空装置の一例として、真空中で蒸発又は昇華させた材料の蒸気を試料に到達させて蓄積させる事で膜を形成する真空蒸着装置があげられる。

[0204] （４）付記

以上説明した実施形態に関して、更に以下の付記を開示する。

[付記 1]

物体の表面の一部を覆い前記物体と接する真空領域を局所的に形成可能な真空形成装置と、前記物体を保持可能な保持面を有する保持装置と、前記保持面の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置とを備える局所真空装置。

[付記 2]

前記保持面に保持された前記物体の表面に沿った方向において、前記保持面に保持された前記物体と前記真空形成部材との相対位置を変更する位置変更装置を備え、前記排気装置は、前記相対位置の変更によって前記真空領域の少なくとも一部の位置が前記間隙の少なくとも一部の位置が前記物体の表面に沿った方向において重なるとき前記間隙を排気する付記 1 に記載の局所真空装置。

[付記 3]

前記排気装置と連通し、前記間隙と面する開口を有し、前記排気装置は、前記開口を介して前記間隙を排気する付記 1 又は 2 に記載の局所真空装置。

[付記 4]

前記開口は、前記間隙に複数あり、前記複数の開口のうち、前記物体の表面に沿った方向における位置が前記真空領域の前記物体の表面に沿った方向

における範囲に含まれる開口を介して、前記排気装置は前記間隙を排気する付記 3 に記載の局所真空装置。

[付記 5]

前記開口は、前記間隙に複数あって、前記複数の開口のうち一部の開口を介して前記排気装置は前記間隙を排気し、少なくとも一つの前記一部の開口は、前記複数の開口のうち少なくとも一つの他の開口よりも前記物体の表面に沿った方向における位置が前記真空領域に近い付記 4 に記載の局所真空装置。

[付記 6]

前記真空領域は前記物体の表面の一部と接する付記 1 から 5 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[付記 7]

前記真空領域が形成されているときに、前記物体の表面の少なくとも別の一部は非真空領域又は前記真空領域よりも真空度が低い領域で覆われる付記 1 から 6 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[付記 8]

前記真空形成部材は、前記物体の表面と対向するように設けられ、前記排気装置と連通している開口を備える面を有する、付記 1 から 7 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[付記 9]

前記真空形成部材は、前記物体の表面と対向するように設けられ、前記排気装置とは異なる他の排気装置と連通している開口を備える面を有する、付記 1 から 7 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[付記 10]

前記開口は第 1 の開口であって、前記面における前記第 1 の開口の周囲に第 2 の開口を有する付記 9 に記載の局所真空装置。

[付記 11]

前記第 1 の開口内の空間の真空度は、前記第 2 の開口内の空間の真空度よ

りも高い付記 10 に記載の局所真空装置。

[付記 12]

前記真空形成部材は、前記物体の表面と間隙をもって配置され、前記真空形成部材の前記表面と対向している部分の前記物体側の空間を排気することによって真空を形成する、差動排気方式の真空形成部材である付記 1 から 11 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[付記 13]

前記真空領域の気圧は 1×10^{-3} パスカル以下である付記 1 から 12 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[付記 14]

前記真空形成部材と前記物体の間の距離は $1 \mu\text{m}$ 以上且つ $10 \mu\text{m}$ 以下である付記 1 から 13 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[付記 15]

付記 1 から 14 のいずれか一項に記載の局所真空装置と、前記真空領域の少なくとも一部を介して前記物体に荷電粒子を照射する荷電粒子照射装置とを備える荷電粒子装置。

[付記 16]

前記真空形成装置は、前記照射装置と前記荷電粒子が照射される前記物体上の照射領域との間の空間に、前記空間と異なる領域における真空度よりも高い真空度の真空領域を形成する付記 15 に記載の荷電粒子装置。

[付記 17]

保持面が保持する物体の表面の一部を覆い且つ前記物体と接する真空領域を局所的に形成することと、記保持面の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することを含む真空領域の形成方法。

[0205] 上述の各実施形態（各変形例を含む、以下この段落において同じ）の構成要件の少なくとも一部は、上述の各実施形態の構成要件の少なくとも他の一部と適宜組み合わせることができる。上述の各実施形態の構成要件のうちの

一部が用いられなくてもよい。また、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態で引用した全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

[0206] 本発明は、上述した実施形態に限られるものではなく、特許請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う局所真空装置、荷電粒子装置、真空領域の形成方法及び荷電粒子の照射方法もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0207] S E M 走査型電子顕微鏡

- 1 ビーム照射装置
 - 1 1 ビーム光学系
 - 1 2 差動排気系
 - 1 2 1 L S 射出面
 - 1 3 フランジ部材
 - 1 4 間隔調整系
- 2 ステージ装置
 - 2 2 ステージ
 - 2 2 1 保持部材
 - 2 2 2 外周部材
 - 2 2 3 待避部材
 - 2 3 ステージ駆動系
- 4 制御装置
- 5 ポンプ系
 - 5 1、5 2 真空ポンプ

S P b 1、S P b 2、S P b 3 ビーム通過空間

S P w 収容空間

V S P 真空領域

W 試料

W S u 表面

H S 保持面

O S、E S 上面

請求の範囲

- [請求項1] 排気装置と接続可能な管路を有し、物体の面に接する空間の気体を前記管路を介して排出して、真空領域を形成する真空形成部材と、
前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、
前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置とを備え、
前記真空領域の周囲の前記真空領域よりも気圧が高い空間の少なくとも一部の気体は、前記真空形成部材の前記管路を介して排出される局所真空装置。
- [請求項2] 排気装置と接続される第1端と物体の面に接する第1空間と接続される第2端とを有する管路を備え、前記第1空間の気体を前記管路を介して排出して、前記第1空間と接続される第2空間よりも圧力が低い真空領域を前記第1空間に形成する真空形成部材と、
前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、
前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置とを備える
局所真空装置。
- [請求項3] 排気装置と接続可能な管路を有し、物体の面の一部と対向した状態で前記管路を介して気体を排出することにより、前記物体の前記面の第1部分に接する第1空間に、前記面の前記第1部分とは異なる第2部分に接する第2空間の圧力より圧力が低い真空領域を形成可能な真空形成部材と、
前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、
前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置とを備える局所真空装置。
- [請求項4] 前記第2空間は、前記第1空間を経ずに前記管路と接続できないが前記第1空間を経ると接続できる
請求項2または3に記載の局所真空装置。

- [請求項5] 排気装置と接続可能な管路を有し、物体の面と前記管路の端部とが対向した状態で、前記物体の前記面に接する空間の気体を前記管路を介して排出して、真空領域を形成する真空形成部材と、
前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、
前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置とを備える局所真空装置。
- [請求項6] 前記物体の前記面の少なくとも一部は、前記真空領域の少なくとも一部に面する
請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。
- [請求項7] 前記物体の前記面の少なくとも一部は、前記真空領域の少なくとも一部に覆われる
請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。
- [請求項8] 前記物体の前記面の一部は、前記真空領域に面し、前記物体の前記面の他の一部は、大気圧領域に面する
請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。
- [請求項9] 前記真空領域の気圧は 1×10^{-3} パスカル以下である
請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の局所真空装置。
- [請求項10] 前記物体を保持可能な保持面を有する保持装置を更に備え、
前記外部面は、前記保持面の周囲の少なくとも一部に位置する
請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の局所真空装置。
- [請求項11] 前記物体の表面に沿った方向において、前記物体と前記真空形成部材との相対位置を変更する位置変更装置を備え、
前記排気装置は、前記相対位置の変更によって前記真空領域の少なくとも一部の位置が前記間隙の少なくとも一部の位置と前記物体の表面に沿った方向において重なるとき前記間隙を排気する
請求項 1 から 10 のいずれか一項に記載の局所真空装置。
- [請求項12] 前記排気装置と連通し、前記間隙と面する開口を有し、
前記排気装置は、前記開口を介して前記間隙を排気する

請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[請求項13]

前記開口は、前記間隙に複数あり、

前記複数の開口のうち、前記物体の表面に沿った方向における位置が前記真空領域の前記物体の表面に沿った方向における範囲に含まれる開口を介して、前記排気装置は前記間隙を排気する

請求項 1 2 に記載の局所真空装置。

[請求項14]

前記開口は、前記間隙に複数あって、

前記複数の開口のうち一部の開口を介して前記排気装置は前記間隙を排気し、

少なくとも一つの前記一部の開口は、前記複数の開口のうち少なくとも一つの他の開口よりも前記物体の表面に沿った方向における位置が前記真空領域に近い

請求項 1 3 に記載の局所真空装置。

[請求項15]

前記真空領域は前記物体の表面の一部と接する

請求項 1 から 1 4 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[請求項16]

前記真空領域が形成されているときに、前記物体の表面の一部は前記真空領域で覆われ、前記物体の表面の少なくとも別の一部は非真空領域又は前記真空領域よりも真空度が低い領域で覆われる

請求項 1 から 1 5 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[請求項17]

前記真空形成部材は、前記物体の表面と対向するように設けられ、前記排気装置と連通している開口を備える面を有する、

請求項 1 から 1 6 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[請求項18]

前記真空形成部材は、前記物体の表面と対向するように設けられ、前記排気装置とは異なる他の排気装置と連通している開口を備える面を有する、

請求項 1 から 1 6 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[請求項19]

前記開口は第 1 の開口であって、前記面における前記第 1 の開口の周囲に第 2 の開口を有する

請求項 18 に記載の局所真空装置。

[請求項20] 前記第 1 の開口内の空間の真空度は、前記第 2 の開口内の空間の真空度よりも高い

請求項 19 に記載の局所真空装置。

[請求項21] 前記真空形成部材は、前記物体の表面と間隙をもって配置され、前記真空形成部材の前記表面と対向している部分の前記物体側の空間を排気することによって真空を形成する、差動排気方式の真空形成装置である

請求項 1 から 20 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[請求項22] 前記真空領域の気圧は 1×10^{-3} パスカル以下である

請求項 1 から 21 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[請求項23] 前記真空形成部材と前記物体の間の距離は $1 \mu\text{m}$ 以上且つ $10 \mu\text{m}$ 以下である

請求項 1 から 22 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[請求項24] 前記真空領域の真空度は、前記真空形成部材の外部の空間のうち前記真空領域が形成される空間とは異なる他の空間の真空度と比較して高く維持される

請求項 1 から 23 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[請求項25] 前記真空形成部材には開口が形成され、
前記開口を介して前記真空形成部材の外部の空間の少なくとも一部からの排気を行う

請求項 1 から 24 のいずれか一項に記載の局所真空装置。

[請求項26] 請求項 1 から 25 のいずれか一項に記載の局所真空装置と、
前記真空領域の少なくとも一部を介して荷電粒子を照射する荷電粒子照射装置と

を備える荷電粒子装置。

[請求項27] 前記荷電粒子照射装置から照射される荷電粒子の通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む

請求項 2 6 に記載の荷電粒子装置。

[請求項28] 前記真空形成部材は、前記荷電粒子照射装置と前記荷電粒子が照射される照射領域との間の空間に、前記空間と異なる領域における真空度よりも高い真空度の真空領域を形成する

請求項 2 6 又は 2 7 に記載の荷電粒子装置。

[請求項29] 前記荷電粒子照射装置は、前記荷電粒子を試料に向けて照射する
請求項 2 6 から 2 8 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項30] 前記真空形成部材は、前記荷電粒子照射装置と前記荷電粒子が照射される前記試料上の照射領域との間の空間に、前記空間と異なる領域における真空度よりも高い真空度の真空領域を形成する

請求項 2 9 に記載の荷電粒子装置。

[請求項31] 前記物体の前記面は、前記試料の表面の少なくとも一部を含む
請求項 2 9 又は 3 0 に記載の荷電粒子装置。

[請求項32] 前記物体の前記面は、前記試料を保持する保持部材の表面の少なくとも一部を含む

請求項 2 9 又は 3 0 に記載の荷電粒子装置。

[請求項33] 前記物体の前記面は、前記試料と前記真空形成部材との間に配置される部材の表面の少なくとも一部を含む

請求項 2 9 又は 3 0 に記載の荷電粒子装置。

[請求項34] 物体の面に接する空間の気体を排気装置と接続可能な管路を介して排出して真空領域を形成することと、

前記真空領域の周囲の前記真空領域よりも気圧が高い空間の少なくとも一部の気体を、前記管路を介して排出することと、

前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することと

を含む真空領域の形成方法。

[請求項35] 排気装置と接続される第 1 端と、物体の面と接する第 1 空間と接続される第 2 端とを有する管路を介して、前記第 1 空間の気体を排出し

て、前記第 1 空間と接続される第 2 空間よりも圧力が低い真空領域を前記第 1 空間に形成することと、

前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することと
を含む真空領域の形成方法。

[請求項36] 排気装置と接続可能な管路を介して気体を排出することにより、物体の面の第 1 部分に接する第 1 空間に、前記面の前記第 1 部分とは異なる第 2 部分に接する第 2 空間の圧力より圧力が低い真空領域を形成することと、

前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することと
を含む真空領域の形成方法。

[請求項37] 前記第 2 空間は、前記第 1 空間を経ずに前記管路と接続できないが前記第 1 空間を経ると接続できる
請求項 3 5 又は 3 6 に記載の真空領域の形成方法。

[請求項38] 排気装置と接続可能な管路の端部と物体の面とが対向した状態で、前記物体の前記面に接する空間の気体を前記管路を介して排出して、真空領域を形成することと、

前記物体の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することと
を含む真空領域の形成方法。

[請求項39] 前記物体の前記面の少なくとも一部は、前記真空領域の少なくとも一部に面する

請求項 3 4 から 3 8 のいずれか一項に記載の真空領域の形成方法。

[請求項40] 前記物体の前記面の少なくとも一部は、前記真空領域の少なくとも一部に覆われる

請求項 3 4 から 3 9 のいずれか一項に記載の真空領域の形成方法。

[請求項41] 前記物体の前記面の一部は、前記真空領域に面し、前記物体の前記

面の他の一部は、大気圧領域に面する

請求項 34 から 40 のいずれか一項に記載の真空領域の形成方法。

[請求項42]

前記真空領域の気圧は 1×10^{-3} パスカル以下である

請求項 34 から 41 のいずれか一項に記載の真空領域の形成方法。

[請求項43]

物体の表面の一部を覆い前記物体と接する真空領域を局所的に形成可能な真空形成装置と、

前記物体を保持可能な保持面を有する保持装置と、

前記保持面の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と、

前記物体の表面と前記外部面との間の間隙を排気する排気装置と

を備える局所真空装置。

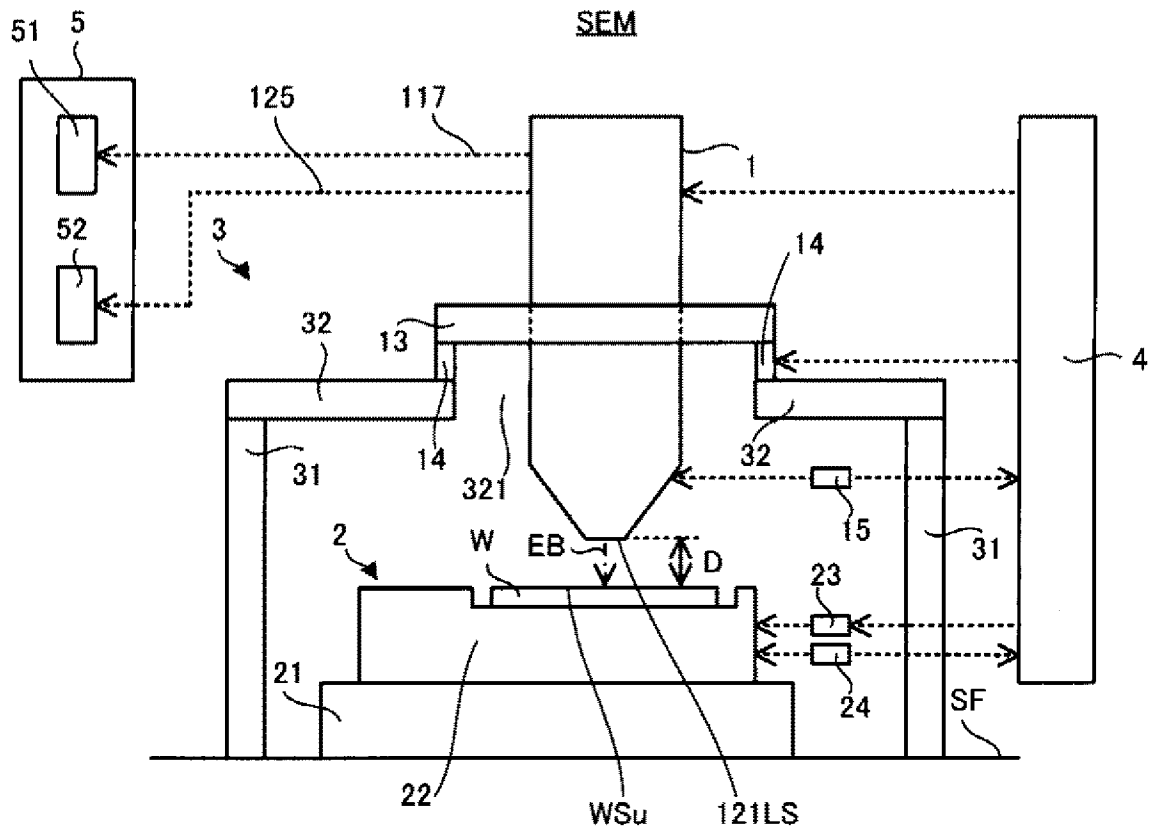
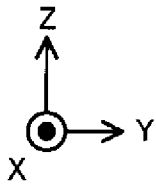
[請求項44]

保持面が保持する物体の表面の一部を覆い且つ前記物体と接する真空領域を局所的に形成することと、

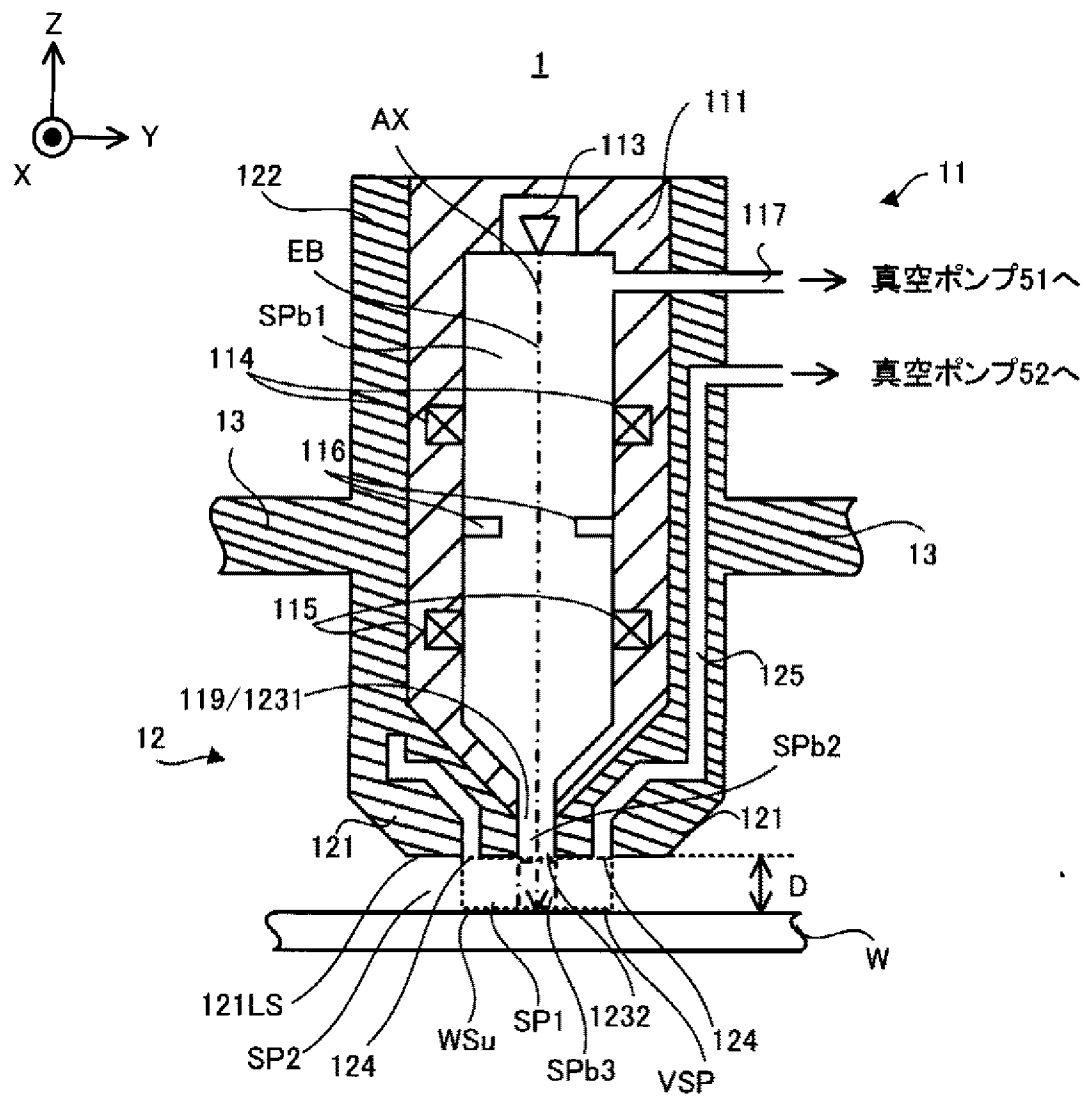
前記保持面の周囲の少なくとも一部に位置する外部面と前記物体の表面との間の間隙を排気することと

を含む真空領域の形成方法。

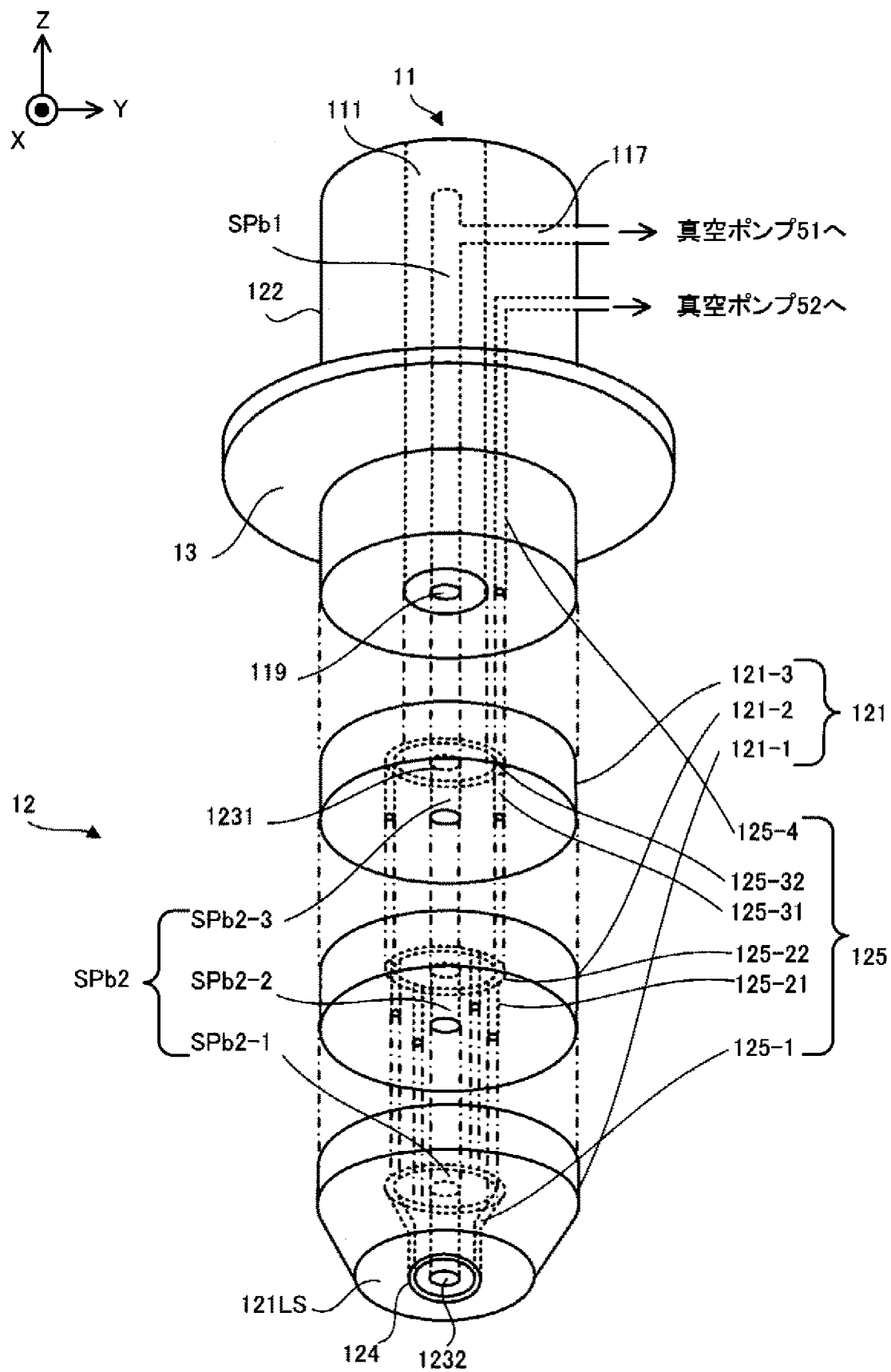
[図1]



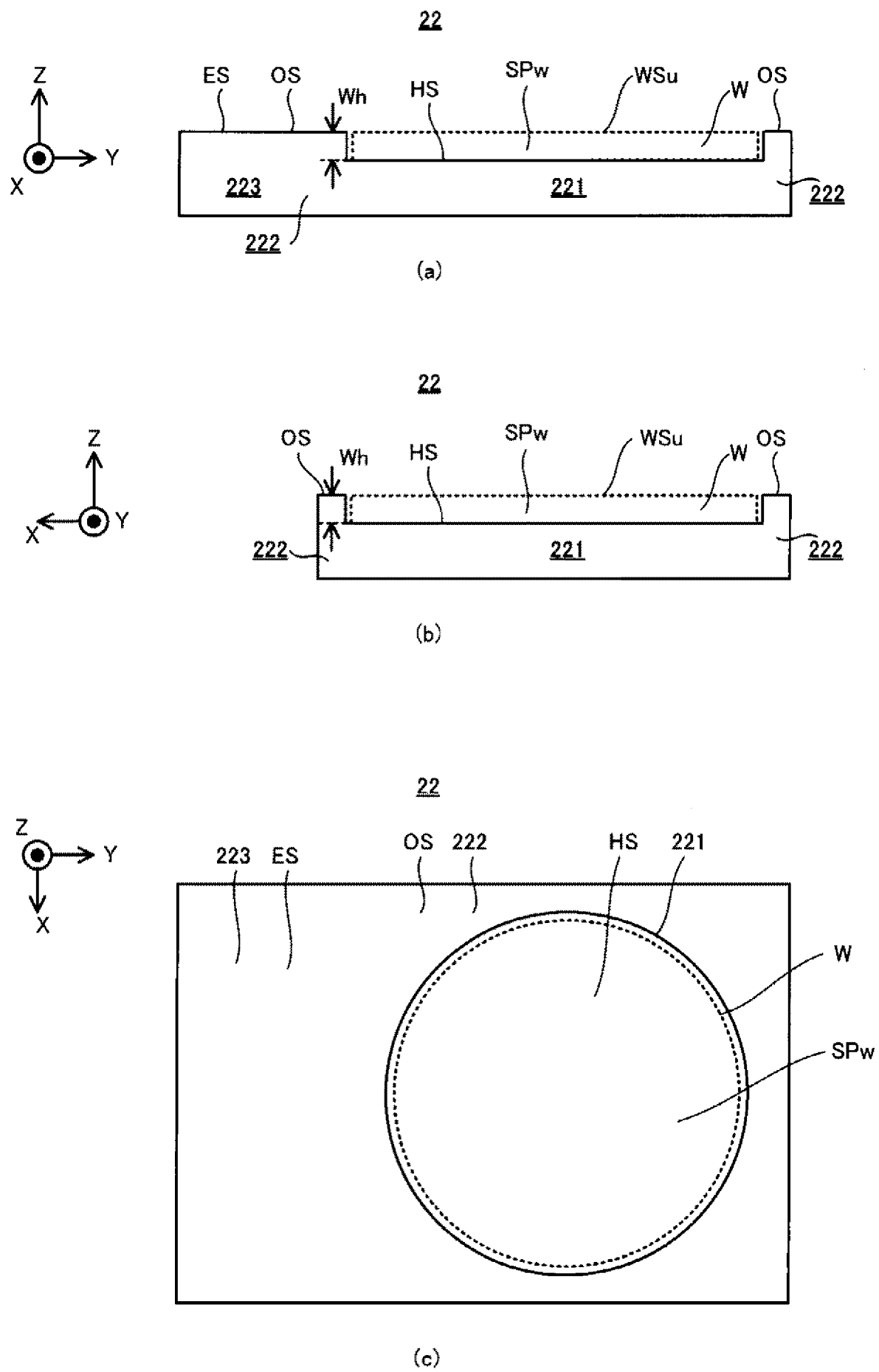
[図2]



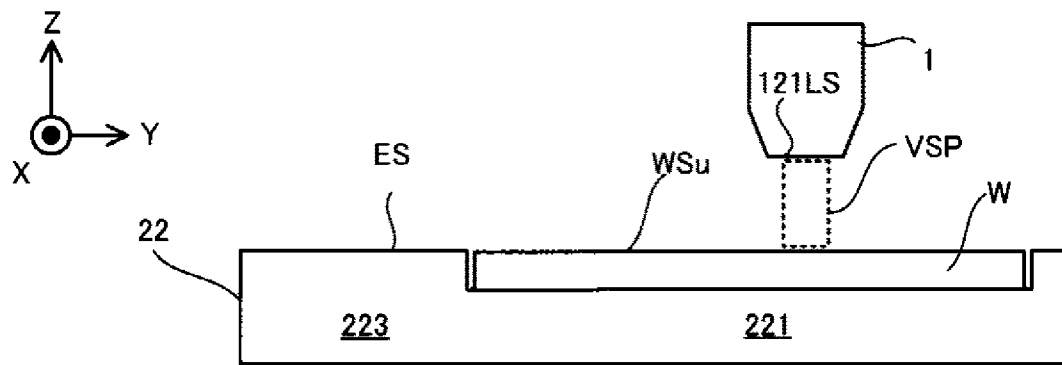
[図3]



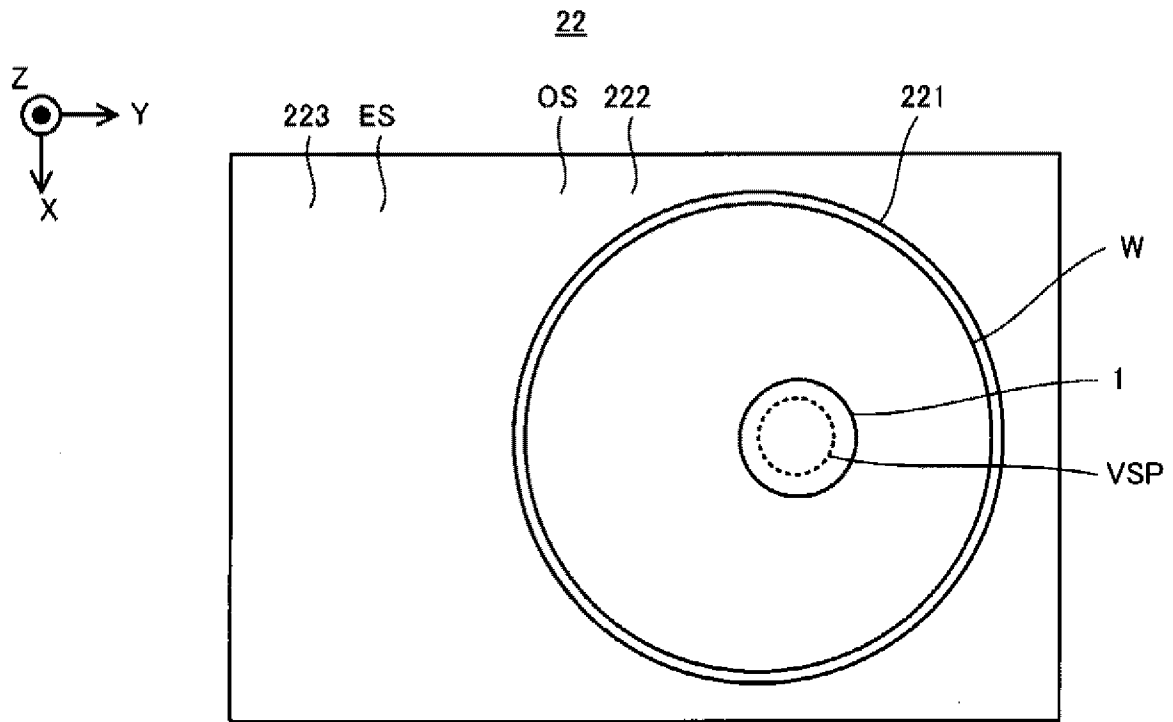
[図4]



[図5]

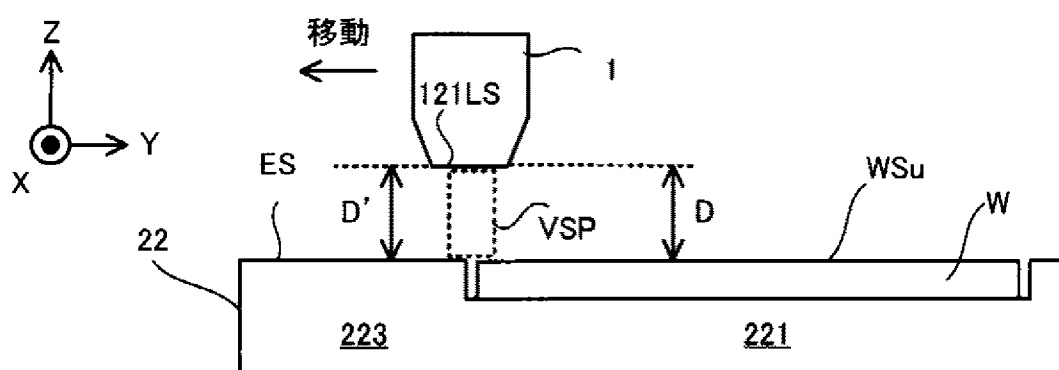


(a)

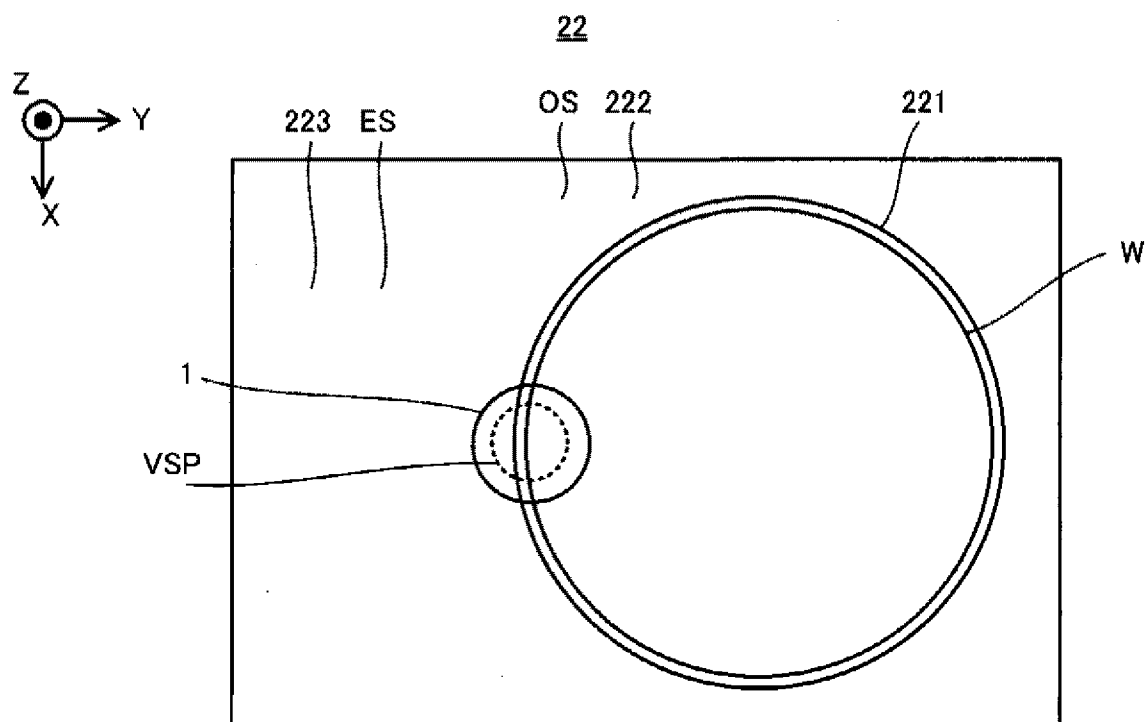


(b)

[図6]

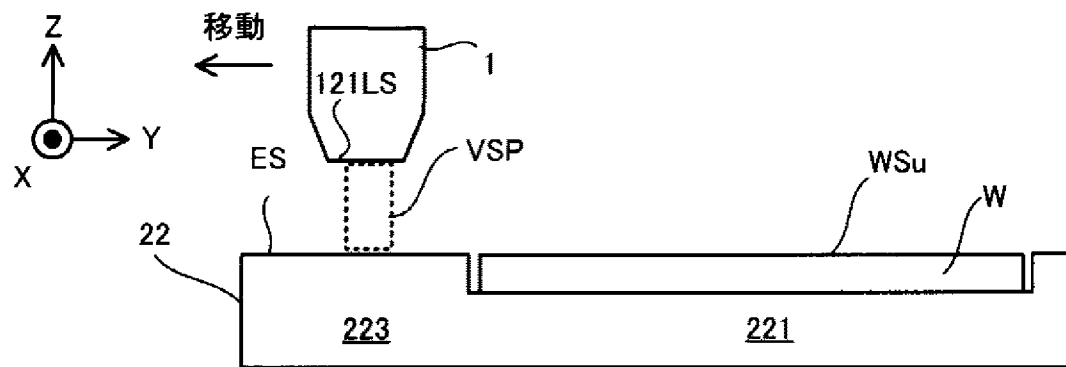


(a)

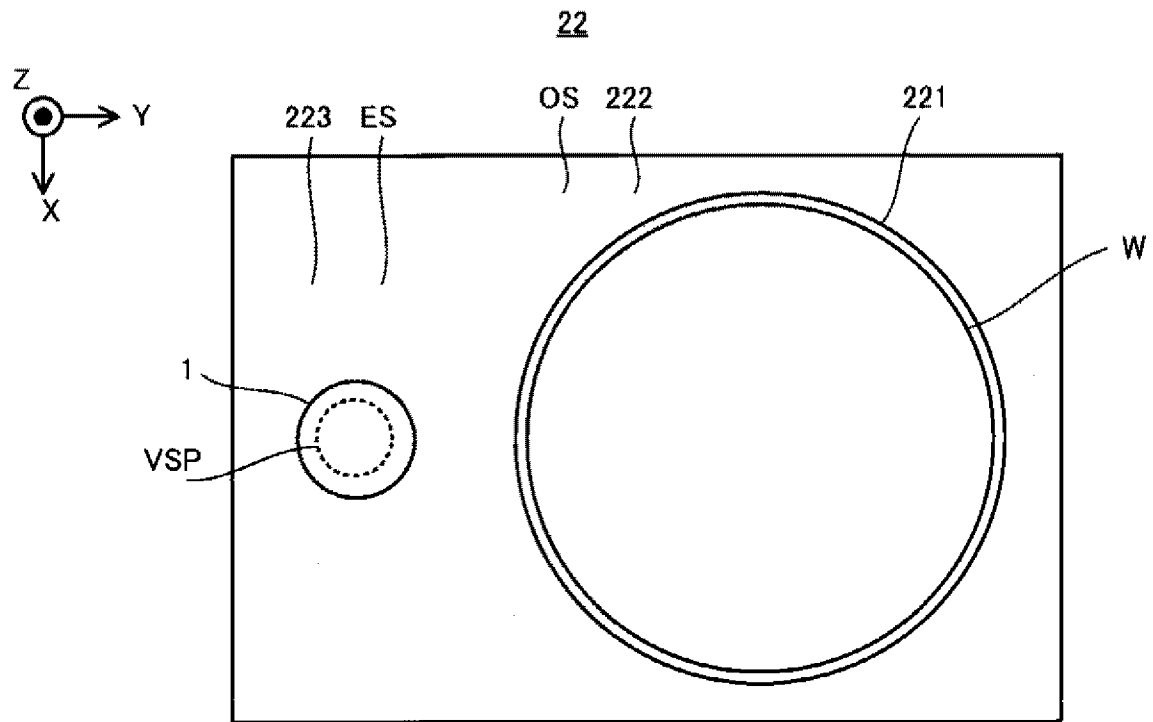


(b)

[図7]

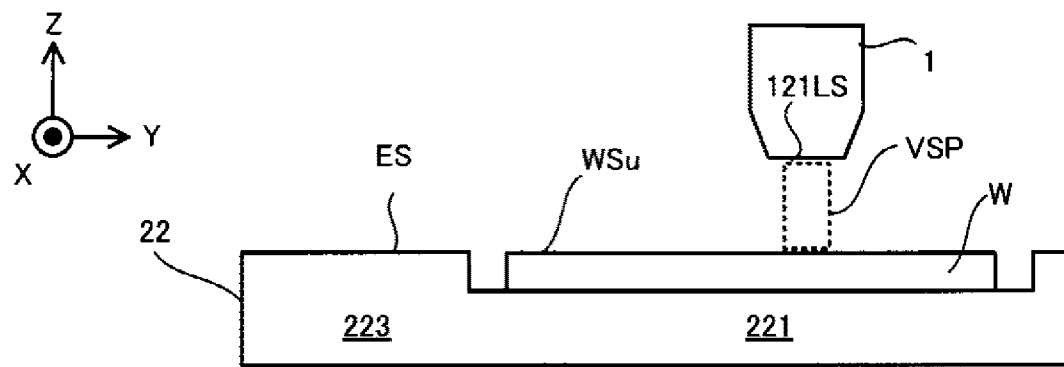


(a)

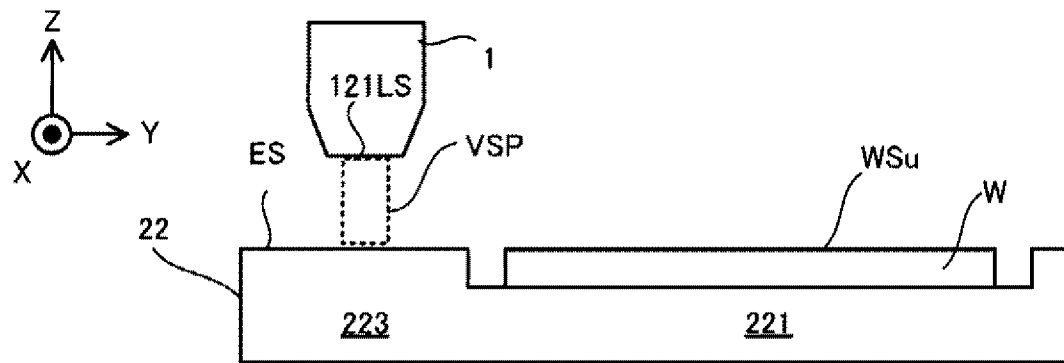


(b)

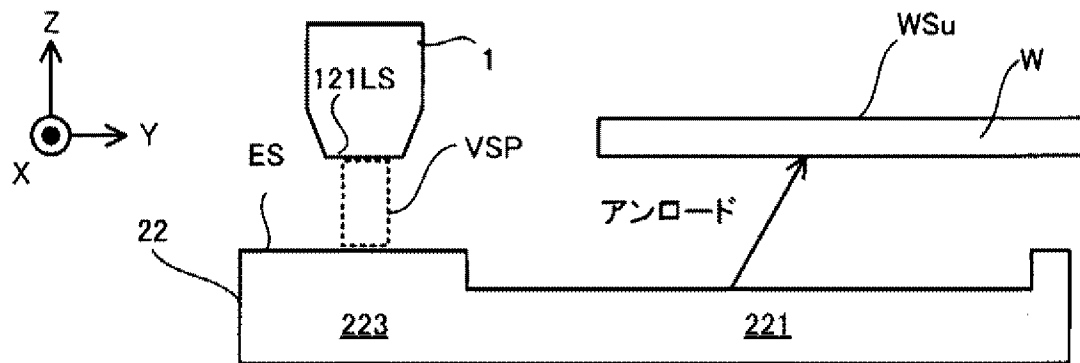
[図8]



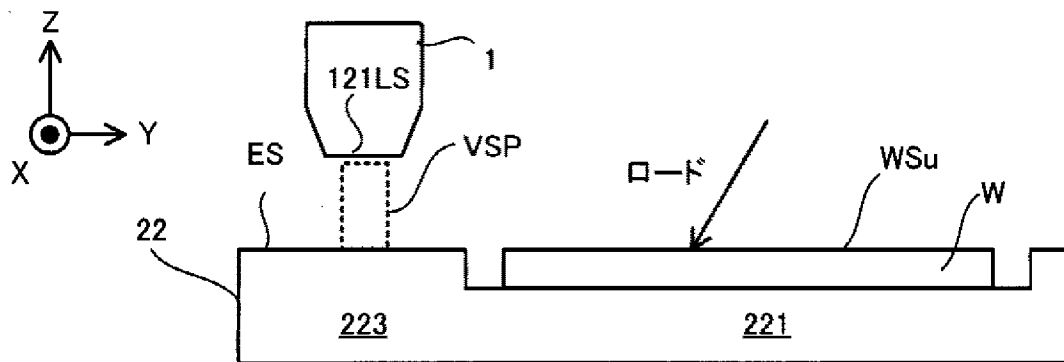
(a)



(b)

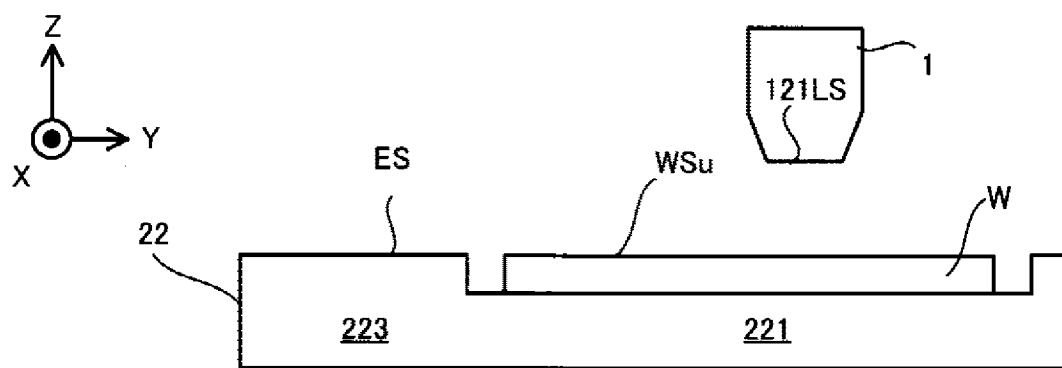


(c)

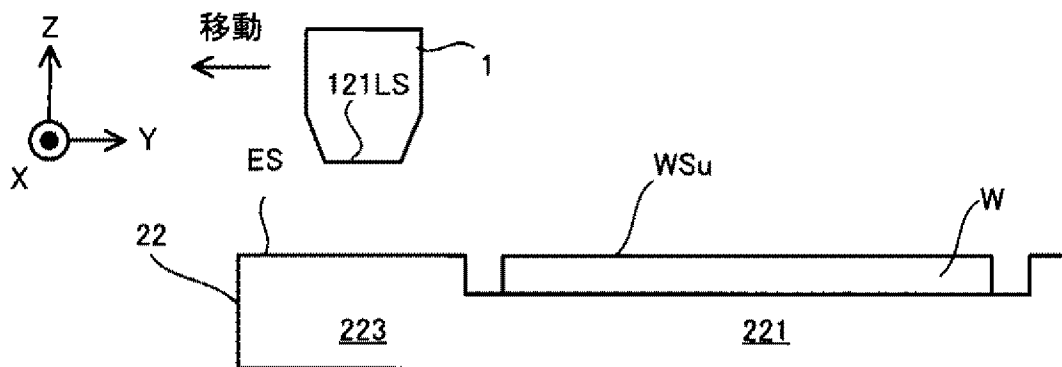


(d)

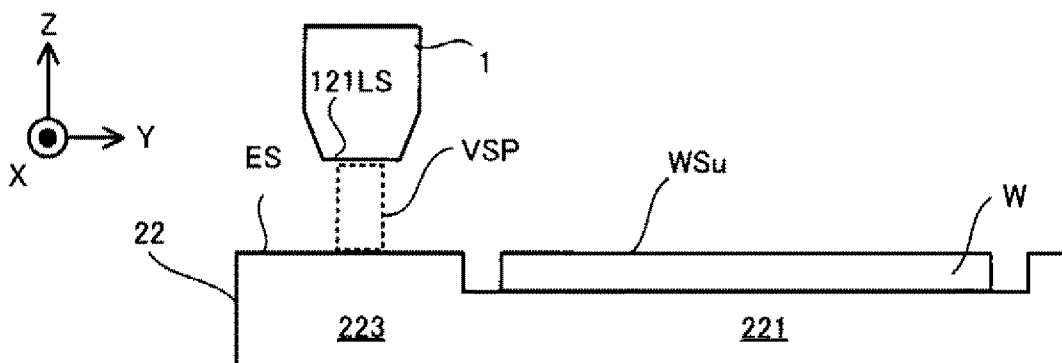
[図9]



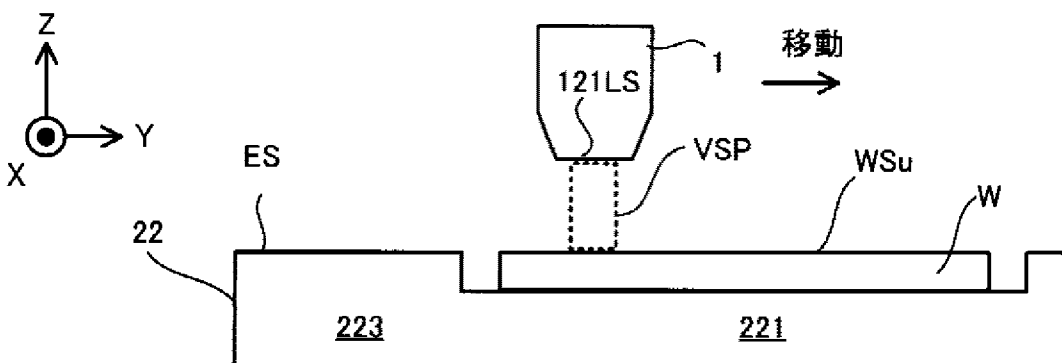
(a)



(b)

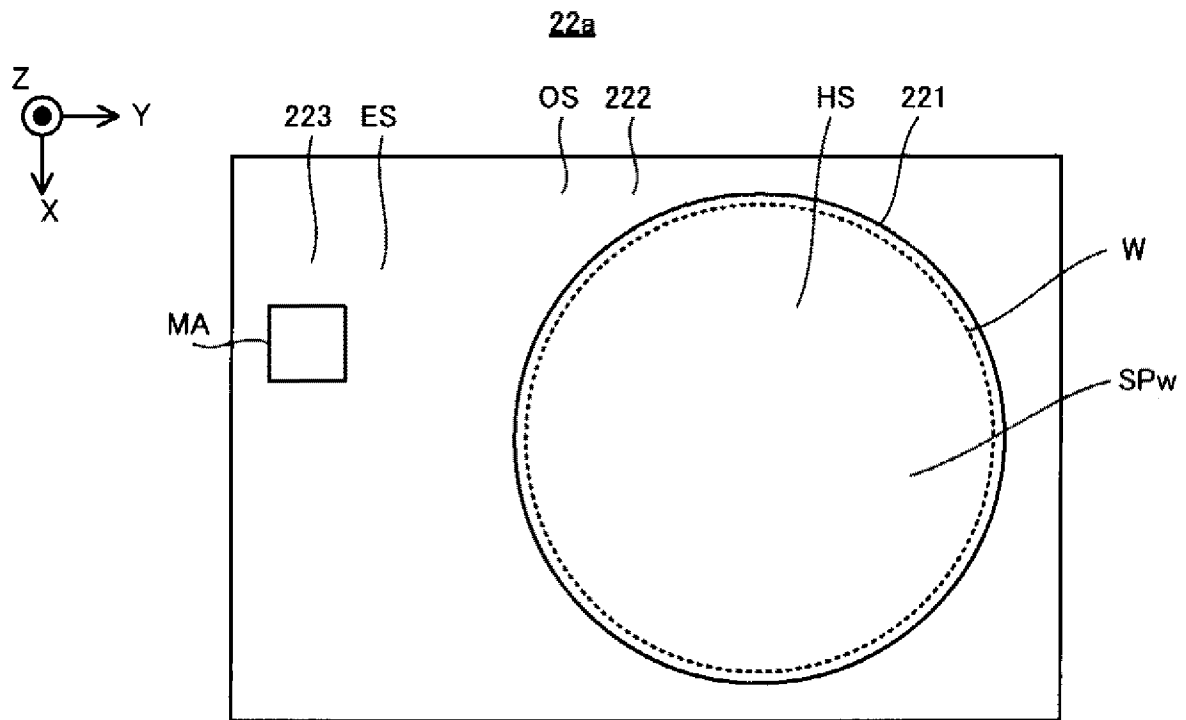


(c)

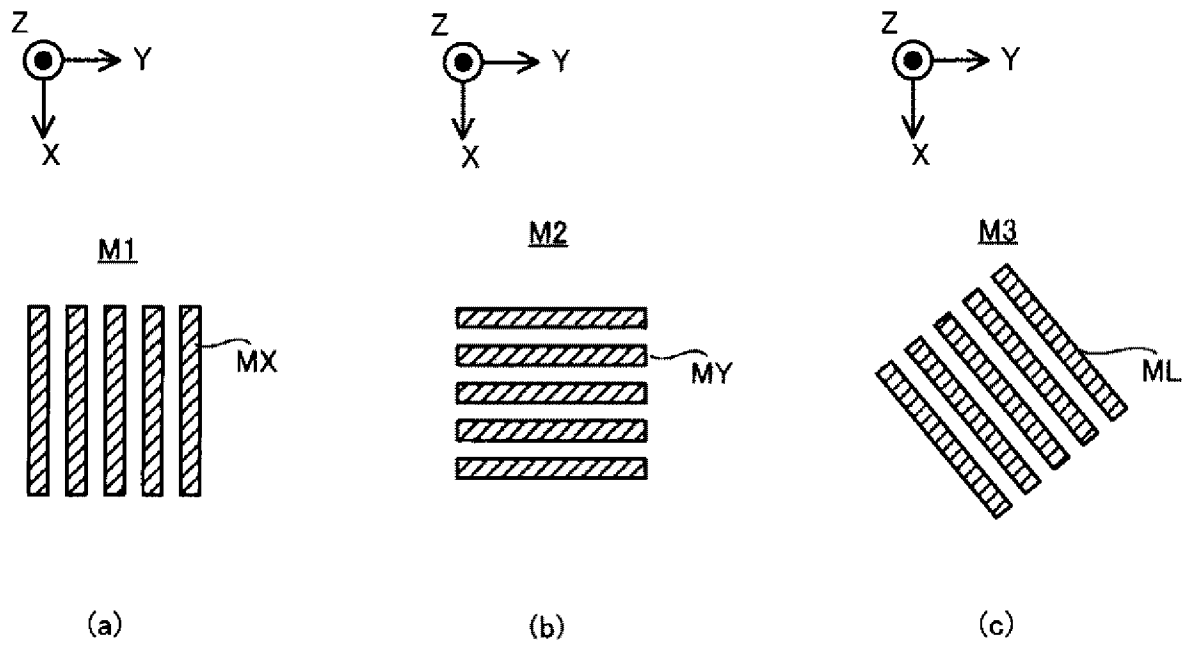


(d)

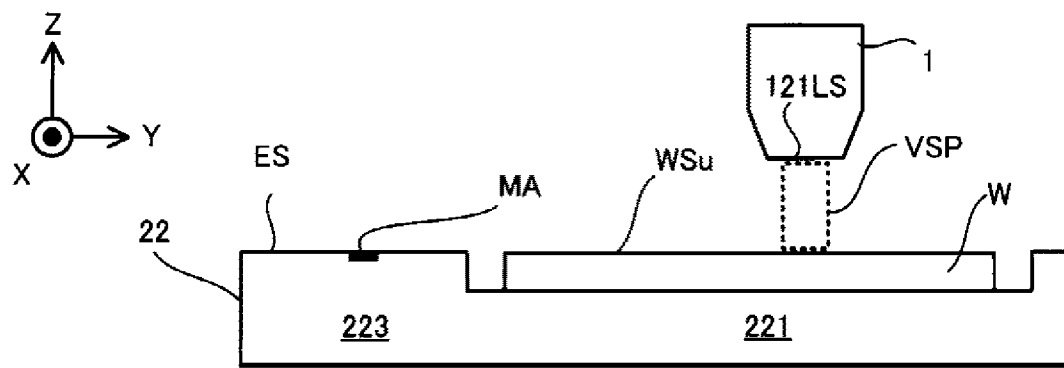
[図10]



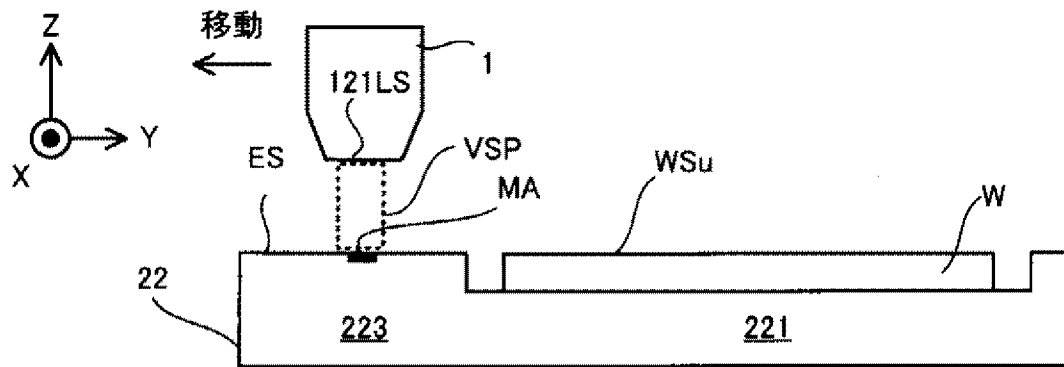
[図11]



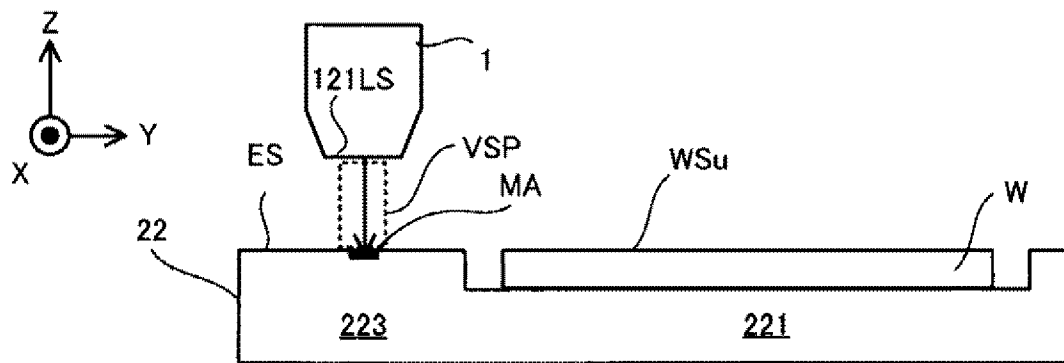
[図12]



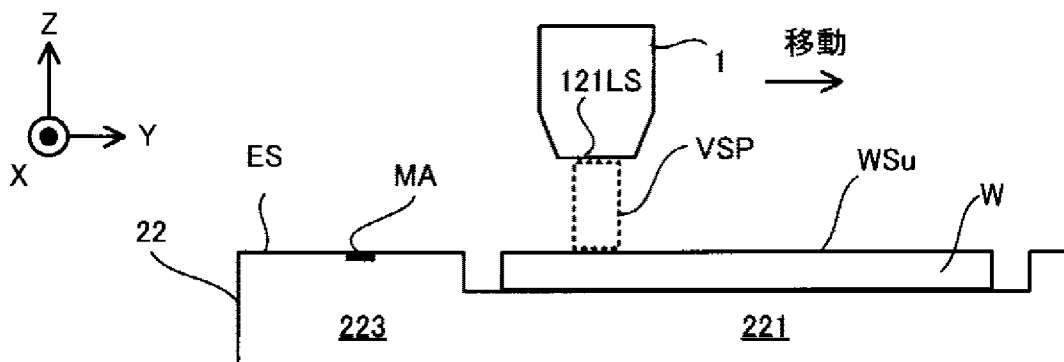
(a)



(b)



(c)



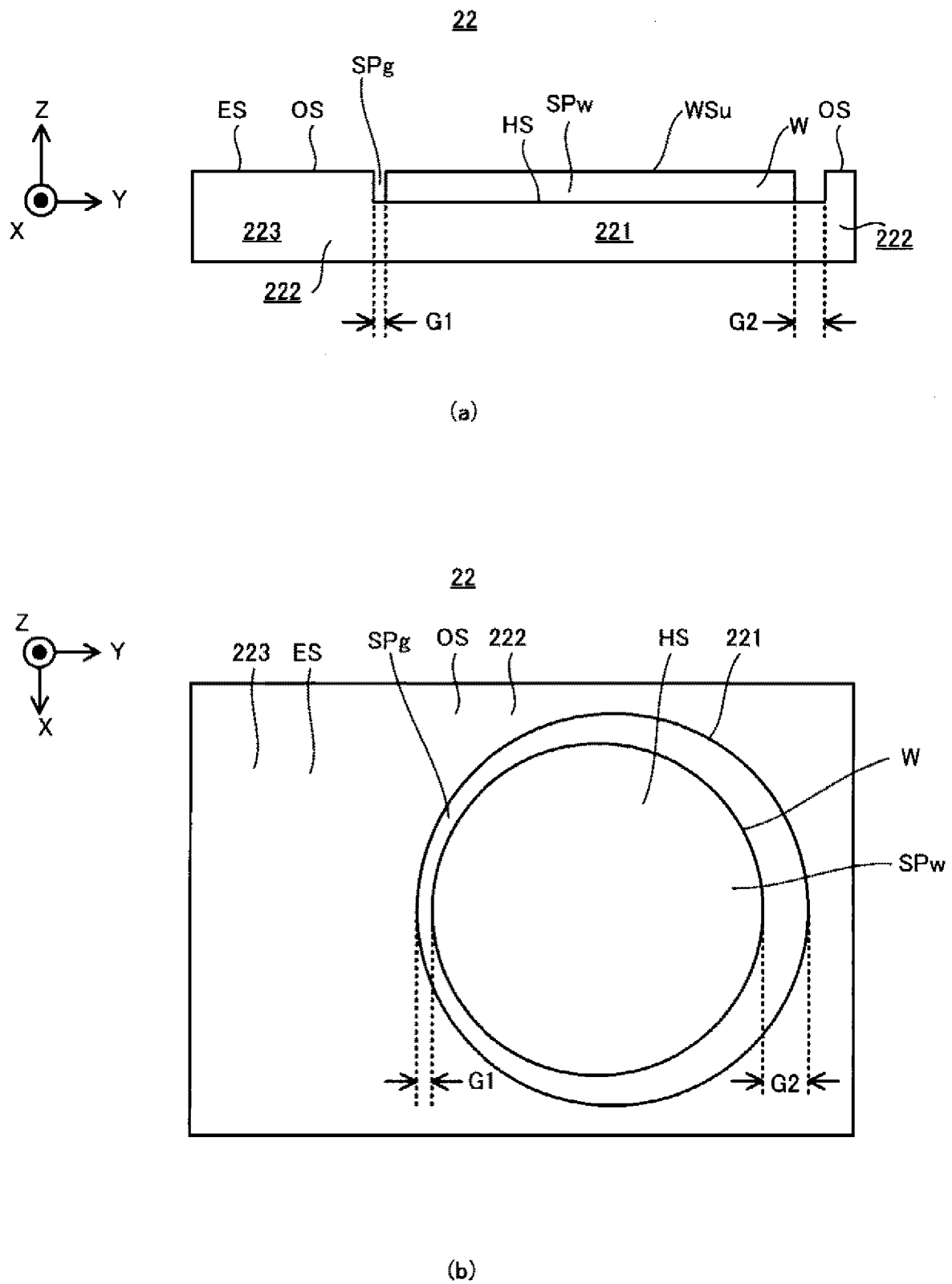
(d)

Diagram (b) shows a cross-sectional view of a circular structure. A coordinate system is shown in the top left corner with the Z-axis pointing out of the page, the Y-axis pointing to the right, and the X-axis pointing downwards. The structure consists of several concentric layers and regions:

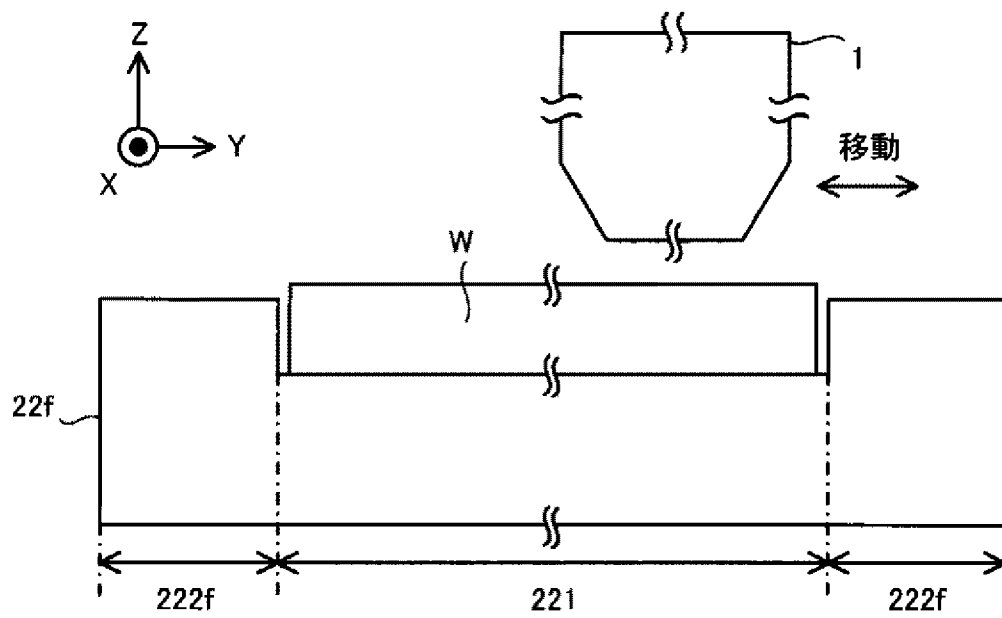
- 223**: The outermost layer.
- ES**: A layer adjacent to 223.
- SPg**: A layer adjacent to ES.
- OS**: A layer adjacent to SPg.
- 222**: A layer adjacent to OS.
- HS**: A layer adjacent to 222.
- 221**: The innermost layer.
- W**: A region within the structure, bounded by a dashed line.
- SPw**: A region within the structure, bounded by a solid line.
- 2231b**: A specific point or feature on the boundary of the circular structure.

(b)

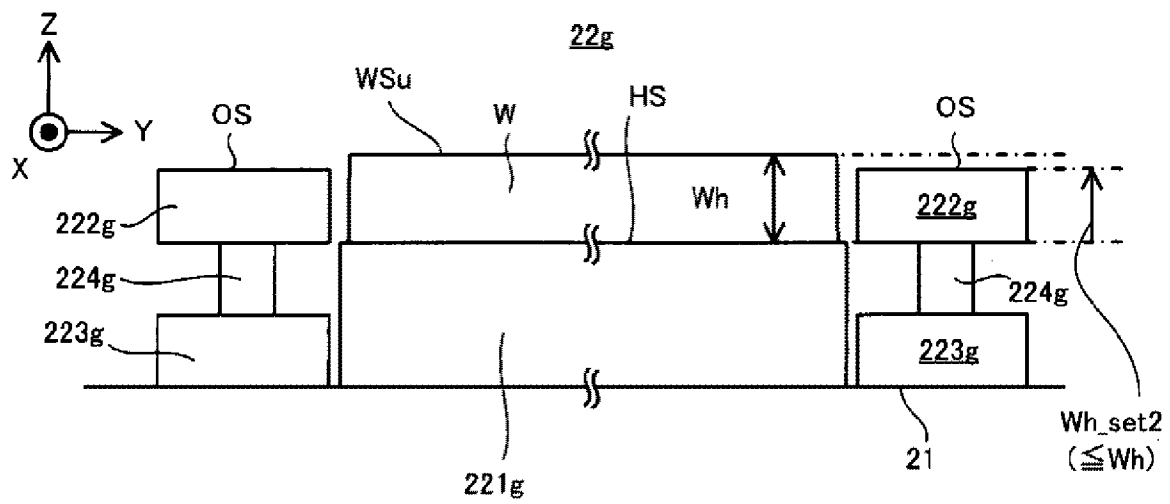
[図17]



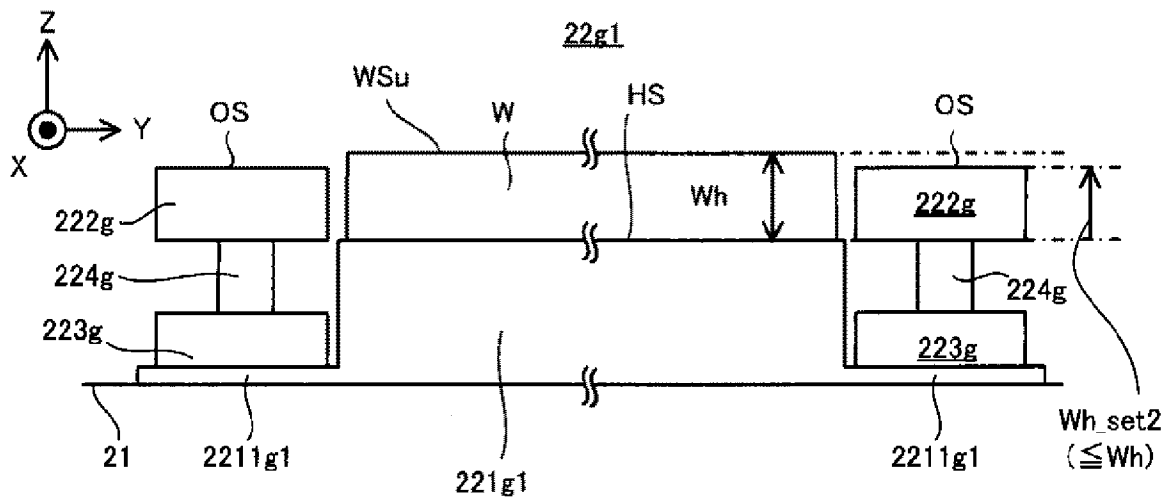
[図22]



[図23]

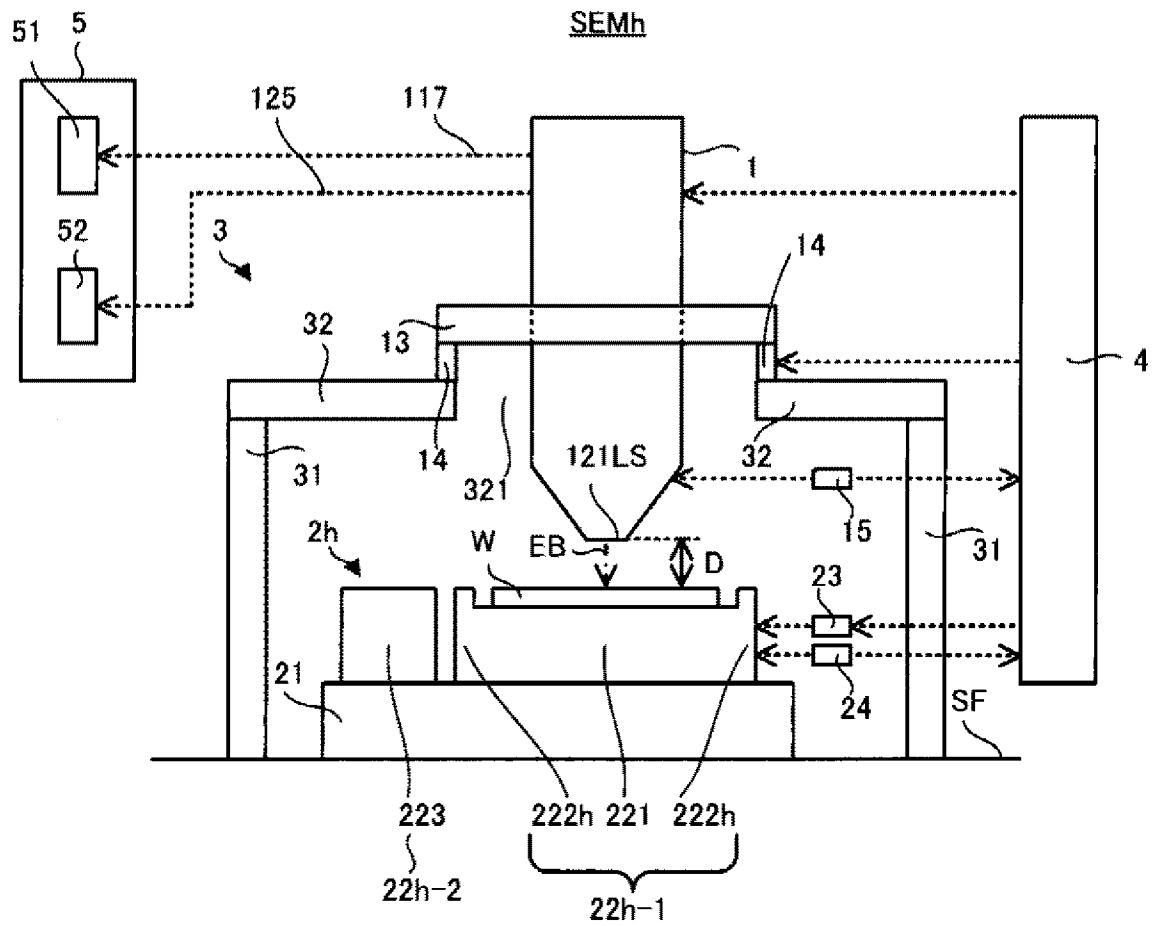
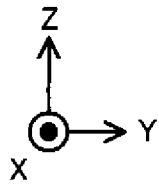


(a)

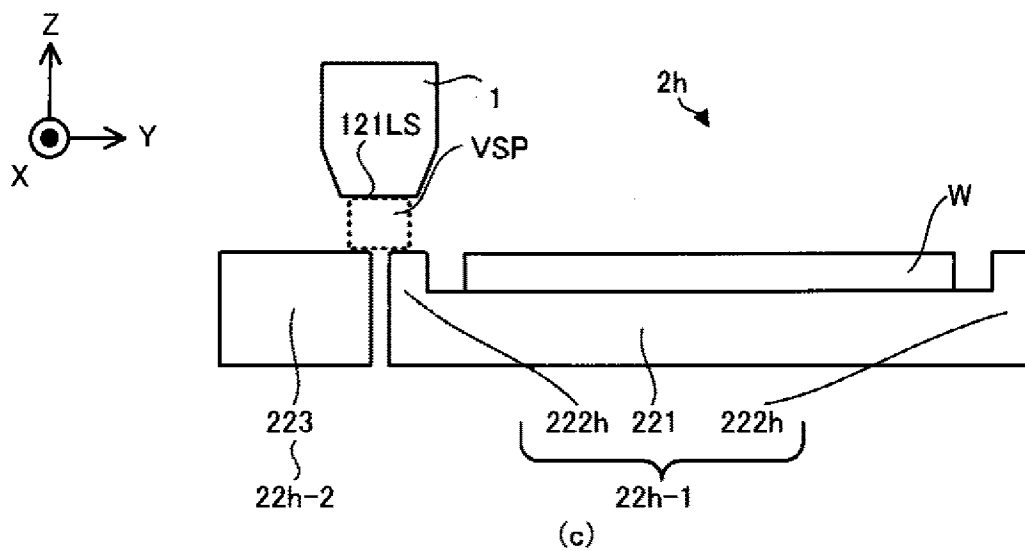
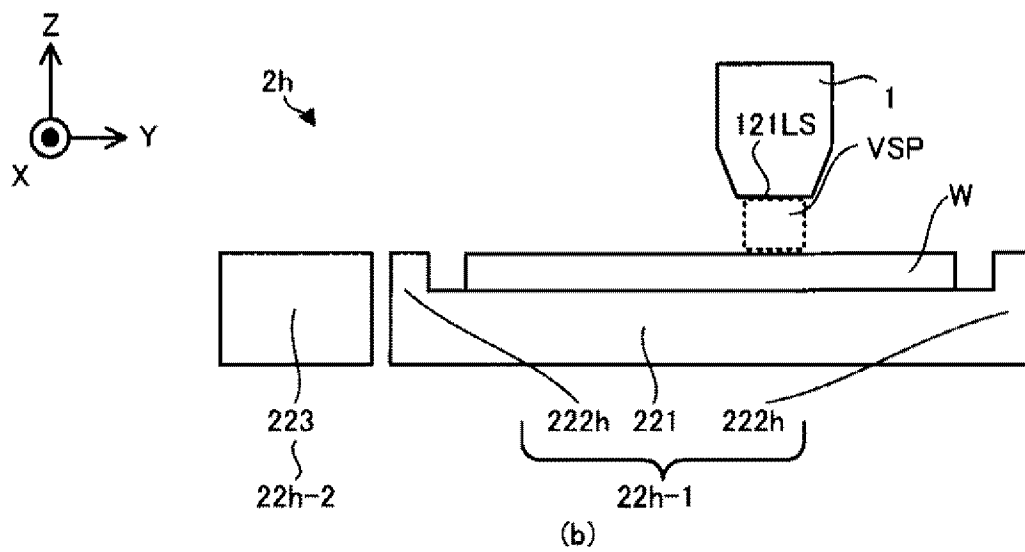
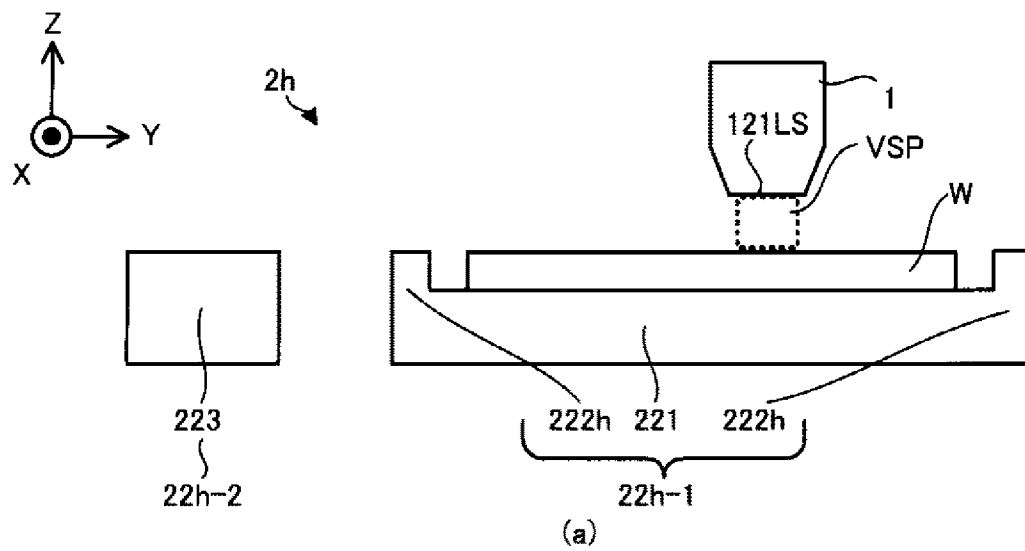


(b)

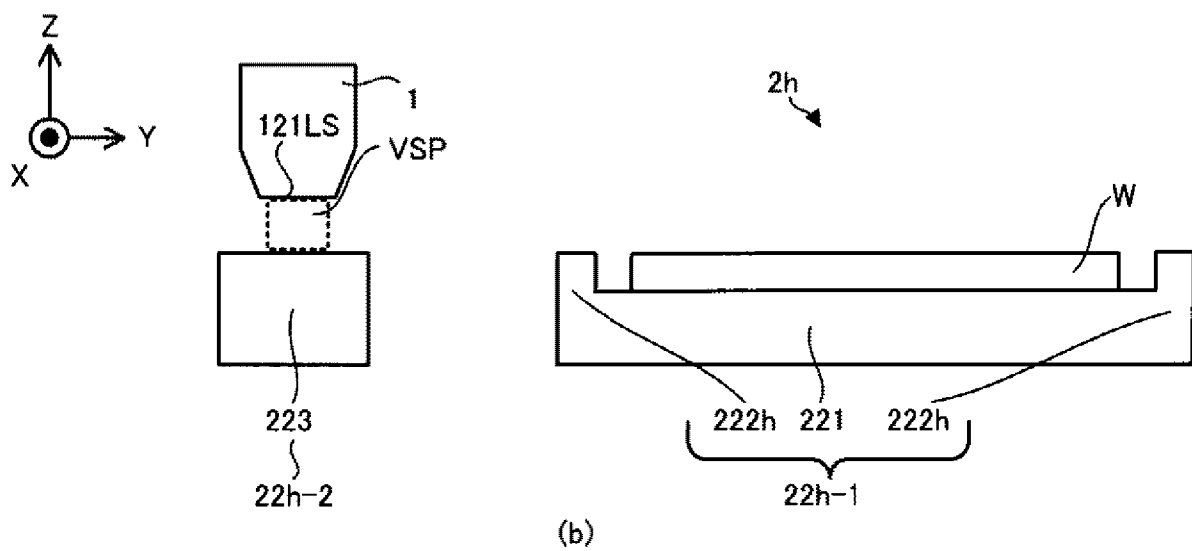
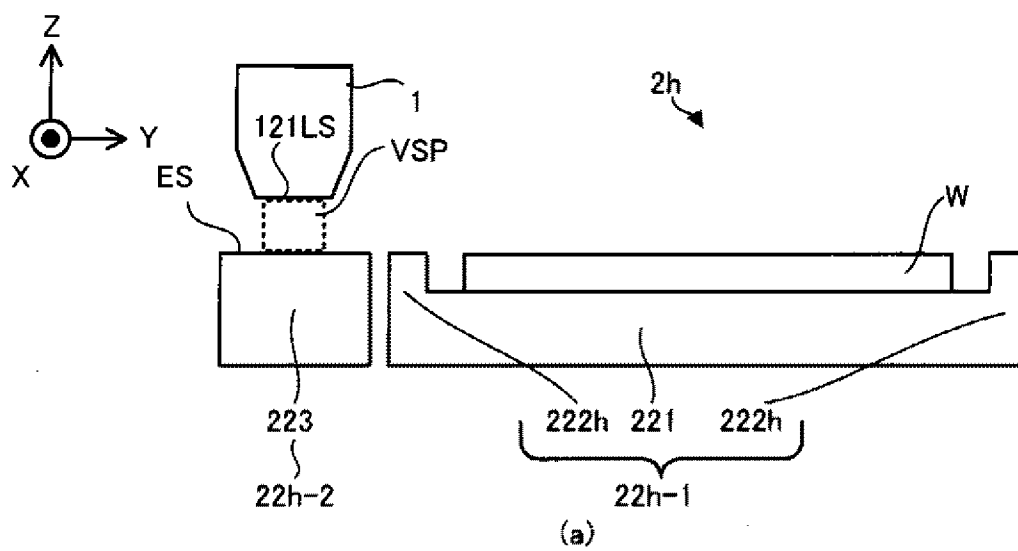
[図24]



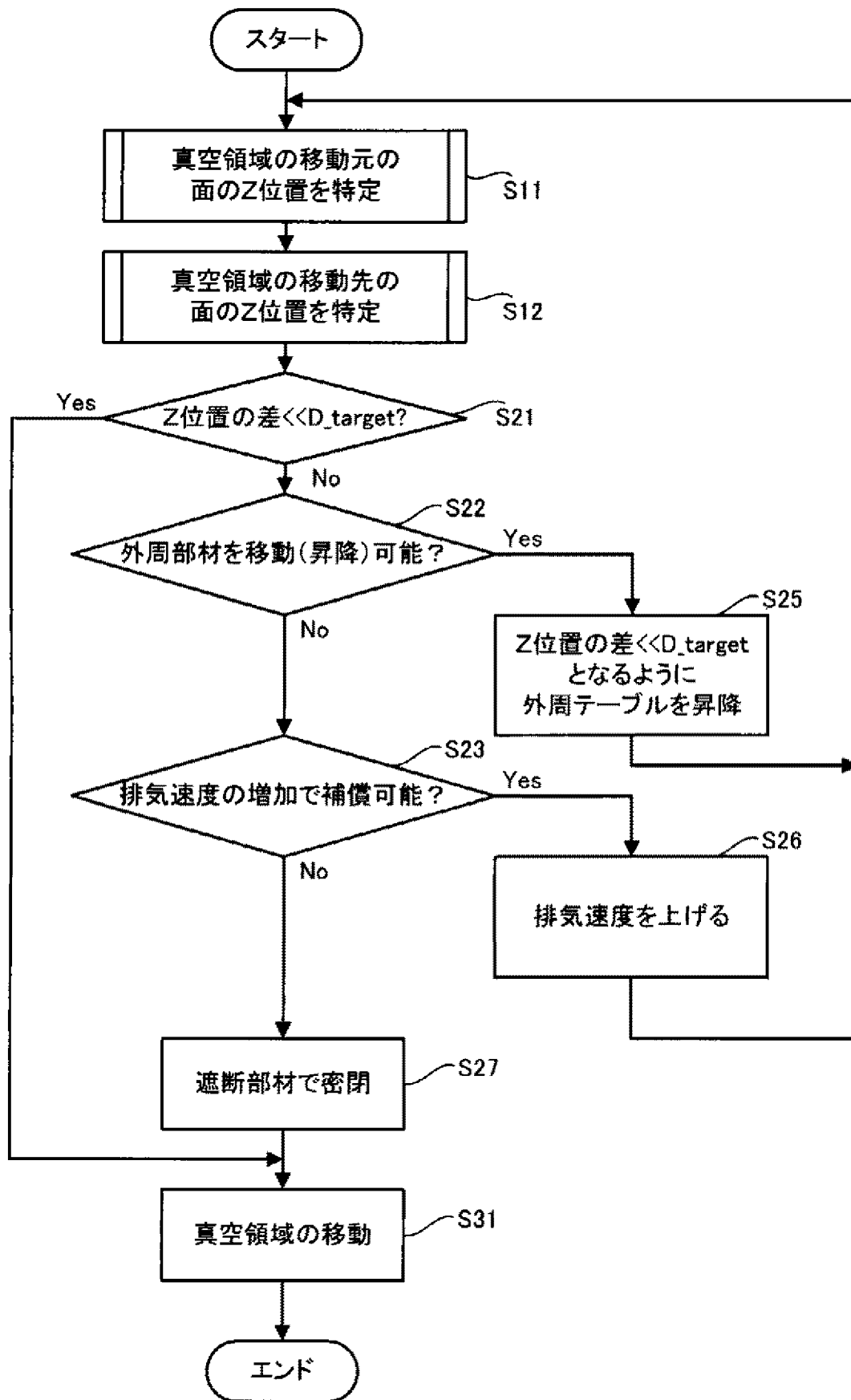
[図25]



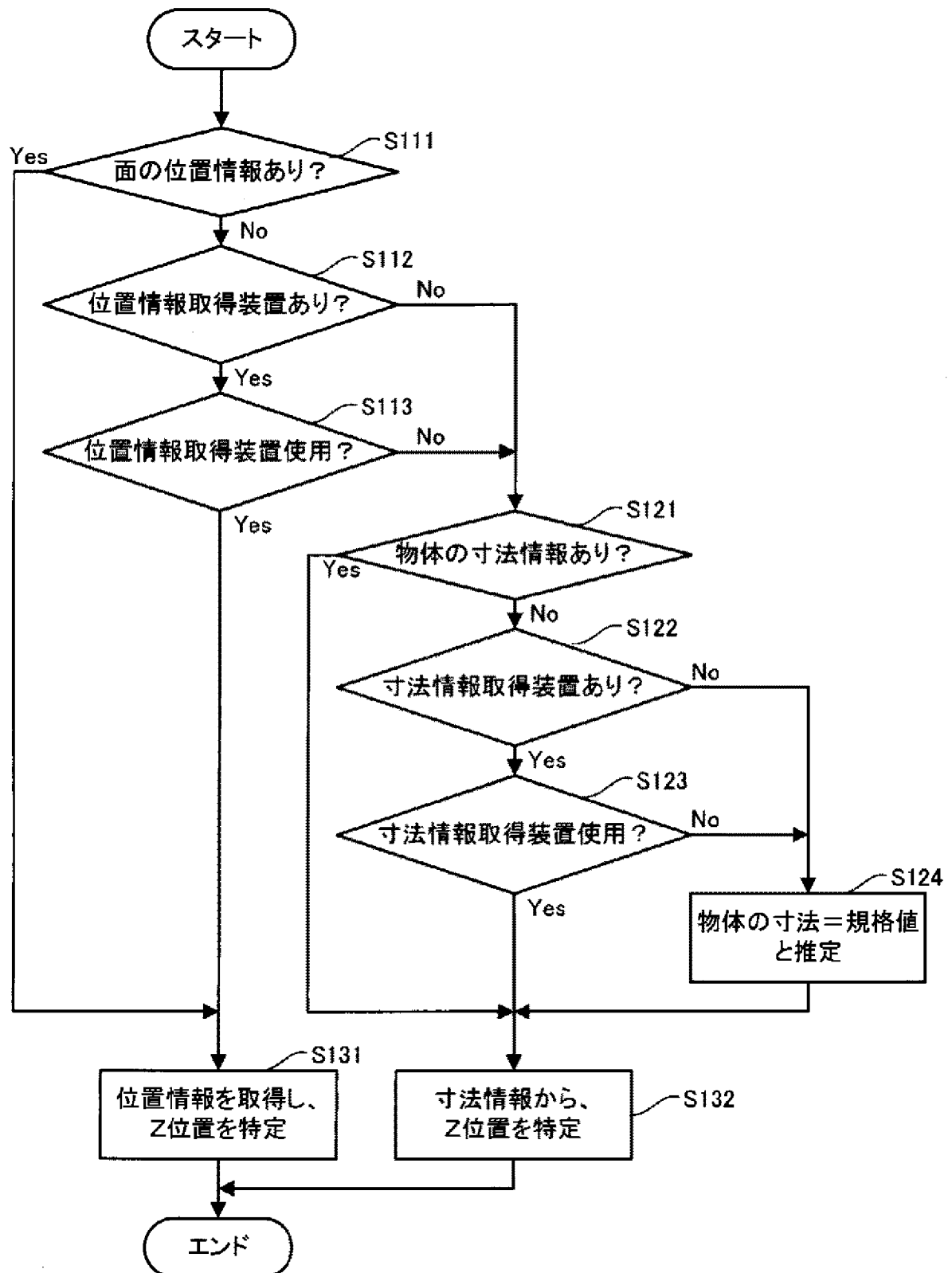
[図26]



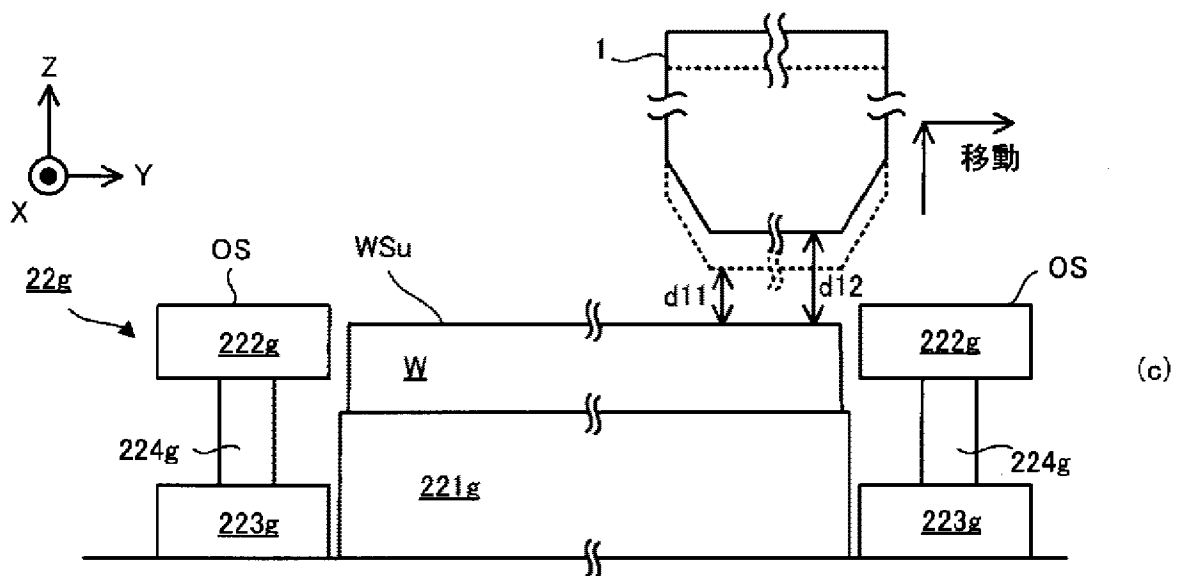
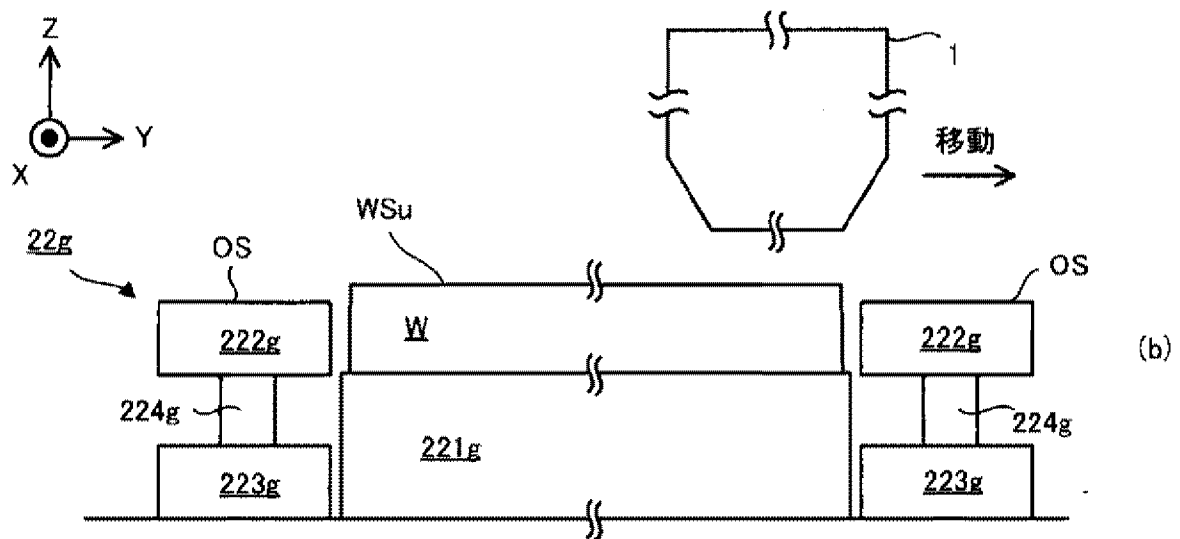
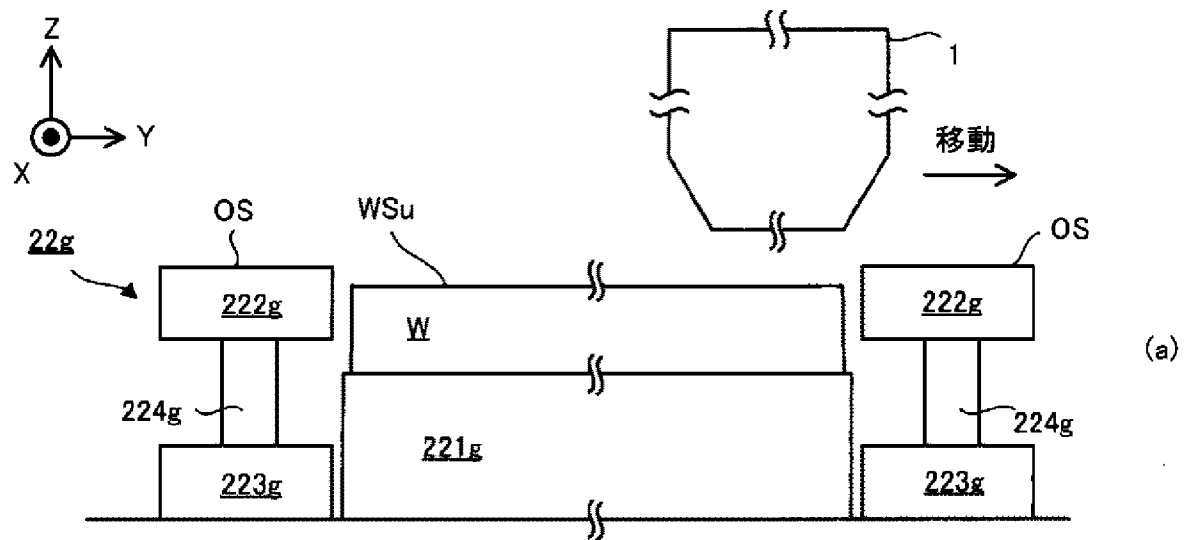
[図27]



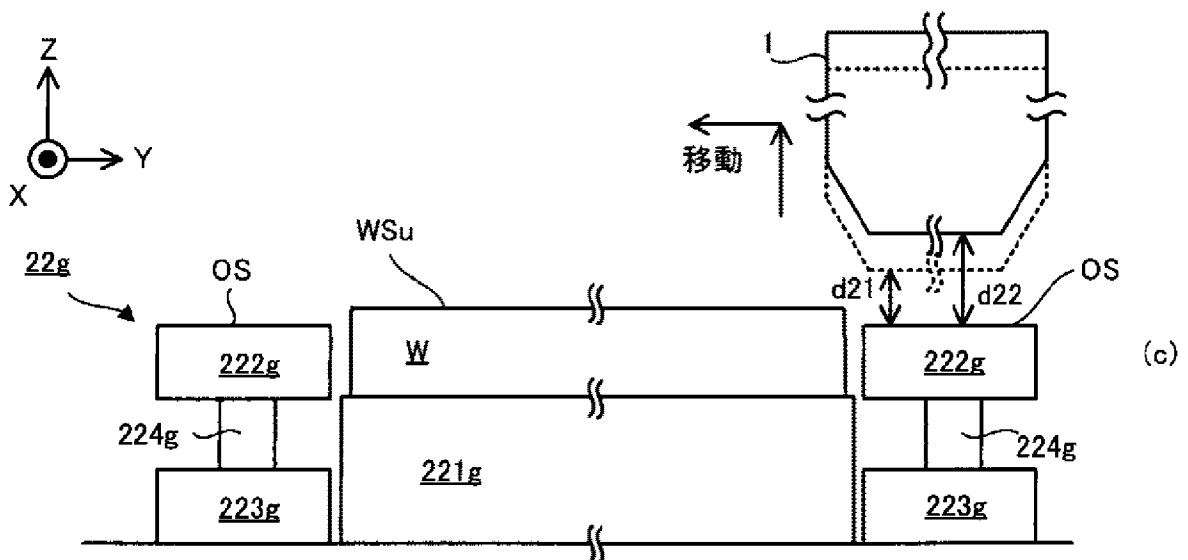
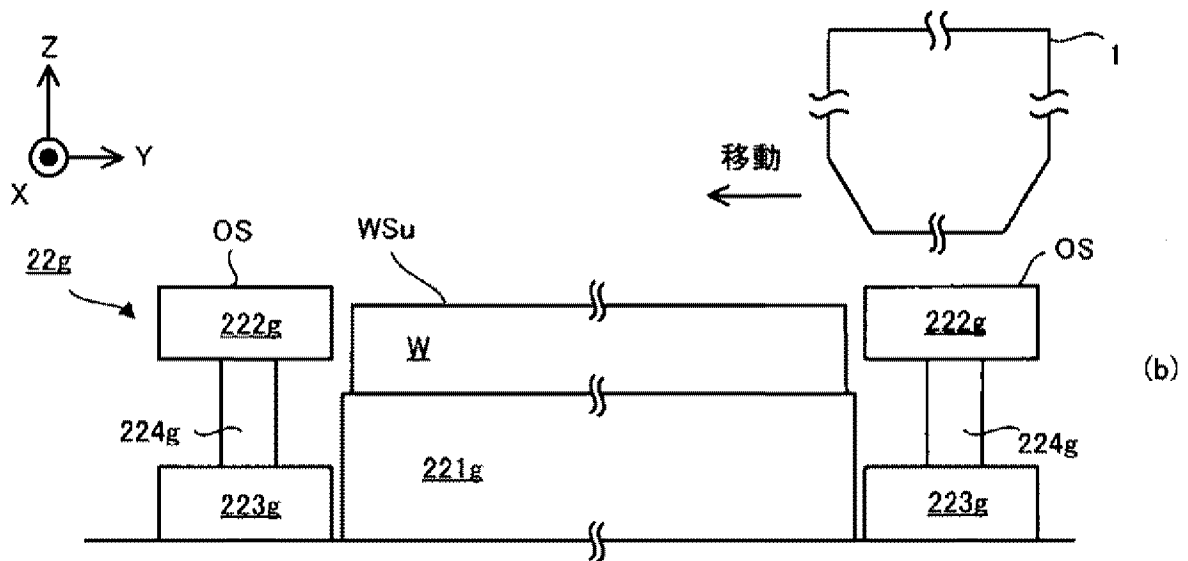
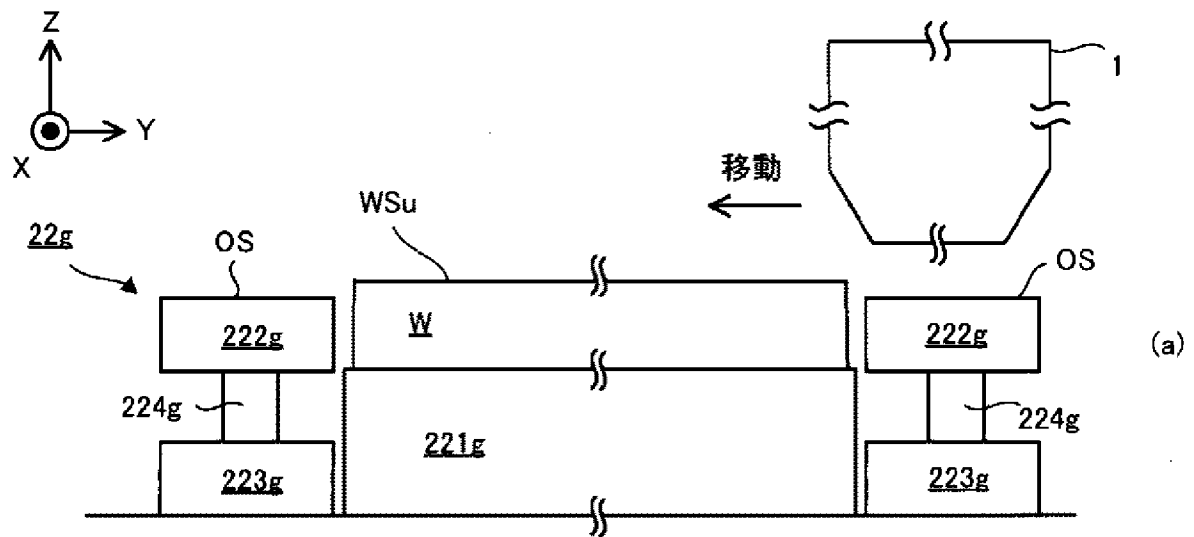
[図28]



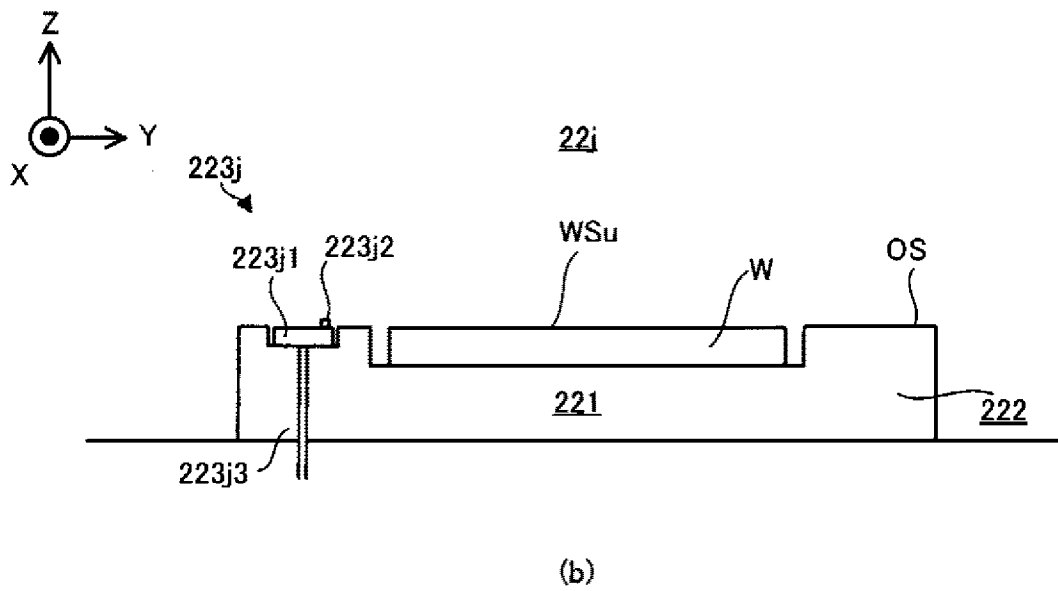
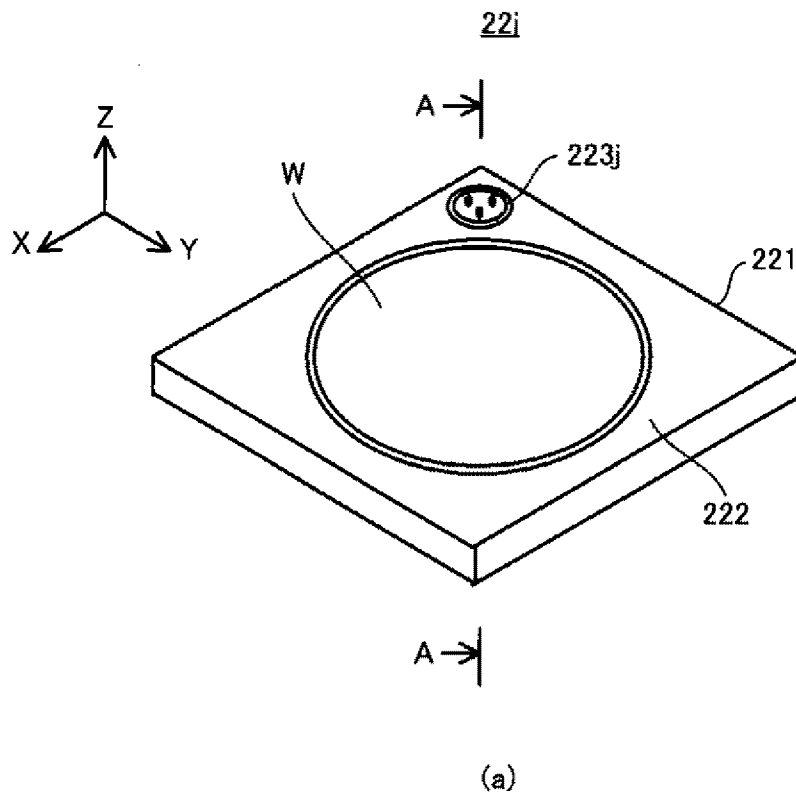
[図29]



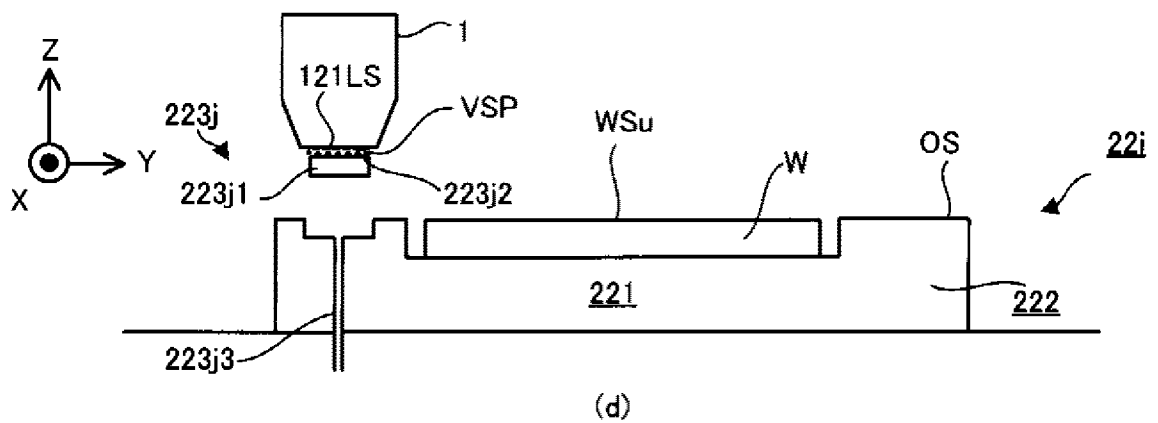
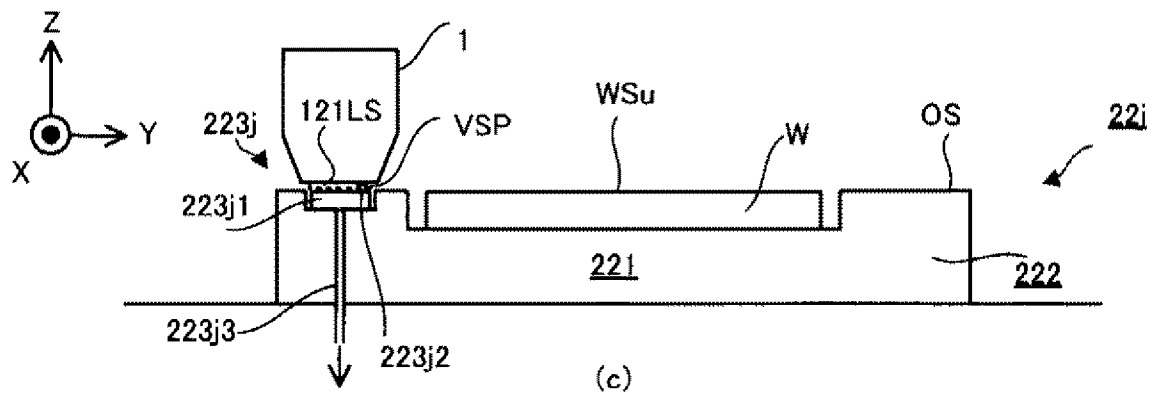
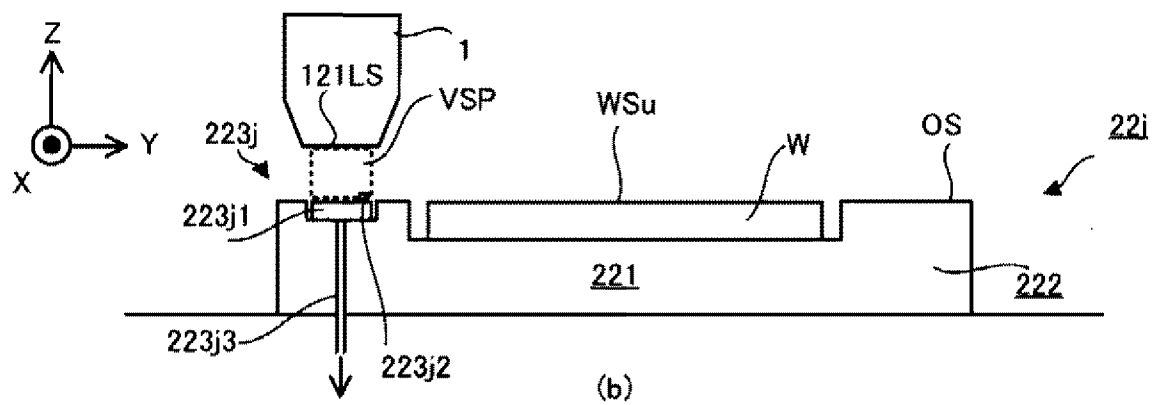
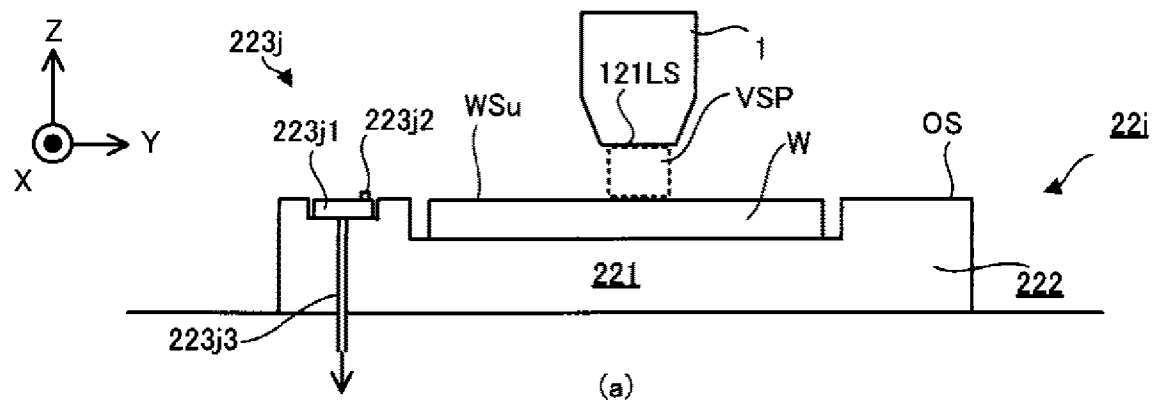
[図30]



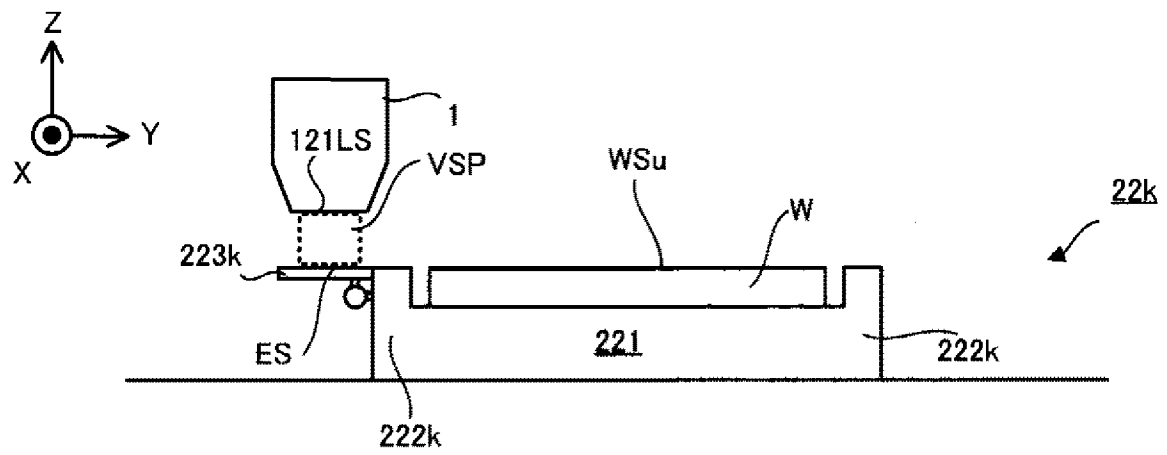
[図33]



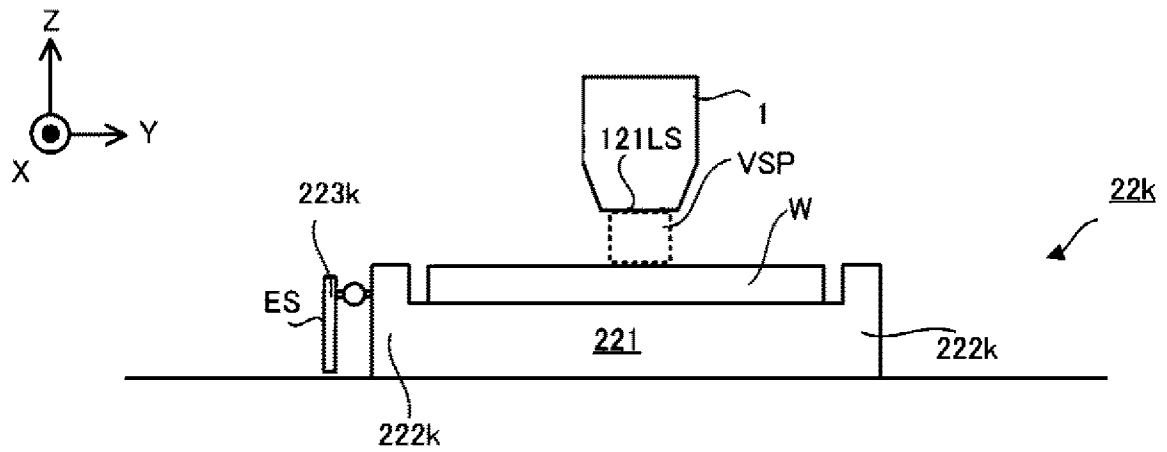
[図34]



[図35]

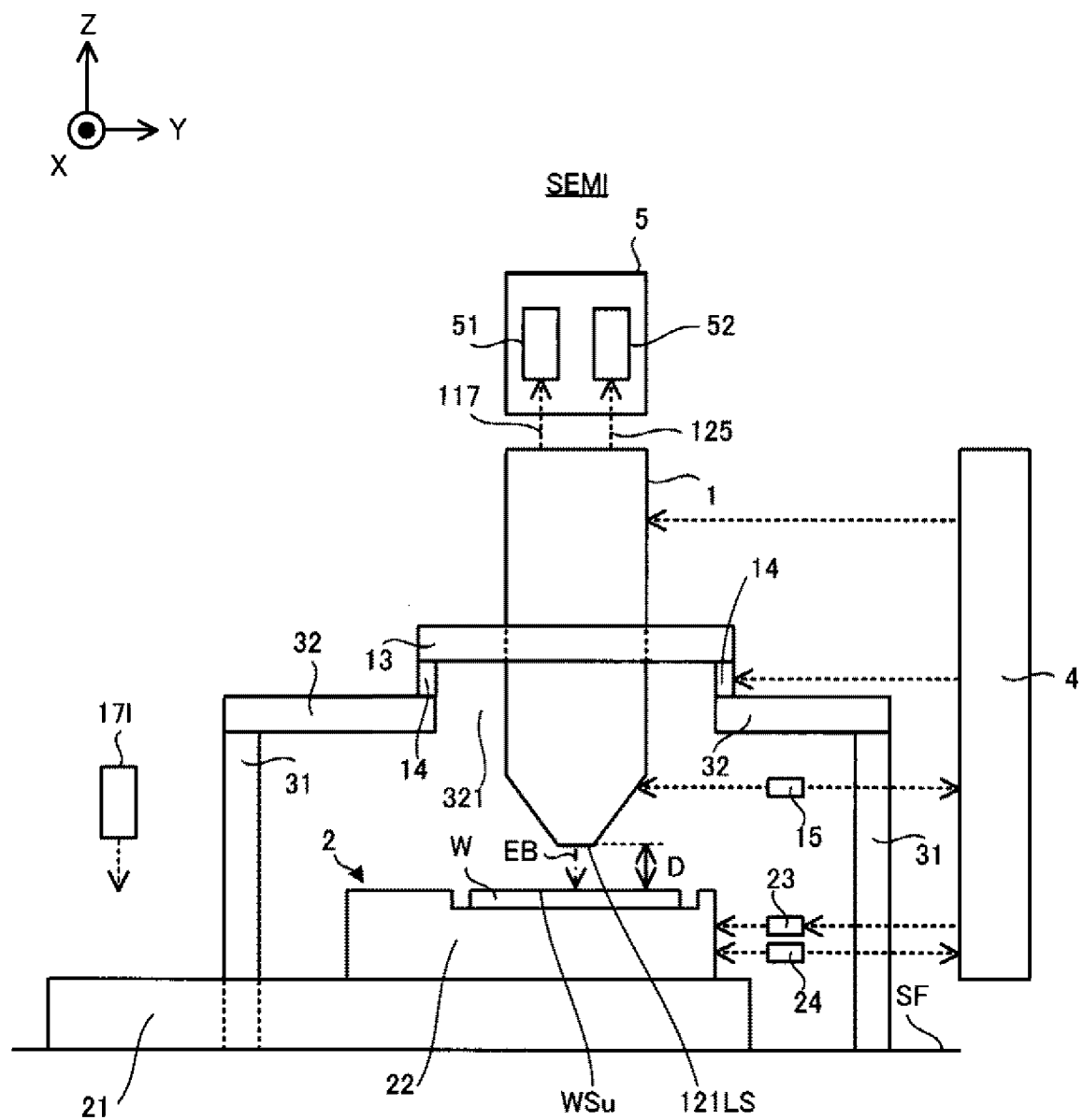


(a)

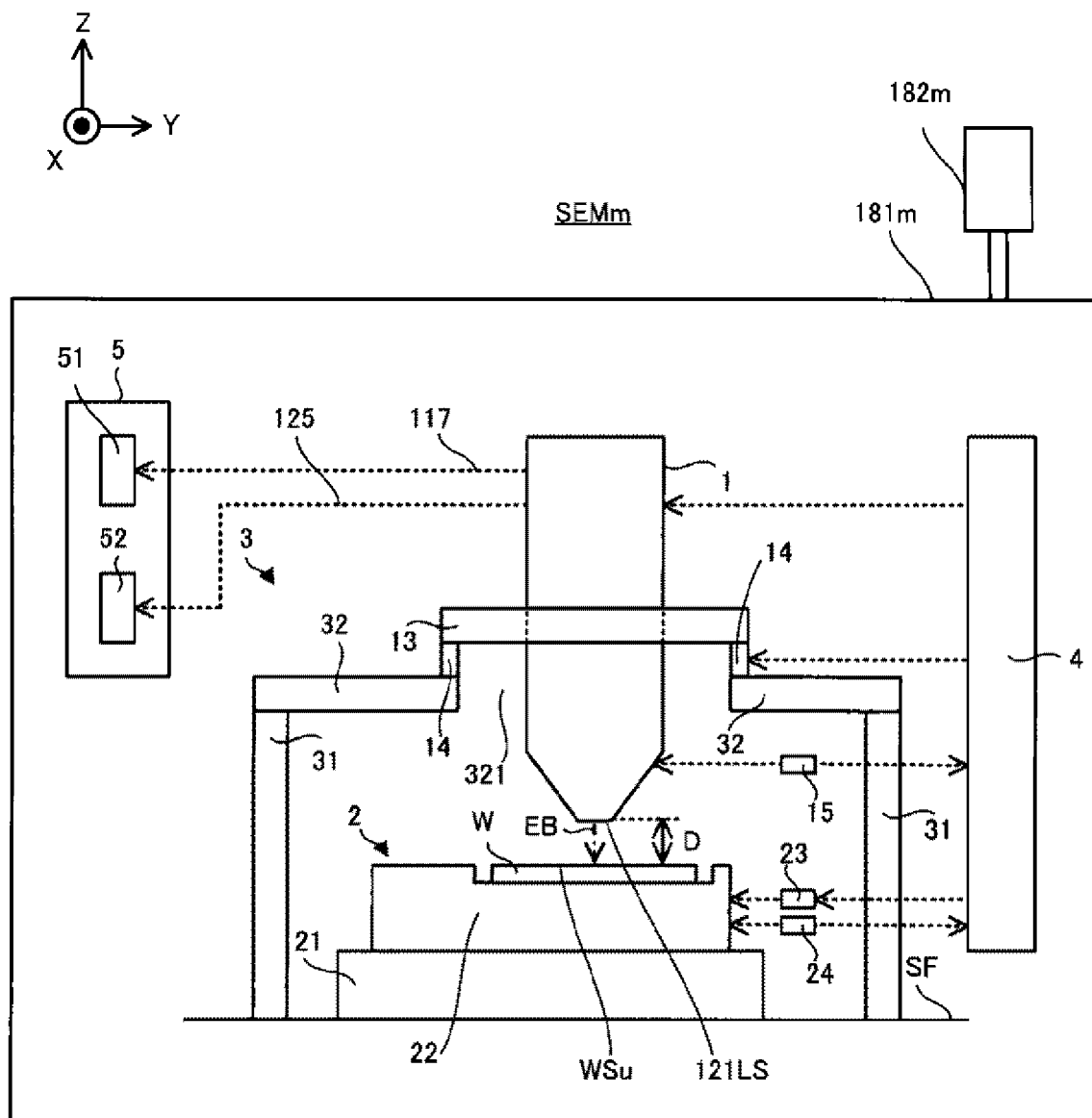


(b)

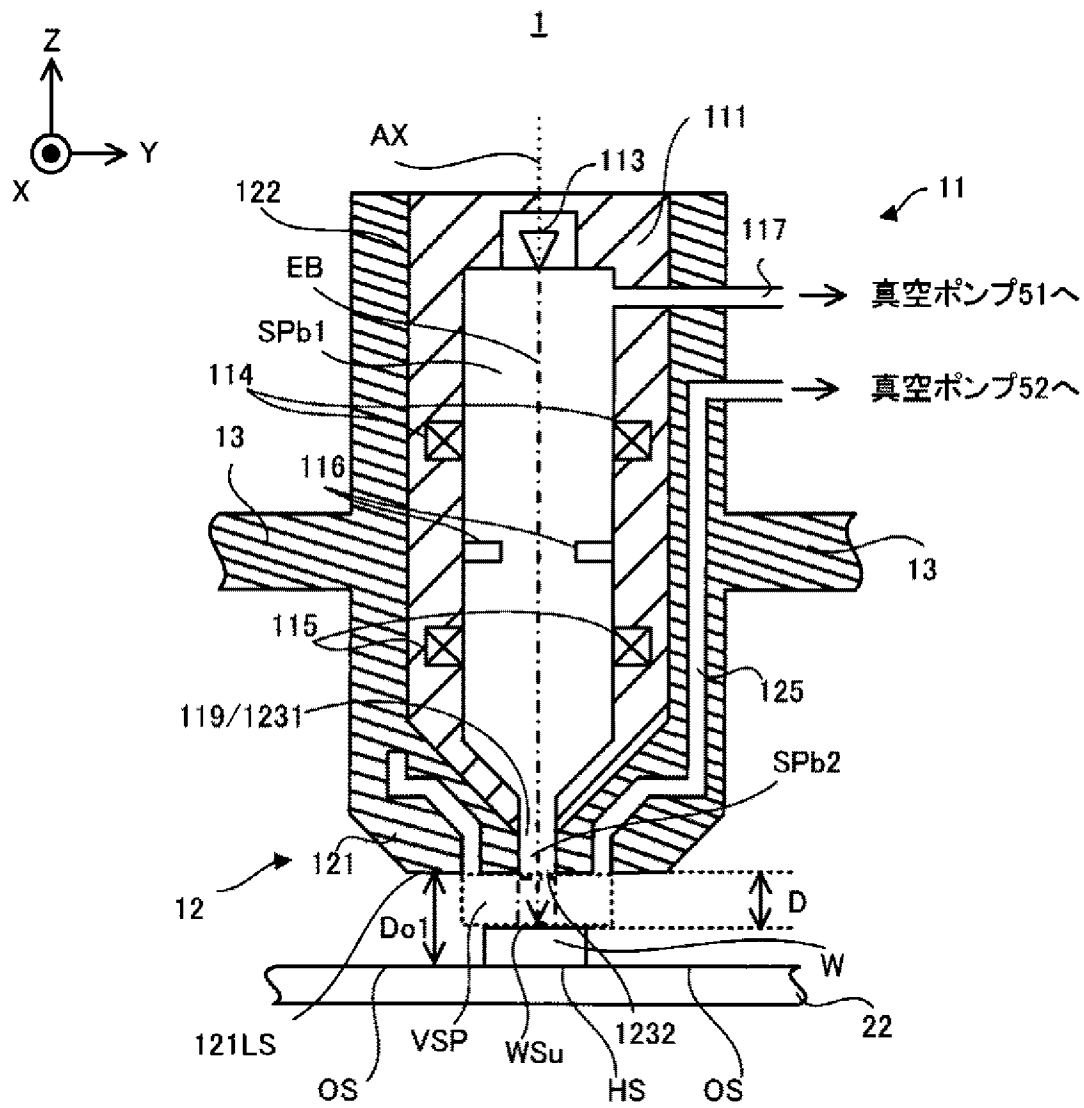
[図36]



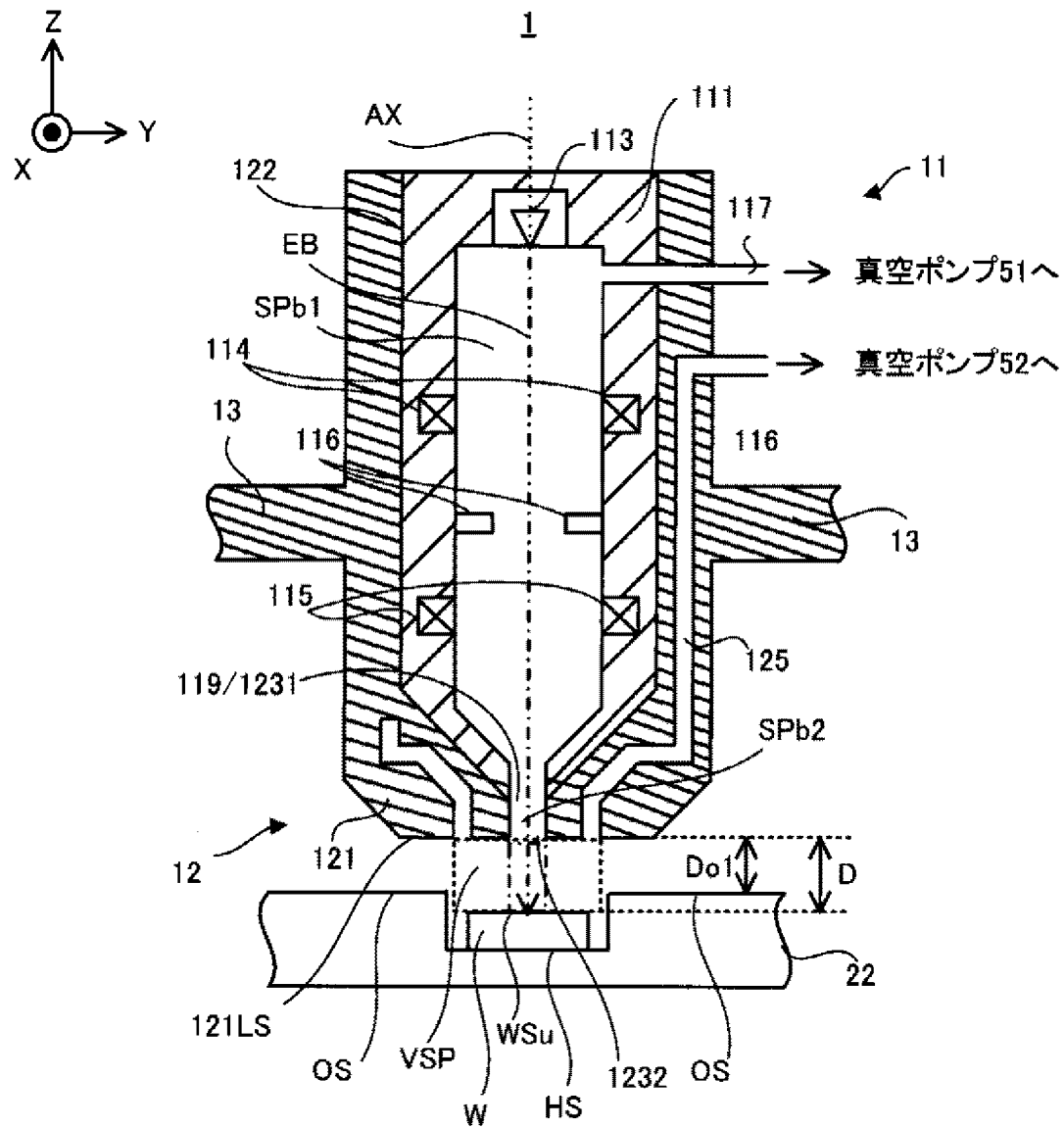
[図37]



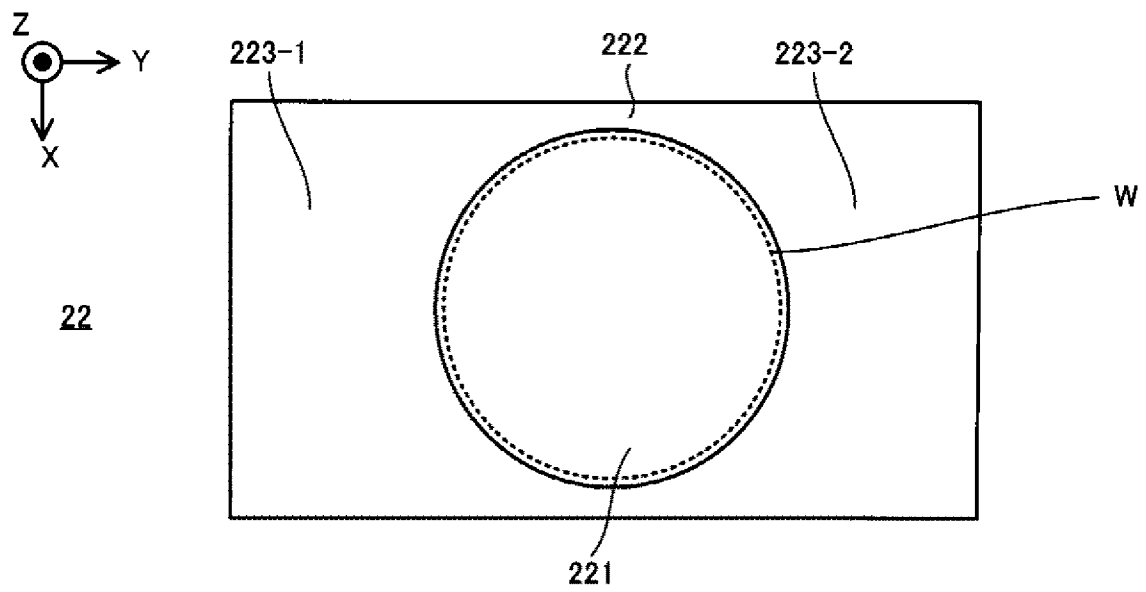
[図38]



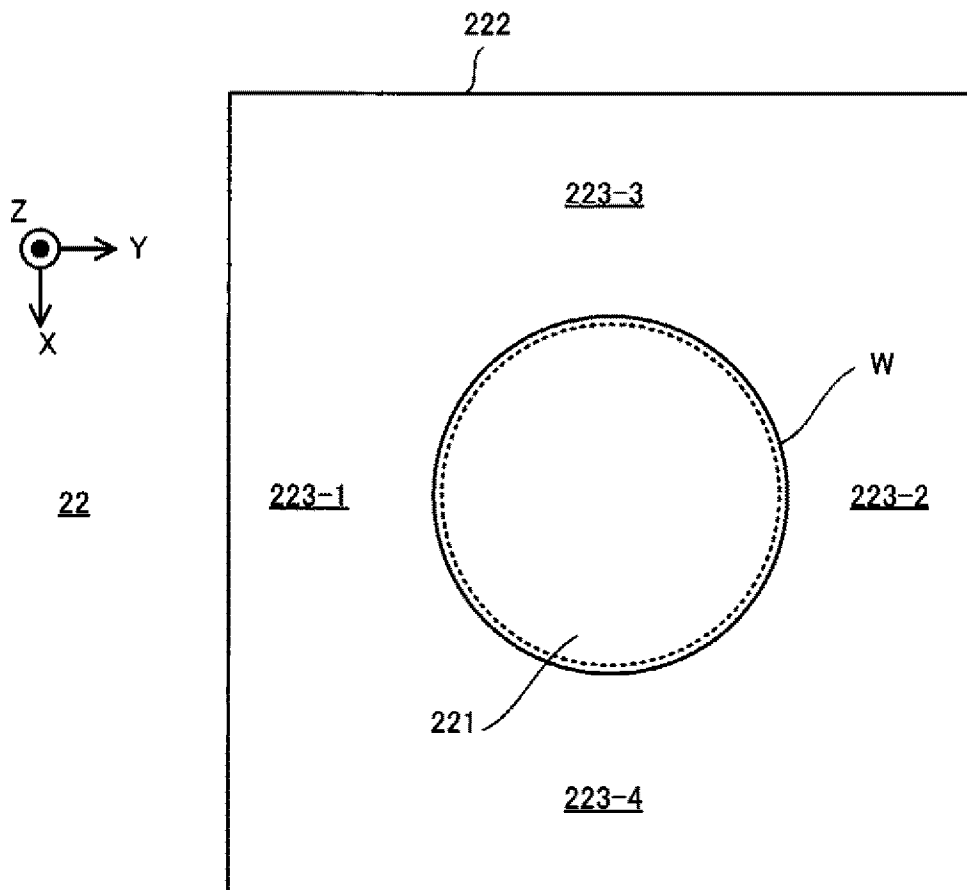
[図39]



[図41]



(a)



(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/013213

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01J37/18 (2006.01) i, H01J37/20 (2006.01) i, H01J37/28 (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)

Int. Cl. H01J37/18, H01J37/20, H01J37/28

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 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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 A	JP 2005-147956 A (SONY CORP.) 09 June 2005, fig. 1-4, paragraphs [0001], [0027]-[0035], [0040], [0041] (Family: none)	1-12, 15-44 13-14

☐ 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
11.04.2019

Date of mailing of the international search report
23.04.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01J37/18(2006.01)i, H01J37/20(2006.01)i, H01J37/28(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. H01J37/18, H01J37/20, H01J37/28

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 2005-147956 A（ソニー株式会社）2005.06.09, 図1-4; 段落0001, 0027-0035, 0040-0041（ファミリーなし）	1-12, 15-44 13-14

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

11.04.2019

国際調査報告の発送日

23.04.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

右▲高▼ 孝幸

2G

9808

電話番号 03-3581-1101 内線 3226