

(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
2020年10月1日(01.10.2020)



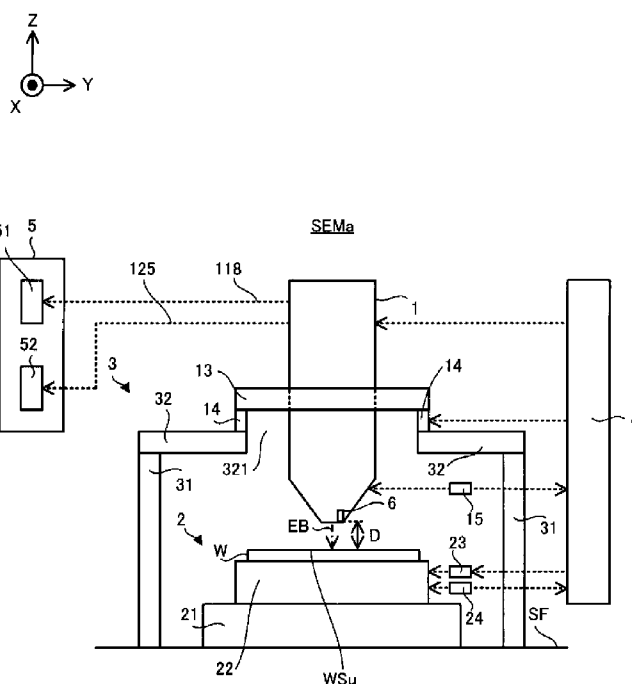
(10) 国際公開番号

WO 2020/194498 A1

- (51) 国際特許分類:
H01J 37/18 (2006.01) *H01J 37/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/012794
- (22) 国際出願日: 2019年3月26日(26.03.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 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, JP, 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,

(54) Title: CHARGED PARTICLE APPARATUS AND INFORMATION ACQUISITION METHOD

(54) 発明の名称: 荷電粒子装置、及び、情報取得方法



(57) Abstract: This charged particle apparatus is provided with; a vacuum forming member that has a duct connectable to an exhaust device, that discharges, through the duct, a gas in a space being in contact with the surface of an object, and that forms a vacuum region; a charged particle optical system that irradiates a sample with a charged particle beam through the vacuum region; a detection device that detects charged particles released from the sample irradiated with the charged particle beam; and a control device that acquires sample information on the basis of shape information on the surface of

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the sample, information about a position of irradiation with the charged particle beam, and information acquired through detection of the released charged particles. At least a portion of a gas in a space which is around the vacuum region and which has an atmospheric pressure higher than that in the vacuum region is discharged through the duct of the vacuum forming member, and a passage of the charged particle beam emitted from the charged particle optical system includes at least a part of the vacuum region.

(57) 要約: 荷電粒子装置は、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、真空領域を介して荷電粒子ビームを試料に照射する荷電粒子光学系と、荷電粒子ビームが照射された試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、試料の表面の形状情報と、荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、試料情報を求める制御装置とを備え、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、荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は真空領域の少なくとも一部を含む。

明 細 書

発明の名称：荷電粒子装置、及び、情報取得方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置及び情報取得方法の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、荷電粒子装置の一例として、電子ビームを試料に照射して試料の状態を計測する走査型電子顕微鏡が記載されている。このような計測装置では、試料に関する情報を適切に取得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、試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、前記試料の表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求める制御装置とを備え、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、前記荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置が提供される。

[0005] 第2の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、前記試料の表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求める制御装置とを備え、前記荷電粒子照射装置から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置が提供される。

[0006] 第3の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、前記試料の表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求める制御装置とを備える荷電粒子装置が提供される。

[0007] 第4の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、前記試料の表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を

求める制御装置とを備え、前記荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置が提供される。

[0008] 第5の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つと、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出される荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を取得する制御装置とを備え、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、前記荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置が提供される。

[0009] 第6の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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2端から離れ且つ前記第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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つと、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出される荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を取得する制御装置とを備え、前記荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷

電粒子装置が提供される。

[0010] 第7の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つと、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出される荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を取得する制御装置とを備える荷電粒子装置が提供される。

[0011] 第8の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つと、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出される荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を取得する制御装置とを備え、前記荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置が提供される。

[0012] 第9の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、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、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、前記試料の前記表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームの照射

位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求めることを含む情報取得方法が提供される。

[0013] 第10の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、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2端から離れ且つ前記第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、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、前記試料の前記表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームの照射位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求めることを含む情報取得方法が提供される。

[0014] 第11の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、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、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、前記試料の前記表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームの照射位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求めることを含む情報取得方法が提供される。

[0015] 第12の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、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、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、前記試料の前記表面の形状

情報と、前記荷電粒子ビームの照射位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求めることを含む情報取得方法が提供される。

[0016] 第13の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する方法であって、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、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つを用いて、前記試料情報を求めることとを含む情報取得方法が提供される。

[0017] 第14の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する方法であって、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2端から離れ且つ前記第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、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つを用いて、前記試料情報を求めることとを含む情報取得方法が提供される。

[0018] 第15の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する方法であって、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、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を

検出することと、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つを用いて、前記試料情報を求めることとを含む情報取得方法が提供される。

[0019] 第16の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する方法であって、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、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つを用いて、前記試料情報を求めることとを含む情報取得方法が提供される。

[0020] 第17の態様によれば、試料の表面に荷電粒子ビームを照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った前記荷電粒子光学系と前記試料との相対的な位置関係を変更する位置変更装置とを備え、前記荷電粒子光学系と前記試料との前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が第1の状態の前記検出装置により前記荷電粒子を検出し、前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が前記第1の状態とは異なる第2の状態の前記検出装置により前記荷電粒子を検出して、前記検出装置の検出結果に基づいて前記試料情報を取得する荷電粒子装置が提供される。

[0021] 第18の態様によれば、試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、前記試料の表面に荷電粒子光学系を介して荷電粒子ビームを照射することと、前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った前記荷電粒子光学系と前記試料との相対的な位置関係を変更することと、前記荷電粒子光学系と前記試料との前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った相対的な位置関係が第1の状態の前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出し、前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が前記第1の状態とは異なる第2の状態の前記荷電粒子を検出することと、前記荷電粒子の検出結果に

基づいて前記試料情報を求めることを含む情報取得方法が提供される。

[0022] 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

[0023] [図1]図1は、第1実施形態の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、第1実施形態の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、第1実施形態の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)から図4(c)のそれぞれは、試料の表面の形状の一例を示す斜視断面図である。

[図5]図5(a)から図5(c)のそれぞれは、真空領域の形成に起因して試料が変形する過程を示す断面図である。

[図6]図6(a)は、真空領域の形成に起因して変形した試料の像及び構造をそれぞれ示す像情報及び構造情報を示す説明図であり、図6(b)は、変形していない試料の像及び構造をそれぞれ示す像情報及び構造情報を示す説明図である。

[図7]図7は、試料Wに形成されているアライメントマークを示す平面図である。

[図8]図8(a)は、変更する前のビーム位置情報と電子検出情報とを示す説明図であり、図8(b)は、変更した後のビーム位置情報と電子検出情報とを示す説明図である。

[図9]図9(a)は、ビーム位置情報と変更する前の電子検出情報とを示す説明図であり、図9(b)は、ビーム位置情報と変更した後の電子検出情報とを示す説明図である。

[図10]図10は、第2変形例における試料情報の生成動作の流れを示すフローチャートである。

[図11]図11(a)から図11(d)のそれぞれは、フォーカス位置の初期

位置を示す断面図である。

[図12]図12(a)から図12(b)のそれぞれは、試料に照射される電子ビームを示す断面図である。

[図13]図13は、電子検出器による電子の検出結果から生成される像情報（いわゆる、SEM像）を、試料の表面の断面と対応付けて示す平面図である。

[図14]図14(a)から図14(b)のそれぞれは、試料に照射される電子ビームを示す断面図である。

[図15]図15は、第2変形例で生成される構造情報を、複数の像情報及び試料の表面の断面と対応付けて示す。

[図16]図16(a)から図16(b)のそれぞれは、試料に照射される電子ビームを示す断面図である。

[図17]図17は、第2実施形態の走査型電子顕微鏡の構造を示す断面図である。

[図18]図18は、第2実施形態のステージの構造を示す断面図である。

[図19]図19は、第2実施形態のステージの構造を示す平面図である。

[図20]図20は、第2実施形態のステージによって変形が抑制された試料を示す断面図である。

[図21]図21は、第3実施形態のステージの構造を示す断面図である。

[図22]図22は、第4実施形態の走査型電子顕微鏡の構造を示す断面図である。

[図23]図23は、第5実施形態の走査型電子顕微鏡の構造を示す断面図である。

[図24]図24は、第6実施形態の走査型電子顕微鏡の構造を示す断面図である。

[図25]図25は、第1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26]図26は、第2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27]図27は、第3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。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、図面を参照しながら、荷電粒子装置及び情報取得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、荷電粒子装置及び情報取得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ってもよい。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マスクのための角形基板であってもよい。

[0025] 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。また、-Z方向を重力方向と称してもよい。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。

[0026] また、以下の説明では、「XXに関する情報」という文言は、XXを直接

的に示す情報のみならず、XXと何らかの関係を有する任意のパラメータを示す情報をも包含するものとする。

[0027] (1) 第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM a

はじめに、第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aについて説明する。

[0028] (1-1) 走査型電子顕微鏡SEM aの構造

まずは、図1から図3を参照しながら、第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aの構造について説明する。図1は、第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aの構造を示す断面図である。図2は、第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM a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、第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aが備えるビーム照射装置1の構造を示す斜視図である。尚、図面の簡略化のために、図1は、走査型電子顕微鏡SEM aの一部の構成要素については、その断面を示していない。

[0029] 図1に示すように、走査型電子顕微鏡SEM a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、測定装置6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。尚、走査型電子顕微鏡SEM a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とを収容するチャンバを備えていてもよい。また、このチャンバに接続されて、チャンバ内の空間、特に試料Wの周囲の空間の温度・湿度を制御する空調機を備えていてもよい。

[0030] 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。

[0031] 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。

[0032] 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）118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、第1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。

[0033] 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、偏向器116と、電子検出器117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。尚、磁場を用いて電子ビームEBを制御する電磁レンズの代わりに、電場を用いて電子ビームEBを制御する静電レンズを用いてもよい。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。偏向器116は、電子ビームEBを偏向して、試料Wの表面WSuでの電子ビームEBの照射位置（特に、表面WSuに沿った方向（例えば、X軸及びY軸の少なくとも一方に沿った方向）における照射位置）を制御する。電子検出器117は、例えば、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117として、例えば、シンチレーター（蛍光物質）と光電子増倍管を組み合わせ使った検出器及びマイクロチャンネルプレート（micro-channel plate、MCP）の少なくとも一つが用いられてもよい。電子検出器117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（つまり、試料Wから放出された電子）を検出する。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は、例えば、試料Wからの反射電子及び試料Wからの散乱電子の少なくとも一方を含む。散乱電子は、2次電子を含んでいてもよい。尚、電子検出器117は、後述する差動排気系12に設けられてもよい。制御装置4は、電子検出器117の検出結果に基づいて、試料Wに関する情報を取得する（言い換えれば、求める、算出する又は生成する）。

[0034] 差動排気系12は、真空形成部材121と、側壁部材122とを備える。側壁部材122は、真空形成部材121から上方に延びる筒状の部材である。側壁部材122は、内部に筐体111（つまり、ビーム光学系11）を収容する。側壁部材122は、内部にビーム光学系11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（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、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 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 $SPb1$ 及び $SPb2$ の少なくとも一方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、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SPb2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。

[0035] 真空形成部材121は更に、試料Wの表面WSuに対向可能な射出面121LSを備える。図3に示す例では、真空形成部材121-1が、射出面121LSを備えている。ビーム照射装置1は、射出面121LSと表面WSu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、10μm以下且つ1μm以上）となるように、後述する間隔調整系14によって、試料Wに対して位置合わせされる。尚、間隔Dは射出面121LSと表面WSuとのZ軸方向における距離と称してもよい。また、間隔調整系14を間隔制御装置と称してもよい。射出面121LSには、ビーム射出口（つまり、開口）1232が形成されている。尚、真空形成部材121は、試料Wの表面WSuに対向可能な射出面121LS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SPb2は、ビーム射出口1232を介して、真空形成部材121の外部のビーム通過空間SPb3に連通している。つまり、ビーム通過空間SPb1は、ビーム通過空間SPb2を介してビーム通過空間SPb3に連通している。但し、ビーム通過空間SPb2が確保されていなくてもよい。つまり、ビーム通過空間SPb1は、ビーム通過空間SPb2を介することなくビーム通過空間SPb3に直接連通していてもよい。ビーム通過空間SPb3は、試料W上の空間（例えば、局所的な空間）である。ビーム通過空間SPb3は、ビーム照射装置1と試料Wとの間（具体的には、射出面121LSと表面WSuとの間）において電子ビームEBが通過する空間である。ビーム通過空間SPb3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 S P b 3 は、電子ビーム E B が照射される期間中は、真空空間となる。このため、電子銃 1 1 3 から放出された電子ビーム E B は、いずれも真空空間であるビーム通過空間 S P b 1 から S P b 3 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 S P b 3 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。

- [0036] ビーム通過空間 S P b 3 は、ビーム通過空間 S P b 1 及び S P b 2 よりも真空ポンプ 5 1 から離れた位置にある。ビーム通過空間 S P b 2 は、ビーム通過空間 S P b 1 よりも真空ポンプ 5 1 から離れた位置にある。このため、ビーム通過空間 S P b 3 の真空度は、ビーム通過空間 S P b 1 及び S P b 2 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 S P b 2 の真空度は、ビーム通過空間 S P b 1 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 5 1 は、真空度が最も低くなる可能性があるビーム通過空間 S P b 3 の真空度を、電子ビーム E B 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 5 1 は、ビーム通過空間 S P b 3 の圧力（つまり、気圧）を 1×10^{-3} パスカ以下に維持する（例えば、概ね 1×10^{-3} パスカから 1×10^{-4} パスカ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 5 1 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 5 1 の排気速度は、ビーム通過空間 S P b 3 の圧力（つまり、気圧）を 1×10^{-3} パスカ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。

[0037] 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真空領域VSP（例えば、局所的な真空領域VSP）を形成する。ビーム照射装置1は、真空領域VSPがビーム通過空間SPb3を含むように、真空領域VSPを形成する。言い換えれば、差動排気系12は、ビーム通過空間SPb3が真空領域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121の射出面121LSには、ビーム射出口1232を取り囲む排気溝（つまり、真空形成部材121を貫通しない開口）124が形成されている。排気溝124には、排気溝124に連通するように真空形成部材121及び側壁部材122に形成される配管（つまり、管路）125を介して真空ポンプ52が連結されている。

。配管125の第1端（つまり、一方の端部）は、真空ポンプ52に接続され、配管125の第2端（つまり、他方の端部であり、実質的には、排気溝124を形成する部分）は、射出面12LSと試料Wの表面WSuとの間の空間に接する。尚、図3は、差動排気系12が、排気溝124から真空ポンプ52に到達するまでに配管125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124が形成されている真空形成部材121-1に、環状の排気溝124から真空形成部材121-1を貫通するように上方に延びる環状の流路125-1が形成され、真空形成部材121-2に、流路125-1に連通するN1本（図3に示す例では、4本）の配管125-21及びN1本の配管125-21を集約する環状の集約流路125-22が形成され、真空形成部材121-3に、集約流路125-22に連通するN2（但し、 $N2 < N1$ ）本（図3に示す例では、2本）の配管125-31及びN2本の配管125-31を集約する環状の集約流路125-32が形成され、集約流路125-32に配管125-4（つまり、側壁部材122に形成された配管125-4）が連通し、配管125-4が真空ポンプ52に接続される例を示している。尚、図3に示す例では、配管125-31の本数N2が配管125-21の本数N1の半分であり、1本の配管125-31はこれと連通する2本の配管125-21からほぼ等距離に位置している。また、配管125-31の本数N2が配管125-4の本数（図3に示す例では、1本）の半分であり、配管125-4はこれと連通する2本の配管125-31からほぼ等距離に位置している。よって、それぞれの配管125-21を介した排気経路の長さや圧損はほぼ等しく、排気溝124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125の構造がこの例に限定されることはない。真空ポンプ52は、排気溝124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。

[0038] 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通過空間SPb1からSPb3の真空度よりも低くてもよい。尚、真空ポンプ52の排気速度は、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。

[0039] このようにビーム通過空間SPb3を含む真空領域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、大気圧環境下にあってもよい。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V S Pが形成されない。つまり、空間S P 2は、空間S P 1よりも圧力が高い空間となる。この空間S P 2は、例えば、ビーム射出口1 2 3 2及び排気溝1 2 4から離れた空間を含む。空間S P 2は、例えば、試料Wの表面W S uのうち空間S P 1が面する部分とは異なる部分に面する空間を含む。空間S P 2は、空間S P 1を経由することなくビーム射出口1 2 3 2及び排気溝1 2 4（更には、ビーム通過空間S P b 2及び配管1 2 5）に接続することができない空間を含む。空間S P 2は、空間S P 1を経由すればビーム射出口1 2 3 2及び排気溝1 2 4（更には、ビーム通過空間S P b 2及び配管1 2 5）に接続することができる空間を含む。空間S P 2の圧力が空間S P 1の圧力よりも高いがゆえに、空間S P 2から空間S P 1に対して気体が流入する可能性があるが、空間S P 2から空間S P 1に対して流入する気体は、排気溝1 2 4（更には、ビーム射出口1 2 3 2）を介して、空間S P 1から排出される。つまり、空間S P 2から空間S P 1に対して流入する気体は、配管1 2 5（更には、ビーム通過空間S P b 2）を介して、空間S P 1から排出される。このため、空間S P 1に形成される真空領域V S Pの真空度が維持される。このため、真空領域V S Pが局所的に形成される状態は、試料Wの表面W S u上において真空領域V S Pが局所的に形成される状態（つまり、試料Wの表面W S uに沿った方向において真空領域V S Pが局所的に形成される状態）を意味していてもよい。

[0040] 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2 1と、ステージ2 2とを備える。定盤2 1は、床等の支持面S F上に配置される。ステージ2 2は、定盤2 1上に配置される。ステージ2 2と定盤2 1との間には、定盤2 1の振動のステージ2 2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。

[0041] ステージ2 2は、試料Wを保持可能である。例えば、ステージ2 2は、試料Wを真空吸着又は静電吸着することで試料Wを保持してもよい。ステージ2 2は、保持した試料Wをリリース可能である。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22を移動させるために、ステージ装置2は、ステージ駆動系23を備えている。ステージ駆動系23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22を移動させる。更に、ステージ装置2は、ステージ22の位置を計測する位置計測装置24を備えている。位置計測装置24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22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22の位置から試料Wの位置を特定可能である。尚、ステージ22は、ビーム照射装置1による電子ビームEBの位置と、ステージ22の位置（XYZ方向における位置）とを紐付けるための基準マークを備える基準板を有していてもよい。

[0042] 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。

[0043] ステージ22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22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EBのフォーカス位置FPとの相対位置が変わる。制御装置4は、試料Wの表面WSuに（或いは、表面WSuの近傍に）電子ビームEBのフォーカス位置FPが設定されるように、ステージ駆動系23を制御してステージ22をZ軸に沿って移動させてもよい。ここで、電子ビームEBのフォーカス位置FPは、ビーム光学系11の結像位置に対応する焦点位置又は電子ビームEB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。

[0044] 更に、ステージ22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23は、制御装置4の制御下で、後述する間隔調整系14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22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24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121の位置）を計測する位置計測装置15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23及び間隔調整系14の少なくとも一方を制御する。このため、位置計測装置15及び24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に代えて又は加えて、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と試料Wとの間の間隔Dが所望間隔D_{target}となるように、ステージ駆動系23及び間隔調整系14のうち少なくとも一方を制御してもよい。

[0045] 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31と、支持部材32とを備える。支持脚31は、支持面SF上に配置される。支持脚31と支持面SFの間には、支持面SFの振

動の支持脚 3 1 への伝達を防止する又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 の上面で吊り上げるように支持することができる。この場合、支持フレーム 3 は、ビーム照射装置 1 が試料 W と衝突することを防ぐようにビーム照射装置 1 が試料 W に向かって移動することを防ぐストッパとして機能してもよい。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 を支持脚 3 1 により支える代わりに、吊り下げ支持機構により支えてもよい。この場合、支持フレーム 3 を収容するチャンバの天板（天井壁）に防振パッドを固定し、防振パッドの下端に一端が接続され、鋼材より成るワイヤの他端を支持フレーム 3 に接続してもよい。防振パッドは、例えば、エアダンパ及び／又はコイルばねを含んでいてもよい。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又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。

[0046] 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

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、ピエゾ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 1 2 1 L S と表面 W S u 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 1 4 に代えて、シム等の間隔調整部材が、支持部材 3 2 とフランジ部材 1 3 との間に配置されていてもよい。また、間隔調整系 1 4 は、ビーム照射装置 1 を X 軸方向、Y 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させてもよい。この場合、間隔調整系 1 4 は、位置変更装置と称してもよい。

[0047] 間隔調整系 1 4 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 1 2 1 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 S E M a は、位置計測装置 1 5 を備えている。位置計測装置 1 5 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、位置計測装置 1 5 は、ビーム照射装置 1 の X Y 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 X Y 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装置 1 5 と別に設けられていてもよい。

[0048] 制御装置 4 は、走査型電子顕微鏡 S E M a の動作を制御する。例えば、制御装置 4 は、電子ビーム E B 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 S P b 1 から S P b 3 を真空空間にするように、ポンプ系 5（特に、真空ポンプ 5 1 及び 5 2）を制御する。尚、このとき、ビーム通過空間 S P b 1、S P b 2 及び S P b 3 の真空度は同じでなくてよい。例えば、制御装置 4 は、試料 W の表面 W S u の X Y 面内の所望位置に電子ビーム E B が照射されるように、ステージ駆動系 2 3 及び偏向器 1 1 6 の少なくとも一方を制御する。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SEMaの動作を制御するために、制御装置4は、例えば、CPU (Central Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor)、MCU (Micro Control 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。

[0049] 制御装置4は、例えば、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査するように、試料Wに対して電子ビームEBを照射する。具体的には、走査型電子顕微鏡SEMaは、試料Wの表面WSuの第1面部分に真空領域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面部分に真空領域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面部分に電子ビームEBを照射する。この際、ビーム照射装置1は、偏向器116を用いて電子ビームEBを偏向することで、第1面部分を電子ビームEBで走査する。ビーム照射装置1が試料Wの表面WSuの第1面部分に電子ビーム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面部分の電子ビームEBでの走査が完了した後、走査型電子顕微鏡SEMaは、試料Wの表面WSuの第2面部分に真空領域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面部分に真空領域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面部分に電子ビームEBを照射する。この際、ビーム照射装置1は、偏向器116を用いて電子ビームEBを偏向することで、第2面部分を電子ビームEBで走査する。ビーム照射装置1が試料Wの表面WSuの第2面部分に電子ビームEBを照射している期間中もまた、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。以降、試料Wの表面WSu

のうち電子ビームE Bを照射すべき対象領域に対する電子ビームE Bの照射（つまり、走査）が完了するまで同様の処理が繰り返される。

[0050] 制御装置4は、更に、上述したように、電子検出器117の検出結果に基づいて、試料Wに関する情報を生成する（つまり、取得する）。電子検出器117は、例えば、試料Wに電子ビームE Bが照射された場合に生じた電子（例えば、反射電子及び散乱電子の少なくとも一方）の量を検出する。このため、電子検出器117の検出結果は、試料Wに電子ビームE Bが照射された場合に生じた電子の検出量に関する情報を含んでもよい。或いは、電子検出器117の検出結果は、電子の検出量に関する情報に加えて又は代えて、試料Wに電子ビームE Bが照射された場合に生じた電子に関する情報（例えば、電子の速度及び入射角度の少なくとも一方に関する情報）を含んでもよい。

[0051] 例えば、制御装置4は、電子検出器117の検出結果に基づいて、試料Wの像に関する情報（以降、“像情報”と称する）を生成してもよい。特に、像情報は、試料Wの表面WS uの像に関する情報を含んでもよい。具体的には、電子検出器117は、ビーム光学系11が試料Wの表面WS uを電子ビームE Bで走査している期間中に、電子ビームE Bが照射された場合に生じた電子を検出する。その結果、表面WS uの電子ビームE Bでの走査に合わせて、電子検出器117は、例えば、試料Wの表面WS uの第1位置に電子ビームE Bが照射された場合に生じた電子、試料Wの表面WS uの第2位置に電子ビームE Bが照射された場合に生じた電子、・・・、及び、試料Wの表面WS uの第K（但し、Kは2以上の整数）位置に電子ビームE Bが照射された場合に生じた電子を検出する。この場合、制御装置4は、電子検出器117の検出結果に基づいて、電子の検出量の分布に関する情報を生成することができる。つまり、制御装置4は、電子検出器117の検出結果（つまり、電子の検出結果に関する情報）と、電子ビームE Bの照射位置に関する情報とに基づいて、電子の検出量に応じた特性を有する像（いわゆるSEM像であり、第1実施形態では、試料Wの表面WS uの像）に関する像情

報を生成することができる。

[0052] 像の特性は、コントラスト、輝度及びSN (Signal to Noise) 比の少なくとも一つであってもよい。つまり、像情報が示す像は、電子の検出量に応じたコントラスト分布を有する像であってもよいし、電子の検出量に応じた輝度分布を有する像であってもよいし、電子の検出量に応じたSN比の分布を有する像であってもよい。試料Wの表面WSuの各部分に電子ビームEBが照射された場合に生ずる電子の検出量は、試料Wの表面WSuの構造（例えば、3次元構造）に依存する。このため、像情報が示す像は、試料Wの表面WSuの構造に応じたコントラスト分布（或いは、輝度分布又はSN比の分布）を有する像であるとも言える。

[0053] 尚、像情報を生成するために用いられる電子ビームEBの照射位置に関する情報は、例えば、電子ビームEBを偏向して電子ビームEBの照射位置を制御する偏向器116に流れる励磁電流から特定可能である。つまり、制御装置4は、偏向器116に流れる励磁電流と電子ビームEBの照射位置との相関関係を規定する相関情報に基づいて、偏向器116に流れる励磁電流から、電子ビームEBの照射位置に関する情報を特定可能である。但し、走査型電子顕微鏡SEMaの使用に伴って、同じ励磁電流を偏向器116に流しているにも関わらず、電子ビームEBの照射位置が変わってしまう可能性がある。そこで、制御装置4は、定期的に（或いは、所望のタイミングで）、偏向器116に流れる励磁電流と電子ビームEBの照射位置との相関関係を規定する相関情報を修正してもよい。具体的には、制御装置4は、ステージ22（或いは、上述した基準板）の特定の位置に形成されたマークに対して電子ビームEBを照射するようにビーム照射装置1及びステージ装置2を制御する共に、そのときの励磁電流とステージ22の位置とに基づいて、相関情報を修正してもよい。

[0054] 尚、電子ビームEBの照射位置と電子検出器117が検出した電子の検出量とが対応関係にあることを考慮すれば、制御装置4は、電子ビームEBの照射位置と電子検出器117が検出した電子の検出量とに基づいて、XYZ

直交座標系内での電子ビームEBの照射位置（ x 、 y 、 z ）と当該照射位置（ x 、 y 、 z ）に電子ビームEBが照射された場合に生じた電子の量 S との関係（つまり、上述した電子の検出量の分布の状況）を示す関数 $S = s(x, y, z)$ を特定してもよい。つまり、制御装置4は、XYZ直交座標系内での電子の検出量の分布を示す関数 $S = s(x, y, z)$ を生成してもよい。この場合、制御装置4は、関数 $s(x, y, z)$ に基づいて、像情報を生成してもよい。

[0055] このような像情報は、試料Wの表面WSuの構造（例えば、3次元構造）に関する情報を含んでいる。このため、制御装置4は、像情報に基づいて、試料Wの表面WSuの構造（例えば、3次元構造）を特定してもよい。つまり、制御装置4は、像情報に基づいて（つまり、電子検出器117の検出結果に基づいて）、試料Wの表面WSuの構造（例えば、3次元構造）に関する構造情報を生成してもよい。構造情報は、表面WSuを複数の単位面部分に区分した場合において、各単位面部分のX軸方向、Y軸方向及びZ軸方向における位置に関する情報を含んでいてもよい。構造情報は、各単位面部分の向き（例えば、各単位面部分の法線の向きであり、X軸、Y軸及びZ軸の少なくとも一つに対する各単位面部分の傾斜量と実質的に等価）に関する情報を含んでいてもよい。或いは、構造情報は、表面WSuの3次元モデルに関する情報（いわゆる、3次元プロファイル情報）を含んでいてもよい。

[0056] 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構造の像を含む表面WSuの像に関する像情報（或いは、凹凸パターンの構造を含む表面WSuの構造に関する構造情報）を生成するものとする。尚、試料Wの表面WSuは平面でなくてもよい。

[0057] 一具体例として、図4（a）から図4（b）に示すように、試料Wの表面WSuに微細な凹凸構造物STが形成されている場合には、制御装置4は、凹凸構造物STの構造を含む試料Wの表面WSuの構造に関する構造情報を生成する。この場合、構造情報は、実質的には、凹凸構造物STの高さ（つ

まり、Z軸方向のサイズ）に関する情報、凹凸構造物S Tの幅（つまり、X軸方向及びY軸方向の少なくとも一方のサイズ）に関する情報、及び、凹凸構造物S Tの外面の向き（実質的には、X軸、Y軸及びZ軸の少なくとも一つに対する傾斜量と等価）に関する情報の少なくとも一つを含んでいると言える。尚、上述したように試料Wが半導体基板である場合には、凹凸構造物S Tの一例として、半導体回路を構成する回路パターン（例えば、ラインアンドスペースパターン及び孤立パターンの少なくとも一つ）があげられる。或いは、凹凸構造物S Tの他の一例として、半導体回路を構成するために半導体基板に形成されるレジストパターンがあげられる。

[0058] 或いは、他の具体例として、図4（c）に示すように、試料Wの表面WS uに凹凸構造物S Tが形成されていない場合であっても、制御装置4は、試料Wの表面WS uの構造に関する構造情報を生成してもよい。この場合、構造情報は、実質的には、表面WS uの粗さに関する情報を含んでいるとも言える。

[0059] （1－2）像情報及び／又は構造情報の生成時に生じ得る技術的問題

第1実施形態では、試料Wの表面WS uに真空領域V S Pが形成される。この場合、真空領域V S Pの形成に起因して、制御装置4が適切な像情報及び／又は構造情報を生成することができないという技術的問題が生ずる可能性がある。以下、図5（a）から図5（c）を参照しながら、このような技術的問題について説明する。尚、以下の説明では、像情報及び構造情報のいずれもが試料Wに関する情報であることから、像情報及び構造情報をまとめて“試料情報”と称して説明を進める。

[0060] 図5（a）に示すように、ステージ2 2が試料Wを保持する場合には、上述したように、ステージ2 2は、試料Wを真空吸着又は静電吸着する。その結果、試料Wをステージ2 2に引き寄せる力が試料Wに作用する。例えば、ステージ2 2が試料Wを真空吸着している場合には、試料Wの裏面WS lに発生する負圧に起因した力が、試料Wの裏面WS lをステージ2 2に引き寄せる力（つまり、試料Wをステージ2 2に引き寄せる力）として作用する。

例えば、ステージ22が試料Wを静電吸着している場合には、試料Wに発生する静電力が、試料Wをステージ22に引き寄せる力として作用する。従って、ステージ22は、この真空吸着又は静電吸着に起因して試料W（特に、試料Wの裏面WS1）に作用する力 F_{hold1} を、試料Wを保持するための力として用いることで、試料Wを保持する。

[0061] 図5（a）に示す状況下において、図5（b）に示すように、ビーム照射装置1と試料Wとの間に真空領域VSPが形成されとする。この場合、試料Wの表面WSuのうち真空領域VSPに面する（つまり、ビーム通過空間SPb3に面する）真空面部分WSu_{vac}には、真空領域VSPの形成に起因した力（つまり、真空領域VSPが試料Wの表面WSuを吸引する力） F_{VSP} が作用する。更には、試料Wの裏面WS1のうち真空面部分WS1_{vac}に対応する真空面部分WS1_{vac}には、真空吸着又は静電吸着に起因した力 F_{hold1} が依然として作用する。試料Wが固体であるため、真空面部分WSu_{vac}に作用する力 F_{VSP} は、試料Wのうち真空領域VSPに面する（つまり、ビーム通過空間SPb3に面する）特定部分W_{vac}に間接的に作用する。同様に、真空面部分WS1_{vac}に作用する力 F_{hold1} もまた、特定部分W_{vac}（或いは、真空面部分WSu_{vac}）に間接的に作用する。つまり、試料Wの特定部分W_{vac}には、真空領域VSPから試料Wに作用する力（つまり、真空領域VSPが試料Wを吸引する力） F_{VSP} と、ステージ22から試料Wに作用する力（つまり、ステージ22が試料Wを保持する力） F_{hold1} とを合算した力 F_{vac} が作用する。このような状況下で、力 F_{VSP} が力 F_{hold1} よりも大きくなると、特定部分W_{vac}に作用する力 F_{vac} は、特定部分W_{vac}を真空領域VSPに引き寄せる力となる。つまり、真空領域VSPが形成される前は特定部分W_{vac}をステージ22に押し付ける力 F_{hold1} が作用していた特定部分W_{vac}には、真空領域VSPの形成に起因して、特定部分W_{vac}をステージ22から引き離す力 F_{vac} が作用する。言い換えれば、特定部分W_{vac}には、

真空領域V S Pの形成に起因して、ステージ2 2からビーム照射装置1へと向かう方向に向けて特定部分W_{vac}を押し出す、又は引き離す（つまり、変位させる）力F_{vac}が作用する。

[0062] このように真空領域V S Pの形成に起因して特定部分W_{vac}をステージ2 2から引き離す力F_{vac}が特定部分W_{vac}に作用すると、図5（c）に示すように、試料Wの特定部分W_{vac}がステージ2 2から引き離される可能性がある。一方で、試料Wのうち特定部分W_{vac}以外の他の部分には、真空領域V S Pが形成されない。このため、試料Wのうち特定部分W_{vac}以外の他の部分には、依然として当該他の部分をステージ2 2に押し付ける力F_{hold 1}が作用し続ける。つまり、試料Wのうち特定部分W_{vac}以外の他の部分は、ステージ2 2から引き離されにくい。その結果、図5（c）に示すように、試料Wが変形してしまう可能性がある。

[0063] 試料Wは、典型的には、ビーム光学系1 1の光軸A Xに沿った方向（つまり、Z軸方向であり、鉛直方向）において試料Wの少なくとも一部の位置が変わるように変形する。但し、試料Wは、ビーム光学系1 1の光軸A Xに沿った方向に加えて又は代えて、ビーム光学系1 1の光軸A Xに交差する面に沿った方向において試料Wの少なくとも一部の位置が変わるように変形してもよい。例えば、試料Wは、ビーム光学系1 1の光軸A Xに直交する面（つまり、XY平面であって、水平面と平行な面）に沿った方向において試料Wの少なくとも一部の位置が変わるように変形してもよい。

[0064] このように試料Wが変形している状況下では、制御装置4は、真空領域V S Pの形成に起因して変形した試料Wの表面W_{su}の像に関する像情報を生成する可能性がある。具体的には、制御装置4は、図6（a）の左側に示すように、真空領域V S Pの形成に起因した試料Wの変形に関する誤差成分（例えば、変形に起因したオフセット成分）を含む像情報を生成する可能性がある。つまり、制御装置4は、本来生成したい又は生成すべき像情報（つまり、真空領域V S Pの形成に起因した試料Wの変形に関する誤差成分を含

まない理想的な像情報）を生成することができない可能性がある。具体的には、制御装置4は、図6（b）の左側に示すように、変形していない試料W（つまり、真空領域V S Pがその表面W S uに形成されていない試料W）の表面W S uの像に関する像情報を生成することができない可能性がある。同様に、制御装置4は、真空領域V S Pの形成に起因して変形した試料Wの表面W s uの構造に関する構造情報を生成する可能性がある。具体的には、制御装置4は、図6（a）の右側に示すように、真空領域V S Pの形成に起因した試料Wの変形に関する誤差成分を含む構造情報を生成する可能性がある。つまり、制御装置4は、本来生成したい又は生成すべき構造情報（つまり、真空領域V S Pの形成に起因した試料Wの変形に関する誤差成分を含まない理想的な構造情報）を生成することができない可能性がある。具体的には、制御装置4は、図6（b）の右側に示すように、変形していない試料W（つまり、真空領域V S Pがその表面W S uに形成されていない試料W）の表面W S uの構造に関する構造情報を生成することができない可能性がある。

[0065] 尚、真空領域V S Pの形成に起因して試料Wが変形している場合のみならず、真空領域V S Pの形成とは異なる要因で試料Wが変形している場合においても同様の技術的問題が生ずる。つまり、走査型電子顕微鏡S E M aが保持している試料Wの形状によっては、走査型電子顕微鏡S E M aは、適切な試料情報を生成することができない可能性がある。例えば、電子ビームE Bが照射されている期間中の試料Wの実際の形状が試料Wの本来の形状とは異なる場合には、走査型電子顕微鏡S E M aは、適切な試料情報を生成することができない可能性がある。

[0066] そこで、第1実施形態では、走査型電子顕微鏡S E M aは、制御装置4の制御下で、試料Wの形状に依存することなく、理想的な形状にある（例えば、変形していない又は本来の形状にある）試料Wの像に関する像情報及び／又は理想的な形状にある試料Wの構造に関する構造情報を生成することで試料Wの形状の違いによる影響を抑制する。具体的には、走査型電子顕微鏡S

EMaは、制御装置4の制御下で、真空領域VSPの形成等に起因して試料Wが変形している場合であっても、変形していない（或いは、実際よりも変形の程度が小さい、以下同じ）試料Wの像に関する像情報及び／又は変形していない試料Wの構造に関する構造情報を生成することで試料Wの変形による影響を抑制する変形抑制動作を行う。以下、変形抑制動作について更に説明を進める。

[0067] （１－２）変形抑制動作

変形抑制動作を行うために、走査型電子顕微鏡SEMaは、まず、試料Wの形状（特に、３次元形状）に関する形状情報を生成する。尚、形状情報は、試料Wの全体の形状（例えば、試料Wの表面WSuの全体の形状）に関する情報であってもよいし、試料Wの一部の形状（例えば、試料Wの表面WSuの一部の形状）に関する情報であってもよい。その後、走査型電子顕微鏡SEMaは、電子ビームEBを試料Wに照射する。その結果、電子検出器117は、電子ビームEBが照射された場合に生じた電子を検出する。その後、走査型電子顕微鏡SEMaは、電子検出器117の検出結果に基づいて、像情報及び／又は構造情報を生成する。この際、走査型電子顕微鏡SEMaは、電子検出器117の検出結果に加えて形状情報にも基づいて、変形していない試料Wの像に関する像情報及び／又は変形していない試料Wの構造に関する構造情報を生成する。以下、形状情報を生成する動作と、像情報及び／又は構造情報（つまり、試料情報）を生成する動作とについて順に説明する。

[0068] （１－２－１）形状情報を生成する動作

上述したように、試料Wは、ビーム光学系11の光軸AXに沿った方向（つまり、Z軸方向であり、鉛直方向）において試料Wの少なくとも一部の位置が変わるように変形すると共に、ビーム光学系11の光軸AXに交差する面（例えば、XY平面であって、水平面と平行な面）に沿った方向において試料Wの少なくとも一部の位置が変わるように変形する可能性がある。このため、形状情報もまた、試料Wの表面WSuのX軸方向における形状に関す

るX形状情報、試料Wの表面WSuのY軸方向における形状に関するY形状情報、及び、試料Wの表面WSuのZ軸方向における形状に関するZ形状情報を含んでいてもよい。X形状情報は、表面WSuの各部分のX軸方向における位置に関するX位置情報を含んでいてもよい。Y形状情報は、表面WSuの各部分のY軸方向における位置に関するY位置情報を含んでいてもよい。Z形状情報は、表面WSuの各部分のZ軸方向における位置に関するZ位置情報を含んでいてもよい。

[0069] 試料の表面WSuの各部分の設計上の位置（つまり、変形していない又は理想的な形状にある試料Wの表面WSuの各部分の位置）は、走査型電子顕微鏡SEMaにとって既知の情報である。この場合、形状情報は、試料Wの表面WSuの変形量に関する変形情報を含んでいてもよい。例えば、X形状情報は、試料Wの表面WSuのX軸方向における変形量に関するX変形情報を含んでいてもよい。試料Wの表面WSuのX軸方向における変形量は、表面WSuの各部分の実際の位置と設計上の位置との間のX軸方向におけるずれ量を示す。同様に、Y形状情報は、試料Wの表面WSuのY軸方向における変形量に関するY変形情報を含んでいてもよい。試料Wの表面WSuのY軸方向における変形量は、表面WSuの各部分の実際の位置と設計上の位置との間のY軸方向におけるずれ量を示す。Z形状情報は、試料Wの表面WSuのZ軸方向における変形量に関するZ変形情報を含んでいてもよい。試料Wの表面WSuのZ軸方向における変形量は、表面WSuの各部分の実際の位置と設計上の位置との間のZ軸方向におけるずれ量を示す。

[0070] X形状情報及びY形状情報を生成するために、走査型電子顕微鏡SEMaは、試料Wに予め形成されたアライメントマークAMを用いてもよい。この場合、試料W（特に、その表面WSu）には、図7に示すように、少なくとも一つのアライメントマークAMが形成されている。尚、図7は、5つのアライメントマークAMが形成される例を示しているが、アライメントマークAMの数が5つに限定されることはないし、その配置位置が図7に示す例に限定されることはない。各アライメントマークAMは、X形状情報を生成す

るためのXマーク（例えば、X軸方向に周期性を有するマーク）と、Y形状情報を生成するためのYマーク（例えば、Y軸方向に周期性を有するマーク）とを含んでいてもよい。この場合、走査型電子顕微鏡SEM aは、制御装置4の制御下で、アライメントマークAMに対して電子ビームEBを照射すると共に、アライメントマークAMからの反射電子を電子検出器117で検出する。この際、合わせて、位置計測系24は、ステージ22の位置を計測する。制御装置4は、電子検出器117の検出結果（つまり、アライメントマークAMからの反射電子の検出結果）と位置計測系24の計測結果（つまり、ステージ22の位置の計測結果）とに基づいて、X軸方向及びY軸方向のそれぞれにおけるアライメントマークAMの位置（つまり、試料Wの表面WSuのうちアライメントマークAMが形成されている部分の位置）を特定する。その後、制御装置4は、複数のアライメントマークAMの位置に関する情報に対して統計処理（例えば、EGA: Enhanced Global Alignmentに基づく統計処理）を行うことで、試料Wの表面WSuの各部分のX軸方向及びY軸方向のそれぞれにおける位置を推定する。その結果、制御装置4は、推定した位置に基づいて、X形状情報及びY形状情報を生成することができる。

[0071] 一方で、Z形状情報を生成するために、走査型電子顕微鏡SEM aは、X形状情報及びY形状情報を生成するための方法とは異なる方法を用いてもよい。例えば、走査型電子顕微鏡SEM aは、Z形状情報を生成するために、走査型顕微鏡SEM aが備えている測定装置6を用いてもよい。測定装置6は、試料Wの表面WSuのZ軸方向における形状を測定するために用いられる装置である。測定装置6は、試料Wの表面WSuのZ軸方向における形状を光学的に測定してもよい。例えば、測定装置6は、試料Wの表面WSuのZ軸方向における形状を測定するために、いわゆるオートフォーカス法を用いてもよい。この場合、例えば、測定装置6は、試料Wに測定光（例えば、可視光及び赤外光の少なくとも一方）を照射する照射光学系（例えば、光源を含む光学系）と、試料Wを介した測定光を検出する検出光学系（例えば、

光センサを含む光学系）とを備えていてもよい。検出光学系による測定光の検出結果は、制御装置4に出力される。制御装置4は、試料Wに測定光を照射してから試料Wを介した測定光が検出光学系によって検出されるまでの時間、試料Wに照射される測定光と、試料Wに照射されて試料Wを介した測定光との位相差及び試料Wを介した測定光の検出光学系への入射角度のいずれかに基づいて、測定装置6から試料W（特に、測定光が照射された部分）までの距離を特定可能である。測定装置6の位置が固定されている（つまり、測定装置6の位置が既知の情報である）とすれば、特定した距離は、実質的には、試料W（特に、測定光が照射された部分）のZ軸方向の位置と等価である。このため、試料Wの表面WSuの複数個所に離散的に測定光を照射すれば又は試料Wの表面WSuを測定光で走査すれば、制御装置4は、試料Wの表面WSuの各部分のZ軸方向における位置を推定することができる。その結果、制御装置4は、推定した位置に基づいて、Z形状情報を生成することができる。

[0072] 走査型電子顕微鏡SEM aは、電子ビームEBを試料Wに照射して試料情報を生成するために走査型電子顕微鏡SEM aが真空領域VSPを実際に形成している状態で、形状情報を生成してもよい。つまり、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料情報を生成するために走査型電子顕微鏡SEM aが真空領域VSPを実際に形成している状態で、アライメントマークAMに電子ビームEBを照射してX形状情報及びY形状情報を生成すると共に、測定装置6を用いてZ形状情報を生成してもよい。

[0073] 或いは、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料情報を生成するために走査型電子顕微鏡SEM aが真空領域VSPを実際に形成する前に、形状情報を生成してもよい。つまり、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料情報を生成するために走査型電子顕微鏡SEM aが真空領域VSPを実際に形成する前に、アライメントマークAMに電子ビームEBを照射してX形状情報及びY形状情報を生成すると共に、測定装置6を用いてZ形状情報を生成してもよい。但し、この場合には、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料情報を生成するた

めに走査型電子顕微鏡SEM aが実際に形成する真空領域VSPと特性が同じになる別の真空領域VSP'が試料Wとビーム照射装置1との間の空間に形成された状態で、形状情報を生成してもよい。つまり、走査型電子顕微鏡SEM aは、形状情報を生成する期間の少なくとも一部において、試料情報を生成するために走査型電子顕微鏡SEM aが実際に形成する真空領域VSPとは異なる他の真空領域VSP'を形成する。具体的には、走査型電子顕微鏡SEM aは、少なくとも、X形状情報及びY形状情報を生成するためにアライメントマークAMに電子ビームEBが照射される期間及びZ形状情報を生成するために計測装置6が測定光を試料Wに照射している期間のそれぞれにおいて、他の真空領域VSP'を形成する。尚、他の真空領域VSP'は、真空領域VSPが形成された場合における試料Wの変形量と他の真空領域VSP'が形成された場合における試料Wの変形量とが同じになるという条件を満たす真空領域であってもよい。このような他の真空領域VSP'の特性（例えば、サイズ及び真空度の分布の少なくとも一方）は、真空領域VSPの特性と同じであってもよい。

[0074] 尚、真空領域VSPを実際に形成する前に形状情報を生成する場合には、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料情報を生成する対象となる試料Wとは異なる他の試料W'の形状に関する形状情報を生成してもよい。つまり、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料Wに代えて試料W'をステージ22が保持した状態で、他の試料W'に形成されたアライメントマークAMに電子ビームEBを照射して他の試料W'のX形状情報及びY形状情報を生成すると共に、測定装置6を用いて他の試料W'に測定光を照射して他の試料W'のZ形状情報を生成してもよい。この場合であって、他の試料W'と試料Wとの間の個体差が相応に小さければ（或いは、個体差が殆ど又は全くなければ）、他の試料W'の形状情報を試料Wの形状情報として用いても特段の問題は生じない。このような他の試料W'の特性（例えば、サイズ、厚さ、材質及び弾性係数の少なくとも一つ）は、試料Wの特性と同じであってもよい。弾性係数は、縦弾性係数あるいはヤング率である。試料Wが等方均質弾性体であ

る場合には、試料Wのポアソン比 ν 及び剛性率（せん断弾性係数（せん断弾性率）、ずれ弾性係数（ずれ弾性率）、横弾性係数、ラメの第二定数）Gから算出した値 $2G(1+\nu)$ を弾性係数（縦弾性係数あるいはヤング率）の代わりに使ってもよい。またヤング率、ポアソン比、体積弾性率、剛性率、及び、ラメの第一定数の5つの値は、これらの5つの値のうち2つを用いて残りの3つを表すことができるため、弾性係数（縦弾性係数あるいはヤング率）の代わりに、これらの5つの値のうち2つを代わりに用いてもよい。

[0075] 尚、上述した形状情報の生成方法は一具体例に過ぎない。従って、走査型電子顕微鏡SEM aは、その他の方法で形状情報を生成してもよい。以下、形状情報の生成方法の他の具体例について説明する。

[0076] 測定装置6は、試料Wの表面WSuのZ軸方向における形状を測定するために、光学的な方法（例えば、上述したオートフォーカス方法）とは異なる方法を用いてもよい。例えば、測定装置6は、電氣的に試料Wの表面WSuのZ軸方向における形状を測定してもよい。この場合、測定装置6は、静電容量センサを含んでいてもよい。具体的には、測定装置6は、試料W（或いは、ステージ22）に配置された電極と、ビーム照射装置1（例えば、ビーム光学系11又は差動排気系12）に配置された電極と、これら2つの電極の静電容量（つまり、これら2つの電極から構成されるコンデンサの静電容量）を検出する静電容量センサとを備えていてもよい。制御装置4は、静電容量センサの検出結果（つまり、静電容量）に基づいて、2つの電極の間の距離（つまり、Z軸方向の距離）を算出することができる。2つの電極の間の距離は、実質的には、ビーム照射装置1とステージ22との間の距離（更には、ビーム照射装置1とステージ22が保持する試料Wとの間の距離）と等価である。このため、制御装置4は、静電容量センサの検出結果に基づいて、Z形状情報を生成することができる。

[0077] 走査型電子顕微鏡SEM aは、Z形状情報を生成するために、X形状情報及びY形状情報を生成するための方法と同じ方法を用いてもよい。例えば、走査型電子顕微鏡SEM aは、測定装置6を用いて、X形状情報、Y形状情

報及びZ形状情報を生成してもよい。この場合、測定装置6は、試料Wの3次元形状を測定可能な装置であってもよい。例えば、測定装置6は、任意の測定方法を用いて、試料Wの3次元形状を測定してもよい。測定方法の一例として、光源パターン投影法、光切断法、タイム・オブ・フライト法、モアレトポグラフィ法（具体的には、格子照射法若しくは格子投影法）、ホログラフィック干渉法、オートコリメーション法、ステレオ法、非点収差法、臨界角法及びナイフエッジ法の少なくとも一つがあげられる。この場合、制御装置4は、測定装置6の測定結果に基づいて、X形状情報、Y形状情報及びZ形状情報を含む形状情報を生成してもよい。

[0078] 走査型電子顕微鏡SEM aは、制御装置4の制御下で、測定装置6の測定結果（或いは、電子検出器117の検出結果）に基づいてX形状情報、Y形状情報及びZ形状情報の少なくとも一つを生成と共に、X形状情報、Y形状情報及びZ形状情報の残りを、生成したX形状情報、Y形状情報及びZ形状情報の少なくとも一つに基づいて生成してもよい。例えば、走査型電子顕微鏡SEM aは、測定装置6の測定結果に基づいてZ形状情報を生成すると共に、生成したZ形状情報に基づいてX形状情報及びY形状情報を生成してもよい。この場合、走査型電子顕微鏡SEM aは、生成したZ形状情報（例えば、試料Wの表面WSuの各部分のZ軸方向における位置）に基づいて試料Wの表面WSuの各部分のX軸方向及びY軸方向のそれぞれにおける位置を推定することで、X形状情報及びY形状情報を生成してもよい。

[0079] 上述したように、試料Wの変形の原因の一つは、真空領域VSPが形成されることである。つまり、試料Wの変形の原因の一つは、真空領域VSPから試料Wに作用する力である。この場合、真空領域VSPの形成に起因した試料Wの変形の度合いは、真空領域VSPの真空度に依存する可能性がある。例えば、真空領域VSPの真空度が高くなるほど（つまり、真空領域VSPの圧力が低くなるほど）、真空領域VSPの形成に起因して試料Wに作用する F_{VSP} が大きくなる。このため、真空領域VSPの真空度が高くなるほど（つまり、真空領域VSPの圧力が低くなるほど）、真空領域VSP

の形成に起因して試料Wが大きく変形する可能性がある。このため、制御装置4は、測定装置6の測定結果及び電子検出器117の検出結果の少なくとも一方に加えて又は代えて、真空領域VSPの真空度（つまり、圧力）に関する情報に基づいて、形状情報を生成してもよい。この場合、走査型電子顕微鏡SEM aは、測定装置6に加えて又は代えて、真空領域VSPの真空度（つまり、ビーム通過空間SP b3の真空度）を測定可能な測定装置を備えていてもよい。このような測定装置の一例として、真空領域VSPの圧力を計測可能な圧力センサがあげられる。

[0080] 真空領域VSPの形成に起因した試料Wの変形の度合いは、真空領域VSPの周辺の空間の気圧（例えば、走査型電子顕微鏡SEM aを取り巻く環境の気圧）にも影響を受ける可能性がある。具体的には、真空領域VSPの形成に起因した試料Wの変形の度合いは、試料Wのうち真空領域VSPに面する特定部分W_{vac}（図5（a）から図5（c）参照）以外の部分に面する空間の気圧にも影響を受ける可能性がある。例えば、真空領域VSPの周辺の空間の気圧が第1の気圧になっている状況下での試料Wの変形の度合いは、真空領域VSPの周辺の空間の気圧が第1の気圧とは異なる第2の気圧になっている状況下での試料Wの変形の度合いと異なる可能性がある。このため、制御装置4は、真空領域VSPの真空度に関する情報に加えて又は代えて、真空領域VSPの周辺の空間の気圧に関する情報に基づいて、形状情報を生成してもよい。

[0081] 真空領域VSPの形成に起因した試料Wの変形の度合いは、試料Wの弾性係数にも影響を受ける可能性がある。例えば、試料Wの弾性係数が大きくなるほど（つまり、試料Wが変形しにくくなるほど）、真空領域VSPの形成に起因した試料Wの変形の度合いは小さくなる可能性がある。例えば、試料Wの弾性係数が小さくなるほど（つまり、試料Wが変形しやすくなるほど）、真空領域VSPの形成に起因した試料Wの変形の度合いは大きくなる可能性がある。このため、制御装置4は、真空領域VSPの真空度に関する情報及び真空領域VSPの周辺の空間の気圧に関する情報の少なくとも一方に加

えて又は代えて、試料Wの弾性係数に関する情報に基づいて、形状情報を生成してもよい。

[0082] 真空領域VSPの形成に起因した試料Wの変形の度合いは、ステージ22が試料Wを保持する力F_{hold1}の大きさ（つまり、真空吸着又は静電吸着によって発生する力）にも影響を受ける可能性がある。例えば、ステージ22が第1の大きさの力F_{hold1-1}で試料Wを保持している状況下での試料Wの変形の度合いは、ステージ22が第1の大きさとは異なる第2の力F_{hold1-2}で試料Wを保持している状況下での試料Wの変形の度合いと異なる可能性がある。このため、制御装置4は、真空領域VSPの真空度に関する情報、真空領域VSPの周辺の空間の気圧に関する情報及び試料Wの弾性係数に関する情報の少なくとも一つに加えて又は代えて、ステージ22が試料Wを保持する力F_{hold1}の大きさに関する情報に基づいて、形状情報を生成してもよい。

[0083] 尚、真空領域VSPの真空度に関する情報、真空領域VSPの周辺の空間の気圧に関する情報、試料Wの弾性係数に関する情報及びステージ22が試料Wを保持する力F_{hold1}の大きさに関する情報の少なくとも一つに基づいて形状情報を生成する場合には、制御装置4は、任意の数値解析手法を用いて試料Wの変形を推定すると共に、推定結果に基づいて形状情報を生成してもよい。任意の数値解析手法の一例として、有限要素法があげられる。

[0084] （1-2-2）試料情報を生成する動作

続いて、生成した形状情報に基づいて試料情報を生成する動作について説明する。第1実施形態では、制御装置4は、上述した電子ビームEBの照射位置に関する情報（以降、適宜“ビーム位置情報”と称する）と電子検出器117が検出した電子に関する情報（以降、適宜“電子検出情報”と称する）とに加えて、形状情報にも基づいて、試料情報（つまり、像情報及び／又は構造情報）を生成する。

[0085] 例えば、制御装置4は、形状情報に基づいてビーム位置情報を変更すると

共に、変更した後のビーム位置情報と電子検出情報とに基づいて試料情報を生成する第1の動作を行ってもよい。例えば、図8(a)は、変更する前のビーム位置情報と電子検出情報とが対応付けられた情報ブロックの一例を示している。図8(a)は、(x#1、y#1、z#1)という位置に電子ビームEBが照射された場合に、電子検出器117の検出結果がs#1となり(例えば、検出された電子の量がs1になり)、(x#2、y#2、z#2)という位置に電子ビームEBが照射された場合に、電子検出器117の検出結果がs#2となり、・・・、(x#n、y#n、z#n(但し、nは2以上の整数))という位置に電子ビームEBが照射された場合に、電子検出器117の検出結果がs#nとなった場合の、ビーム位置情報と電子検出情報とを示している。この場合、第1動作を行う制御装置4は、図8(b)に示すように、ビーム位置情報に含まれる(x#1、y#1、z#1)という照射位置の情報を、形状情報に基づいて(x#1'、y#1'、z#1')という別の照射位置の情報に変更し、ビーム位置情報に含まれる(x#2、y#2、z#2)という照射位置の情報を、形状情報に基づいて(x#2'、y#2'、z#2')という別の照射位置の情報に変更し、・・・、ビーム位置情報が示す(x#n、y#n、z#n)という照射位置の情報を、形状情報に基づいて(x#n'、y#n'、z#n')という別の照射位置の情報に変更する。尚、制御装置4は、ビーム位置情報に含まれる全ての照射位置の情報を必ずしも変更しなくてもよい。つまり、制御装置4は、ビーム位置情報に含まれる照射位置の情報のうちの一部を変更すると共に、ビーム位置情報に含まれる照射位置の情報のうちの残りの一部を変更しなくてもよい。その結果、第1動作では、制御装置4は、図8(a)に示すビーム位置情報及び電子検出情報に代えて、図8(b)に示すビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて試料情報を生成する。

[0086] 第1動作では、制御装置4は、変更する前のビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて生成される試料情報よりも、変更した後のビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて生成される試料情報の方が、変形していない試料

W（例えば、真空領域V S Pがその表面W S uに形成されていない試料W、以下同じ）に関する試料情報に近づくように、ビーム位置情報を変更してもよい。制御装置4は、変更する前のビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて生成される試料情報と変形していない試料Wに関する試料情報との差分よりも、変更した後のビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて生成される試料情報と変形していない試料Wに関する試料情報との差分の方が小さくなるように、ビーム位置情報を変更してもよい。制御装置4は、変更した後のビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて生成される試料情報が、変形していない試料Wに関する試料情報と一致するように、ビーム位置情報を変更してもよい。制御装置4は、変更した後のビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて生成される試料情報と、変形していない試料Wに関する試料情報との差がなくなるように、ビーム位置情報を変更してもよい。

[0087] 上述した条件を満たすようにビーム位置情報を変更するために、制御装置4は、変更した後のビーム位置情報が示す電子ビームE Bの各照射位置が、形状情報に基づいて定まる所望の位置に設定されるように、ビーム位置情報を変更してもよい。例えば、制御装置4は、変更する前のビーム位置情報が示す電子ビームE Bの各照射位置よりも、変更した後のビーム位置情報が示す電子ビームE Bの各照射位置の方が、試料Wが変形していない場合において電子ビームE Bが本来照射されるべきであった位置に近づくように、ビーム位置情報を変更してもよい。例えば、制御装置4は、変更した後のビーム位置情報が示す電子ビームE Bの各照射位置が、試料Wが変形していない場合において電子ビームE Bが本来照射されるべきであった位置（或いは、その近傍）に設定されるように、ビーム位置情報を変更してもよい。

[0088] 或いは、制御装置4は、形状情報に基づいてビーム位置情報を変更することに加えて又は代えて、形状情報に基づいて電子検出情報を変更すると共に、ビーム位置情報と変更した電子検出情報とに基づいて試料情報を生成する第2の動作を行ってもよい。例えば、図9（a）は、変更する前のビーム位置情報と電子検出情報とが対応付けられた情報ブロックの一例を示している

。尚、説明の便宜上、図9（a）に示すビーム位置情報及び電子検出情報は、図8（a）に示すビーム位置情報及び電子検出情報と同じである。この場合、第2動作を行う制御装置4は、図9（b）に示すように、電子検出情報に含まれる（s # 1）という電子の検出量の情報を、形状情報に基づいて（s # 1'）という別の電子の検出量の情報に変更し、電子検出情報に含まれる（s # 2）という電子の検出量の情報を、形状情報に基づいて（s # 2'）という別の電子の検出量の情報に変更し、・・・、電子検出情報に含まれる（s # n）という電子の検出量の情報を、形状情報に基づいて（s # n'）という別の電子の検出量の情報に変更する。尚、制御装置4は、電子検出情報に含まれる全ての検出量の情報を必ずしも変更しなくてもよい。つまり、制御装置4は、電子検出情報に含まれる全ての検出量の情報のうちの一部を変更すると共に、電子検出情報に含まれる全ての検出量の情報のうちの残りの一部を変更しなくてもよい。その結果、第2動作では、制御装置4は、図9（a）に示すビーム位置情報及び電子検出情報に代えて、図9（b）に示すビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて試料情報を生成する。

[0089] 第2動作では、制御装置4は、ビーム位置情報及び変更する前の電子検出情報に基づいて生成される試料情報よりも、ビーム位置情報及び変更した後の電子検出情報に基づいて生成される試料情報の方が、変形していない試料Wに関する試料情報に近づくように、電子検出情報を変更してもよい。制御装置4は、ビーム位置情報及び変更する前の電子検出情報に基づいて生成される試料情報と変形していない試料Wに関する試料情報との差分よりも、ビーム位置情報及び変更した後の電子検出情報に基づいて生成される試料情報と変形していない試料Wに関する試料情報との差分の方が小さくなるように、電子検出情報を変更してもよい。制御装置4は、ビーム位置情報及び変更した後の電子検出情報に基づいて生成される試料情報が、変形していない試料Wに関する試料情報に一致するように、電子検出情報を変更してもよい。制御装置4は、ビーム位置情報及び変更した後の電子検出情報に基づいて生成される試料情報と、変形していない試料Wに関する試料情報との差がなく

なるように、電子検出情報を変更してもよい。

[0090] 上述した条件を満たすように電子検出情報を変更するために、制御装置4は、変更した後の電子検出情報が示す各検出量（或いは、その他の電子の特性に関する情報）が、形状情報に基づいて定まる所望の量に設定されるように、電子検出情報を変更してもよい。例えば、制御装置4は、変更する前の電子検出情報が示す各検出量（具体的には、ある照射位置に電子ビームEBが照射された場合に放出された電子の検出量）よりも、変更した後の電子検出情報が示す各検出量の方が、変形していない試料Wに電子ビームEBが照射された場合に検出されるはずであった電子の検出量に近づくように、電子検出情報を変更してもよい。例えば、制御装置4は、変更した後の電子検出情報が示す電子の検出量が、変形していない試料Wに電子ビームEBが照射された場合に検出されるはずであった電子の検出量に一致するように、電子検出情報を変更してもよい。

[0091] 或いは、制御装置4は、ビーム位置情報及び電子検出情報のいずれか一方を変更することに代えて、ビーム情報及び電子検出情報の双方を変更してもよい。この場合、制御装置4は、変更する前のビーム位置情報及び変更する前の電子検出情報に基づいて生成される試料情報よりも、変更した後のビーム位置情報及び変更した後の電子検出情報に基づいて生成される試料情報の方が、変形していない試料Wに関する試料情報に近づくように、ビーム位置情報及び電子検出情報を変更してもよい。制御装置4は、変更する前のビーム位置情報及び変更する前の電子検出情報に基づいて生成される試料情報と変形していない試料Wに関する試料情報との差分よりも、変更した後のビーム位置情報及び変更した後の電子検出情報に基づいて生成される試料情報と変形していない試料Wに関する試料情報との差分の方が小さくなるように、ビーム位置情報及び電子検出情報を変更してもよい。制御装置4は、変更した後のビーム位置情報及び変更した後の電子検出情報に基づいて生成される試料情報が、変形していない試料Wに関する試料情報に一致するように、ビーム位置情報及び電子検出情報を変更してもよい。制御装置4は、変更した

後のビーム位置情報及び変更した後の電子検出情報に基づいて生成される試料情報と、変形していない試料Wに関する試料情報との差がなくなるように、ビーム位置情報及び電子検出情報を変更してもよい。

[0092] 或いは、制御装置4は、ビーム位置情報及び電子検出情報の少なくとも一方を変更することに代えて、ビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて試料情報を生成した後に、形状情報に基づいて試料情報を変更してもよい。この際、制御装置4は、変更する前の試料情報よりも、変更した後の試料情報の方が、変形していない試料Wに関する試料情報に近づくように、試料情報を変更してもよい。制御装置4は、変更する前の試料情報と変形していない試料Wに関する試料情報との差分よりも、変更した後の試料情報と変形していない試料Wに関する試料情報との差分の方が小さくなるように、試料情報を変更してもよい。制御装置4は、変更した後の試料情報が、変形していない試料Wに関する試料情報と一致するように、試料情報を変更してもよい。制御装置4は、変更した後の試料情報と、変形していない試料Wに関する試料情報との差がなくなるように、試料情報を変更してもよい。

[0093] その結果、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料Wが変形している場合であっても、形状情報に基づいてビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更することで、試料Wが変形していない理想的な状況下で生成されるはずの試料情報を適切に生成することができる。このため、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料Wの変形の影響を受けていない相対的に高精度な試料情報を取得することができる。つまり、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料Wの形状によらずに、相対的に高精度な試料情報を取得することができる。

[0094] 尚、形状情報は、測定装置6の測定結果及び電子検出器117の検出結果を用いることなく、真空領域VSPの真空度に関する情報、真空領域VSPの周辺の空間の気圧に関する情報、試料Wの弾性係数に関する情報及びステージ22が試料Wを保持する力の大きさに関する情報の少なくとも一つに基づいて生成されてもよいことは上述したとおりである。この場合、真空領域

V S Pの真空度に関する情報、真空領域V S Pの周辺の空間の気圧に関する情報、試料Wの弾性係数に関する情報及びステージ2 2が試料Wを保持する力の大きさに関する情報の少なくとも一つは、実質的には、試料Wの形状を間接的に示す情報であるとも言える。このため、制御装置4は、形状情報に基づいてビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更することに加えて又は代えて、真空領域V S Pの真空度に関する情報、真空領域V S Pの周辺の空間の気圧に関する情報、試料Wの弾性係数に関する情報及びステージ2 2が試料Wを保持する力の大きさに関する情報の少なくとも一つに基づいてビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更してもよい。

[0095] (1-3) 第1実施形態の走査型電子顕微鏡S E M aの変形例

続いて、走査型電子顕微鏡S E M aの変形例について説明する。

[0096] (1-3-1) 第1変形例

上述した説明では、走査型電子顕微鏡S E M aは、試料情報を生成する際に、形状情報に基づいてビーム位置情報を変更している。つまり、走査型電子顕微鏡S E M aは、試料Wに電子ビームE Bを照射してビーム位置情報及び電子検出情報が取得された後に、形状情報に基づいてビーム位置情報を変更している。しかしながら、走査型電子顕微鏡S E M aは、制御装置4の制御下で、電子ビームE Bを試料Wに照射する際に、形状情報に基づいて電子ビームE Bの照射位置を制御してもよい。具体的には、走査型電子顕微鏡S E M aは、制御装置4の制御下で、電子ビームE Bを試料Wに照射する際に、形状情報に基づいて電子ビームE Bの照射位置を変更してもよい。尚、電子ビームE Bの照射位置は、典型的には、偏向器1 1 6に流れる励磁電流の変更によって変更される。

[0097] 例えば、制御装置4は、変更する前の照射位置に電子ビームE Bが照射された場合に生成される試料情報よりも、変更した後の照射位置に電子ビームE Bが照射された場合に生成される試料情報の方が、変形していない試料Wに関する試料情報に近づくように、電子ビームE Bの照射位置を制御しても

よい。制御装置 4 は、変更する前の照射位置に電子ビーム E B が照射された場合に生成される試料情報と変形していない試料 W に関する試料情報との差分よりも、変更した後の照射位置に電子ビーム E B が照射された場合に生成される試料情報と変形していない試料 W に関する試料情報との差分の方が小さくなるように、電子ビーム E B の照射位置を制御してもよい。制御装置 4 は、変更した後の照射位置に電子ビーム E B が照射された場合に生成される試料情報が、変形していない試料 W に関する試料情報と一致するように、電子ビーム E B の照射位置を制御してもよい。制御装置 4 は、変更した後の照射位置に電子ビーム E B が照射された場合に生成される試料情報と、変形していない試料 W に関する試料情報との差がなくなるように、電子ビーム E B の照射位置を制御してもよい。

[0098] 上述した条件を満たすように電子ビーム E B の照射位置を制御するために、制御装置 4 は、変更した後の電子ビーム E B の各照射位置が、形状情報に基づいて定まる所望の位置に設定されるように、電子ビーム E B の照射位置を変更してもよい。例えば、制御装置 4 は、変更する前の電子ビーム E B の各照射位置よりも、変更した後の電子ビーム E B の各照射位置の方が、試料 W が変形していない場合において電子ビーム E B が本来照射されるべきであった位置に近づくように、ビーム位置情報を変更してもよい。例えば、制御装置 4 は、変更した後の電子ビーム E B の各照射位置が、試料 W が変形していない場合において電子ビーム E B が本来照射されるべきであった位置（或いは、その近傍）に設定されるように、電子ビーム E B の照射位置を変更してもよい。

[0099] その後、制御装置 4 は、ビーム位置情報と電子検出情報とに基づいて、試料情報（つまり、像情報及び／又は構造情報）を生成する。第 1 変形例では、電子ビーム E B を試料 W に照射する際に形状情報に基づいて電子ビーム E B の照射位置が既に制御（つまり、変更）されている。このため、制御装置 4 は、ビーム位置情報及び電子検出情報を形状情報に基づいて変更しなくてもよい。つまり、第 1 変形例では、形状情報に基づいて電子ビーム E B の照

射位置が既に制御されているため、ビーム位置情報は、実質的には、形状情報に基づいて変更されたビーム位置情報と等価である。その結果、第1変形例においても、走査型電子顕微鏡SEM aは、試料Wの変形の影響を受けていない相対的に高精度な試料情報を取得することができる。

[0100] (1-3-2) 第2変形例

第2変形例では、走査型電子顕微鏡SEM aは、Z軸方向における試料Wとビーム照射装置1（例えば、ビーム光学系11及び差動排気系12の少なくとも一方）との相対的な位置関係が異なる複数の状況のそれぞれにおいて試料Wに電子ビームEBを照射することで、試料情報を生成してもよい。具体的には、走査型電子顕微鏡SEM aは、Z軸方向における試料Wとビーム照射装置1との相対的な位置関係が第1の状態となる状況下で試料Wに電子ビームEBを照射してビーム位置情報及び電子検出情報を取得すると共に、Z軸方向における試料Wとビーム照射装置1との相対的な位置関係が第1の状態とは異なる第2の状態となる状況下で試料Wに電子ビームEBを照射してビーム位置情報及び電子検出情報を取得してもよい。その後、制御装置4は、取得した複数のビーム位置情報及び複数の電子検出情報に基づいて、試料情報（特に、構造情報）を生成してもよい。以下、図10を参照しながら、第2変形例における試料情報の生成動作の流れについて説明する。図10は、第2変形例における試料情報の生成動作の流れを示すフローチャートである。尚、以下では、説明の便宜上、図4（b）に示す凹凸構造物STが形成されている試料Wに関する試料情報を生成するための動作について説明する。但し、以下に説明する動作は、図4（b）に示す凹凸構造物STとは異なる凹凸構造物STが形成されている試料W又は凹凸構造物STが形成されていない試料Wに関する試料情報を生成するために行われてもよい。

[0101] 図10に示すように、まず、走査型電子顕微鏡SEM aは、制御装置4の制御下で、Z軸方向に沿った電子ビームEBのフォーカス位置FPを、初期位置に合わせる（図10のステップS11）。この場合、走査型電子顕微鏡SEM aは、間隔調整系14を用いてビーム照射装置1をZ軸方向に沿って

移動させることで、フォーカス位置F Pを、初期位置に合わせてもよい。或いは、走査型電子顕微鏡S E M aは、間隔調整系1 4を用いることに加えて又は代えて、ステージ駆動系2 3を用いてステージ2 2をZ軸方向に沿って移動させることで、フォーカス位置F Pを、初期位置に合わせてもよい。或いは、走査型電子顕微鏡S E M a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ることに加えて又は代えて、ビーム照射装置1が備える電磁レンズ1 1 4を制御することで、フォーカス位置F Pを、初期位置に合わせてもよい。

[0102] 初期位置は、図1 1 (a)に示すように、Z軸方向において試料Wの表面W S uと同じ位置に設定されていてもよい。或いは、例えば、初期位置は、Z軸方向において試料Wの表面W S uから離れた位置に設定されていてもよい。この場合、例えば、初期位置は、図1 1 (b)及び図1 1 (c)のそれぞれに示すように、試料Wの表面W S uから+Z側にシフトした位置（つまり、ビーム照射装置1に近づくように表面W S uから離れた位置）に設定されていてもよい。尚、図1 1 (b)は、初期位置が、試料Wの表面W S uよりも+Z側にシフトした位置であって且つZ軸方向において試料Wの表面W S uと凹凸構造物S Tの頂部（具体的には、凹凸構造物S Tのうち最も+Z側に位置する部分）S T pを含む水平面（つまり、X Y平面に平行な面）との間の位置に設定されている例を示しており、図1 1 (c)は、初期位置が、試料Wの表面W S uよりも+Z側にシフトした位置であって且つZ軸方向において凹凸構造物S Tの頂部S T pを含む水平面と同じ位置に設定されている例を示している。或いは、例えば、初期位置は、図1 1 (d)に示すように、試料Wの表面W S uよりも-Z側にシフトした位置（つまり、ビーム照射装置1から遠ざかるように表面W S uから離れた位置）に設定されていてもよい。或いは、初期位置は、図1 1 (a)から図1 1 (d)に示す位置とは異なる位置に設定されていてもよい。

[0103] 初期位置は、フォーカス位置F Pが初期位置に合わせられている状態で、試料Wの表面W S u及び凹凸構造物S Tの少なくとも一部を、ビーム光学系

11の焦点深度の範囲FD内に含めることが可能な位置に設定されてもよい。尚、ここで言う「試料Wの表面WSu及び凹凸構造物STの少なくとも一部を、ビーム光学系11の焦点深度の範囲FD内に含める」ことは、試料Wの表面WSu及び凹凸構造物STの少なくとも一部を、ビーム光学系11の焦点深度の範囲FDの+Z側の境界を含む水平面とビーム光学系11の焦点深度の範囲FDの-Z側の境界を含む水平面との間に含める」ことを意味する。この場合、電子ビームEBで試料Wの表面WSuを走査するために偏向器116が電子ビームEBを偏向している期間及び／又はXY平面に沿ってステージ22が移動する期間の少なくとも一部において、試料Wの表面WSu及び凹凸構造物STの少なくとも一部がビーム光学系11の焦点深度の範囲FD内に位置することになる。つまり、電子ビームEBで試料Wの表面WSuを走査するために偏向器116が電子ビームEBを偏向している期間及び／又はXY平面に沿ってステージ22が移動する期間の全体に渡って、試料Wの表面WSu及び凹凸構造物STのいずれもがビーム光学系11の焦点深度の範囲FD内に位置しない状況は発生しない。このため、試料Wの表面WSu及び凹凸構造物STのいずれもがビーム光学系11の焦点深度の範囲FD内に位置しない初期位置が用いられる比較例と比較して、試料情報の生成にとって有効な電子ビームEBが照射されやすくなる。尚、図11(a)から図11(d)は、いずれも、フォーカス位置FPが初期位置に設定されている状態で、試料Wの表面WSu及び凹凸構造物STの少なくとも一部を、ビーム光学系11の焦点深度の範囲FD内に含めることが可能な初期位置の一例を示している。

[0104] その後、走査型電子顕微鏡SEMaは、制御装置4の制御下で、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査する（図10のステップS12）。その結果、走査型電子顕微鏡SEMaは、電子ビームEBの照射位置に関するビーム位置情報と電子検出器117の検出結果である電子検出情報とを取得する。

[0105] 第2実施形態では、ビーム照射装置1は、図12(a)に示すように、試

料Wの表面WS_uに対して電子ビームEBが斜入射するように、電子ビームEBを照射する。例えば、ビーム照射装置1は、試料Wの表面WS_uに対して電子ビームEBが斜入射するように、ステージ22に対して位置合わせされていてもよい。例えば、試料Wの表面WS_uに対して電子ビームEBが斜入射するように、ステージ駆動系23によってステージ22の姿勢が制御されてもよい。例えば、試料Wの表面WS_uに対して電子ビームEBが斜入射するように、不図示の駆動系（或いは、上述した間隔調整系14）によってビーム照射装置1の姿勢が制御されてもよい。例えば、ビーム照射装置1は、試料Wの表面WS_uに対して電子ビームEBが斜入射するように、偏向器116を制御してもよい。但し、ビーム照射装置1は、図12（b）に示すように、試料Wの表面WS_uに対して電子ビームEBが垂直入射するように、電子ビームEBを照射してもよい。

[0106] その後、走査型電子顕微鏡SEM_aは、制御装置4の制御下で、ステップS12における電子ビームEBの照射によって取得されたビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて、試料Wの表面WS_uの像に関する像情報を生成する（図10のステップS13）。尚、図13は、像情報が示す像の一例を概念的に示している。図13に示すように、像情報が示す像は、試料Wの表面WS_uの構造（図4（b）に示す凹凸構造物STの構造）に応じたコントラスト分布（或いは、輝度分布又はSN比の分布）を有する像になっている。

[0107] 図10のステップS13において像情報を生成する際に、制御装置4は、上述した変形抑制動作を行ってもよい。つまり、図10のステップS13において、制御装置4は、形状情報に基づいてビーム位置情報、電子検出情報及び像情報の少なくとも一つを変更することで、像情報を生成してもよい。但し、図10のステップS13において像情報を生成する際に、制御装置4は、上述した変形抑制動作を行わなくてもよい。つまり、図10のステップS13において、制御装置4は、上述した変形抑制動作を行うことなく像情報を生成してもよい。具体的には、図10のステップS13において、制御

装置4は、形状情報に基づいてビーム位置情報、電子検出情報及び像情報の少なくとも一つを変更することなく像情報を生成してもよい。尚、変形抑制動作を行わない場合には、走査型電子顕微鏡SEM aは測定装置6を備えていなくてもよいし、試料WにアライメントマークAMが形成されていなくてもよい。

[0108] その後、走査型電子顕微鏡SEM aは、制御装置4の制御下で、ステージ22をZ軸方向に沿って所定移動量 Δm だけ移動させる（図10のステップS14）。この場合、走査型電子顕微鏡SEM aは、図14（a）に示すように、ステージ22がビーム照射装置1に近づくようにステージ22を＋Z側に向けて移動させてもよい。或いは、走査型電子顕微鏡SEM aは、図14（b）に示すように、ステージ22がビーム照射装置1から遠ざかるようにステージ22を－Z側に向けて移動させてもよい。いずれにせよ、ステージ22は、移動前に位置していた第1位置から、Z軸方向に沿って第1位置から所定移動量 Δm だけシフトした位置である第2位置へと移動する。尚、図14（a）及び図14（b）では、ステージ22が移動する前のステージ22及び試料Wを点線で示し、ステージ22が移動した後のステージ22及び試料Wを実線で示している。

[0109] 所定移動量 Δm は、試料Wの表面WSuに形成されている凹凸構造物STのZ軸方向のサイズに基づいて定められていてもよい。例えば、所定移動量 Δm は、凹凸構造物STのZ軸方向のサイズよりも小さくてもよい。凹凸構造物STが上述した回路パターン又はレジストパターンである場合には、所定移動量 Δm は、例えば、数ナノメートルから数十ナノメートルであってもよい。但し、凹凸構造物STが上述した回路パターン又はレジストパターンでない場合又は凹凸構造物STが形成されていない場合であっても、所定移動量 Δm は、例えば、数ナノメートルから数十ナノメートルであってもよい。或いは、所定移動量は、例えば、0.1ナノメートルから2マイクロメートルであってもよい。

[0110] 走査型電子顕微鏡SEM aは、フォーカス位置FPを移動させることなく

(言い換えれば、フォーカス位置F Pを固定したまま)、ステージ2 2を移動させる。つまり、走査型電子顕微鏡S E M aは、フォーカス位置F Pを初期位置に合わせたまま、ステージ2 2を移動させる。その結果、図1 4 (a) 及び図1 4 (b) に示すように、ステージ2 2の移動に伴って、Z軸方向においてフォーカス位置F Pと試料Wとの相対的な位置関係が変化する。つまり、ステージ2 2の移動に伴って、Z軸方向においてフォーカス位置F Pと試料Wの表面W S u及び凹凸構造物S Tのそれぞれとの相対的な位置関係が変化する。但し、Z軸方向においてフォーカス位置F Pと試料Wの表面W S u及び凹凸構造物S Tのそれぞれとの相対的な位置関係が変化する限りは、走査型電子顕微鏡S E M aは、フォーカス位置F Pを移動させた上で、ステージ2 2を移動させてもよい。

[0111] 走査型電子顕微鏡S E M aは、ステージ2 2を移動させた後において、試料Wの表面W S u及び凹凸構造物S Tの少なくとも一部が、ビーム光学系1 1の焦点深度の範囲F D内に含まれるように、ステージ2 2を移動させてもよい。この場合、試料Wの表面W S u及び凹凸構造物S Tのいずれもがビーム光学系1 1の焦点深度の範囲F D内に含まれなくなるようにステージ2 2が移動する比較例と比較して、試料情報の生成にとって有効な電子ビームE Bが照射されやすくなる。

[0112] 図1 0のステップS 1 4においてステージ2 2を移動させる際に、走査型電子顕微鏡S E M aは、ビーム光学系1 1の光軸A Xに交差する方向(例えば、X軸方向及びY軸方向の少なくとも一つに沿った方向)におけるビーム照射装置1と試料Wとの間の相対的な位置関係を維持してもよい。つまり、走査型電子顕微鏡S E M aは、ステージ2 2を移動させる前の状態での光軸A Xに交差する方向におけるビーム照射装置1と試料Wとの間の相対的な位置関係と、ステージ2 2を移動させた後の状態での光軸A Xに交差する方向におけるビーム照射装置1と試料Wとの間の相対的な位置関係とが同じになるように、ステージ2 2を移動させてもよい。或いは、図1 0のステップS 1 4においてステージ2 2を移動させる際に、走査型電子顕微鏡S E M aは

、光軸AXに交差する方向におけるビーム照射装置1と試料Wとの間の相対的な位置関係を変更してもよい。つまり、走査型電子顕微鏡SEM aは、ステージ22を移動させる前の状態での光軸AXに交差する方向におけるビーム照射装置1と試料Wとの間の相対的な位置関係と、ステージ22を移動させた後の状態での光軸AXに交差する方向におけるビーム照射装置1と試料Wとの間の相対的な位置関係とが異なるように、ステージ22を移動させてもよい。

[0113] その後、走査型電子顕微鏡SEM aは、制御装置4の制御下で、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査する（図10のステップS15）。その結果、走査型電子顕微鏡SEM aは、電子ビームEBの照射位置に関するビーム位置情報と電子検出器117の検出結果である電子検出情報とを取得する。

[0114] その後、走査型電子顕微鏡SEM aは、制御装置4の制御下で、ステップS15における電子ビームEBの照射によって取得されたビーム位置情報及び電子検出情報に基づいて、試料Wの表面WSuの像に関する像情報を生成する（図10のステップS16）。

[0115] このようなZ軸方向に沿ってステージ22を移動した後に試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査する処理及び試料Wへの電子ビームEBの照射によって生ずる電子を検出する処理が、試料Wの表面WSuの電子ビームEBでの走査を終了すると判定されるまで繰り返される（図10のステップS17）。つまり、試料Wの表面WSuの電子ビームEBでの走査を終了する（例えば、新たな像情報をこれ以上生成しない）と判定されるまでは、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査し且つそれによって生ずる電子を検出する都度ステージ22をZ軸方向に沿って所定移動量 Δm だけ移動した上で、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで再度走査し且つそれによって生ずる電子を検出する処理が繰り返される。尚、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査し且つそれによって生ずる電子を検出する処理がN（但し、Nは2以上の所定の整数）回以上行われた場合に、試料Wの表面WSuの電

子ビームEBでの走査を終了すると判定されてもよい。

[0116] その結果、制御装置4は、それぞれが試料Wの表面WSuの構造（特に、3次元形状）に応じた特性を有する複数の像情報を取得することができる。その後、制御装置4は、複数の像情報に基づいて、試料Wの表面WSuの構造に関する構造情報（つまり、試料Wの表面WSuの3次元形状に関する3次元プロファイル情報）を生成する。

[0117] 具体的には、まず、上述したように、複数の像情報がそれぞれ示す複数の像は、いずれも、同じ試料Wの同じ表面WSuの構造に応じた特性を有している。一方で、複数の像情報は、Z軸方向においてフォーカス位置FPと試料Wとの相対的な位置関係（つまり、フォーカス位置FPと試料Wの表面WSu及び凹凸構造物STのそれぞれとの相対的な位置関係）が互いに異なる状況下で取得されている。このため、複数の像情報がそれぞれ示す複数の像は、フォーカス位置FPと試料Wとの相対的な位置関係の違いに起因して異なる特性を有する可能性がある。例えば、図15に示すように、複数の像情報のうちの第1の像情報が示す第1の像の特性は、複数の像情報のうちの第1の像情報とは異なる第2の像情報が示す第2の像の特性と異なる可能性がある。

[0118] 特に、複数の像情報は、Z軸方向において凹凸構造物STの異なる箇所にフォーカス位置FPが合わせられた複数の状況下でそれぞれ取得されている。例えば、図15に示すように、第1の像情報は、凹凸構造物STのうちの第1部分ST1にフォーカス位置FPが合わせられた状況下で取得された像情報である一方で、第2の像情報は、凹凸構造物STのうちの第1部分ST1とはZ軸方向の位置が異なる第2部分ST2にフォーカス位置FPが合わせられた状況下で取得された像情報である。つまり、第1の像情報は、Z軸方向において試料Wの表面WSuから第1距離d1だけ離れた第1位置FPs1にフォーカス位置FPが合わせられた状況下で取得された像情報である一方で、第2の像情報は、Z軸方向において試料Wの表面WSuから第1距離d1とは異なる第2距離d2だけ離れた第2位置FPs2にフォーカス位

置 F P が合わせられた状況下で取得された像情報である。従って、第 1 像情報は、凹凸構造物 S T の第 1 部分 S T 1（或いは、その近傍）の構造を相対的に高精度に示す情報である一方で、第 2 像情報は、凹凸構造物 S T の第 2 部分 S T 2（或いは、その近傍）の構造を相対的に高精度に示す情報である可能性がある。具体的には、第 1 像情報は、凹凸構造物 S T のうち第 1 部分 T S 1 を含む第 1 の構造部分（例えば、第 1 部分 S T 1 を中心に + Z 側及び - Z 側に広がる所定サイズの空間内に含まれる構造部分）の構造を相対的に高精度に示す情報である一方で、第 2 像情報は、凹凸構造物 S T のうち第 2 部分 T S 1 を含む第 2 の構造部分（例えば、第 2 部分 S T 2 を中心に + Z 側及び - Z 側に広がる所定サイズの空間内に含まれる構造部分）の構造を相対的に高精度に示す情報である可能性がある。例えば、第 1 像情報は、第 1 部分 S T 1 を含む第 1 の構造部分に関するスライス画像に関する情報である一方で、第 2 像情報は、第 2 部分 S T 2 を含む第 2 の構造部分に関するスライス画像に関する情報である可能性がある。つまり、各像情報は、凹凸構造物 S T のうち X Y 平面に平行であって且つ各像情報が取得されたタイミングでフォーカス位置 F P が設定されていた位置を通過する仮想的な面が交差する構造部分の構造を相対的に高精度に示す情報である可能性がある。

[0119] 従って、制御装置 4 は、このような複数の像情報を複合的に解析することで、試料 W の表面 W S u の構造を相対的に高精度に示す構造情報を生成することができる。つまり、制御装置 4 は、複数の像情報を複合的に解析することで、試料 W の表面 W S u の構造を、単一の像情報に基づいて推定される試料 W の表面 W S u の構造よりも高い精度で示す構造情報を生成することができる。尚、構造情報の一例が図 15 に示されている。図 15 は、試料 W の表面 W S u の構造（つまり、表面 W S u の各部分の位置であり、実質的には 3 次元形状）を X Y Z 座標系で示す情報が構造情報である例を示している。

[0120] 複数の像情報を複合的に解析する処理は、構造情報の生成に寄与する任意の処理を含んでいてもよい。例えば、複数の像情報を複合的に解析する処理は、複数の像情報の特性を比較する処理を含んでいてもよい。複数の像情報

を複合的に解析する処理は、複数の像情報の特性の比較結果に基づいて、試料Wの表面WSuの構造を特定する処理を含んでいてもよい。各像情報が凹凸構造物STのスライス画像に相当する画像を含んでいることを考慮すれば、複数の像情報を複合的に解析する処理は、複数の像情報を合成して試料Wの表面WSuの構造を特定する処理を含んでいてもよい。

[0121] このように、第2変形例では、走査型電子顕微鏡SEMaは、単一の像情報に基づいて構造情報を生成する比較例の走査型電子顕微鏡と比較して、試料Wの表面WSuの構造をより高精度に示す構造情報を生成することができる。つまり、第2変形例では、走査型電子顕微鏡SEMaは、Z軸方向に沿ってステージ22を移動した後に試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査する処理を繰り返さない比較例の走査型電子顕微鏡と比較して、試料Wの表面WSuの構造をより高精度に示す構造情報を生成することができる。

[0122] (1-3-3) 第3変形例

第3変形例では、走査型電子顕微鏡SEMaは、第2変形例と同様に、Z軸方向における試料Wとビーム照射装置1との相対的な位置関係が異なる複数の状況のそれぞれにおいて試料Wに電子ビームEBを照射することで、試料情報を生成する。但し、第3変形例では、走査型電子顕微鏡SEMaは、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査する際に、制御装置4の制御下で、試料Wの表面WSuに対する電子ビームEBの入射角度を変更可能である。

[0123] 具体的には、第3変形例では、走査型電子顕微鏡SEMaは、図10のステップS12及びステップS15のそれぞれにおいて、まずは、電子ビームEBの入射角度を第1角度に設定した上で、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査すると共に、試料Wへの電子ビームEBの照射によって生ずる電子を検出する。その後、走査型電子顕微鏡SEMaは、電子ビームEBの入射角度を第1角度とは異なる第2角度に設定した上で、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで再度走査すると共に、試料Wへの電子ビームEBの照射によって生ずる電子を検出する。その後、必要に応じて、走査型電子顕微

鏡SEM aは、電子ビームEBの入射角度を更に異なる角度に設定した上で、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査すると共に、試料Wへの電子ビームEBの照射によって生ずる電子を検出する処理を必要回数だけ繰り返してもよい。

[0124] 走査型電子顕微鏡SEM aは、ステージ駆動系23を用いてステージ22の姿勢を制御する（つまり、ステージ22を、 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させる）ことで、電子ビームEBの入射角度を変更してもよい。走査型電子顕微鏡SEM aは、間隔調整系14を用いてビーム照射装置1の姿勢を制御する（つまり、ビーム照射装置1を、 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させる）ことで、電子ビームEBの入射角度を変更してもよい。走査型電子顕微鏡SEM aは、ビーム光学系11が備える偏向器116を制御することで、電子ビームEBの入射角度を変更してもよい。

[0125] その結果、第3変形例で取得される複数の像情報は、Z軸方向においてフォーカス位置FPと試料Wとの相対的な位置関係が異なり且つ電子ビームEBの入射角度が異なる状況下で取得される。この場合においても、制御装置4は、複数の像情報を複合的に解析することで、試料Wの表面WSuの構造に関する構造情報を生成する。特に、制御装置4は、試料Wの表面WSuを電子ビームEBで走査する際に電子ビームEBの入射角度を変更しない比較例の走査型電子顕微鏡と比較して、試料Wの表面WSuの構造をより高精度に示す構造情報を生成することができる。以下、その理由について、図16（a）及び図16（b）を参照しながら説明する。

[0126] 試料Wの表面WSuに対して第1角度で入射する電子ビームEBが試料Wに照射される場合において、凹凸構造物STの表面のうちの一部が、電子ビームEBの照射方向に対して平行になる可能性がある。例えば、図16（a）は、試料Wの表面WSuに対して電子ビームEBが垂直入射する場合において、凹凸構造物STの側面STsの少なくとも一部が、電子ビームEBの照射方向（図16（a）に示す例では、Z軸に沿った方向）に対して平行に

なる例を示している。この場合、凹凸構造物 S T の表面の第 1 部分に対して電子ビーム E B が適切に照射されず、結果として、電子検出器 1 1 7 の検出結果に、凹凸構造物 S T の表面の一部に関する情報が含まれなくなってしまう可能性がある。

[0127] この場合であっても、図 1 6 (b) に示すように、電子ビーム E B の入射角度が変更されれば、電子ビーム E B の入射角度が変更される前には電子ビーム E B が適切に照射されなかった凹凸構造物 S T の表面の一部にも、電子ビーム E B が適切に照射される可能性が高くなる。その結果、入射角度が変更される前には凹凸構造物 S T の表面の一部を介した電子が電子検出器 1 1 7 に検出されなかった状況において、入射角度が変更された後において、凹凸構造物 S T の表面の一部を介した電子が電子検出器 1 1 7 に検出される可能性が高くなる。その結果、電子検出器 1 1 7 の検出結果に凹凸構造物 S T の表面の一部に関する情報が適切に含まれる可能性が高くなる。

[0128] 一方で、入射角度を変更した後において、凹凸構造物 S T の表面のうちの別の一部が、電子ビーム E B の照射方向に対して平行になる可能性がある。つまり、入射角度を変更した後において、凹凸構造物 S T の表面の別の一部に電子ビーム E B が適切に照射されなくなる可能性がある。しかしながら、入射角度を変更した後に電子ビーム E B が適切に照射されなくなった凹凸構造物 S T の表面の別の一部には、入射角度が変更される前に電子ビーム E B が適切に照射されていた可能性が高い。このため、電子ビーム E B の入射角度が異なる状況下で取得された複数の像情報を利用すれば、試料 W の表面 W S u の構造をより高精度に示す構造情報を生成することができる。

[0129] (1-3-4) その他の変形例

上述した説明では、走査型電子顕微鏡 S E M a は、試料 W の表面 W S u の電子ビーム E B での走査を終了すると判定されるまでは、試料 W の表面 W S u を電子ビーム E B で走査し且つそれによって生ずる電子を検出する都度ステージ 2 2 を Z 軸方向に沿って移動している。しかしながら、走査型電子顕微鏡 S E M a は、ステージ 2 2 に加えて又は代えて、ビーム照射装置 1 を Z

軸方向に沿って移動してもよい。或いは、上述したようにフォーカス位置F Pが固定されたままステージ2 2（更には、ビーム照射装置1）がZ軸方向に沿って移動すると、ステージ2 2（更には、ビーム照射装置1）の移動に伴ってフォーカス位置F Pと試料Wとの相対位置が変わる。そうすると、Z軸方向に沿ったステージ2 2及びビーム照射装置1の少なくとも一方の移動は、実質的には、フォーカス位置F Pの移動と等価である。このため、走査型電子顕微鏡S E M aは、ステージ2 2及びビーム照射装置1の少なくとも一方を移動させることに加えて又は代えて、フォーカス位置F Pを変更してもよい。つまり、走査型電子顕微鏡S E M aは、ステージ2 2及びビーム照射装置1の少なくとも一方に加えて又は代えて、フォーカス位置F Pを初期位置から移動してもよい。

[0130] （2）第2実施形態の走査型電子顕微鏡S E M b

続いて、第2実施形態の走査型電子顕微鏡S E M bについて説明する。

[0131] （2-1）第2実施形態の走査型電子顕微鏡S E M bの全体構造

はじめに、図1 7を参照しながら、第2実施形態の走査型電子顕微鏡S E M bの変形例について説明する。図1 7は、第2実施形態の走査型電子顕微鏡S E M bの構造を示す断面図である。尚、上述した第1実施形態の走査型電子顕微鏡S E M aが備える構成要素と同一の構成要素については、同一の参照符号を付してその詳細な説明を省略する。

[0132] 図1 7に示すように、第2実施形態の走査型電子顕微鏡S E M bは、第1実施形態の走査型電子顕微鏡S E M aと比較して、ポンプ系5に代えてポンプ系5 bを備えているという点で異なる。更に、走査型電子顕微鏡S E M bは、走査型電子顕微鏡S E M aと比較して、ステージ装置2に代えてステージ装置2 bを備えているという点で異なる。走査型電子顕微鏡S E M bのその他の特徴は、走査型電子顕微鏡S E M aのその他の特徴と同一であってもよい。

[0133] ポンプ系5 bは、ポンプ系5と比較して、真空ポンプ5 3 b及び5 4 bを更に備えているという点で異なる。更に、ステージ装置2 bは、ステージ装

置 2 と比較して、ステージ 2 2 に代えてステージ 2 2 b を備えているという点で異なる。ポンプ系 5 b のその他の特徴は、ポンプ系 5 のその他の特徴と同一であってもよい。ステージ装置 2 b のその他の特徴は、ステージ装置 2 のその他の特徴と同一であってもよい。

[0134] (2-2) 第 2 実施形態のステージ 2 2 b の構造

続いて、図 1 8 及び図 1 9 を参照しながら、第 2 実施形態のステージ 2 2 b の構造について説明する。図 1 8 は、第 2 実施形態のステージ 2 2 b の構造を示す断面図である。図 1 9 は、第 2 実施形態のステージ 2 2 b の構造を示す平面図である。

[0135] 第 2 実施形態においても、ステージ 2 2 b は、試料 W を保持可能である。ステージ 2 2 b は、保持した試料 W をリリース可能である。試料 W をリリース可能に保持するために、ステージ 2 2 b は、図 1 8 及び図 1 9 に示すように、底部材 2 2 1 b と、側壁部材 2 2 2 b と、複数の支持部材 2 2 3 b とを備える。底部材 2 2 1 b は、X Y 平面に沿って延びる円板状の（或いは、その他の任意の形状の）部材である。試料 W の外形又は輪郭が円形状である場合には、底部材 2 2 1 b は円板状であってもよく、試料 W の外形又は輪郭が矩形状である場合には、底部材 2 2 1 b は矩形状であってもよい。側壁部材 2 2 2 b は、底部材 2 2 1 b の外縁において、底部材 2 2 1 b から上方（つまり、+ Z 側）に突き出るように形成される部材である。側壁部材 2 2 2 b は、平面視において環状の形状（或いは、その他の任意の形状）を有する部材である。試料 W の外形又は輪郭が円形状である場合には、側壁部材 2 2 2 b は平面視において環状の形状であってもよく、試料 W の外形又は輪郭が矩形状である場合には、側壁部材 2 2 2 b は平面視において矩形状であってもよい。側壁部材 2 2 2 b の上面（つまり、+ Z 側の面）2 2 2 S u は、底部材 2 2 1 b の上面 2 2 1 S u よりも上方に位置する。このため、ステージ 2 2 b には、底部材 2 2 1 b と側壁部材 2 2 2 b とによって囲まれた凹部空間に相当するステージ空間 S P s が形成されている。複数の支持部材 2 2 3 b の夫々は、側壁部材 2 2 2 b によって囲まれた領域（つまり、ステージ空間

S P s) において、底部材 2 2 1 b から上方（つまり、+ Z 側）に突き出るように底部材 2 2 1 b に形成されるピン状の又は円錐状の若しくは角錐状の部材である。複数の支持部材 2 2 3 b は、側壁部材 2 2 2 b によって囲まれた領域において、規則的な（或いは、ランダムな）配列パターンで配列されている。尚、複数の支持部材 2 2 3 b は、側壁部材 2 2 2 b によって囲まれた領域において、一様に分布するという規則的な配列パターンで配列されていてもよい。複数の支持部材 2 2 3 b は、側壁部材 2 2 2 b によって囲まれた領域における当該領域の中心（重心）からの距離に応じて密度が異なるという規則的な配列パターンで配列されていてもよい。支持部材 2 2 3 b の上面 2 2 3 S u は、側壁部材 2 2 2 b の上面 2 2 2 S u と同じ高さに位置する。つまり、支持部材 2 2 3 b の上面 2 2 3 S u は、側壁部材 2 2 2 b の上面 2 2 2 S u と同じ平面に位置していてもよい。ステージ 2 2 b は、試料 W の裏面（つまり、表面 W S u の逆側の面であって、- Z 側の面）W S l が側壁部材 2 2 2 b の上面 2 2 2 S u 及び複数の支持部材 2 2 3 b の上面 2 2 3 S u に接触する状態で、試料 W を保持する。ステージ 2 2 b は、試料 W の裏面 W S l がステージ空間 S P s に面する状態で、試料 W を保持する。

[0136] 底部材 2 2 1 b の上面 2 2 1 S u には、少なくとも一つの排気口 2 2 4 1 b が形成されている。排気口 2 2 4 1 b には、配管 2 2 5 1 b を介して真空ポンプ 5 3 b が連結されている。真空ポンプ 5 3 b は、底部材 2 2 1 b と側壁部材 2 2 2 b と試料 W とによって囲まれたステージ空間 S P s を排気して大気圧よりも減圧可能である。ここで、試料 W の表面 W S u （但し、試料 W の表面 W S u のうち上述した局所的な真空領域 V S P に面する真空面部分 W S u _ _ v a c を除く）が大気圧にさらされている。このため、ステージ空間 S P s が排気される（つまり、減圧される）と、試料 W には、試料 W をステージ空間 S P s に引き寄せる負圧が作用する。ステージ 2 2 b は、この負圧を利用して試料 W を真空吸着することで、試料 W を保持する。従って、ステージ 2 2 b は、いわゆる真空チャックを利用して試料 W を保持するステージであると言える。尚、真空ポンプ 5 3 b がステージ空間 S P s を排気してい

る場合に試料W（特に、試料Wの裏面WS l）に作用する力は、上述したステージ2 2が試料Wを保持する力F_{hold 1}に相当する。

[0137] 真空ポンプ5 3 bは、ステージ2 2 bが試料Wを真空吸着して保持することができる程度の排気能力を有していればよい。例えば、真空ポンプ5 3 bは、ステージ空間SP sの圧力を、大気圧（つまり、概ね 1×10^5 パスカル程度のオーダーの圧力）よりも小さい圧力（例えば、 5×10^4 パスカル程度のオーダーの圧力）に維持することができる程度の排気能力を有していればよい。更に、真空ポンプ5 3 bは、ビーム通過空間SP b 1からSP b 3を排気する真空ポンプ5 1よりも低い排気能力を有していてもよい。つまり、真空ポンプ5 3 bは、試料Wの裏面WS lに面するステージ空間SP sの圧力を、試料Wの表面WS uに面するビーム通過空間SP b 3の圧力（つまり、真空領域VSPの圧力）ほどには低くしなくてもよい程度の排気能力を有していてもよい。尚、真空ポンプ5 3 bの排気速度は、ステージ空間SP sの圧力を 5×10^4 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。

[0138] 底部材2 2 1 bの上面には更に、少なくとも一つの排気口2 2 4 2 bが形成されている。排気口2 2 4 2 bには、配管2 2 5 2 bを介して真空ポンプ5 4 bが連結されている。真空ポンプ5 4 bは、真空ポンプ5 3 bと同様に、ステージ空間SP sを排気して大気圧よりも減圧可能である。ステージ空間SP sが減圧されると、ステージ空間SP sの圧力と真空領域VSPの圧力との差は、大気圧と真空領域VSPの圧力との差よりも小さくなる。この場合、底部材2 2 1 bと側壁部材2 2 2 bと試料Wとは、ステージ空間SP sの気密性を確保可能な部材（つまり、ステージ空間SP sを密閉可能な部材であって、ステージ空間SP sとステージ空間SP sの外部の空間との間に圧力差を形成可能な部材）として用いられる。真空ポンプ5 4 bは、ビーム通過空間SP b 1からSP b 3を排気する真空ポンプ5 1と同等程度の排気能力を有している。一例として、真空ポンプ5 4 bは、ステージ空間SP sの圧力を 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。尚、真空ポンプ 54b の排気速度は、ステージ空間 S P s の圧力を 1×10^{-3} パスカルの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。このような真空ポンプ 54b 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) とが組み合わせられた真空ポンプが用いられてもよい。このため、真空ポンプ 54b がステージ空間 S P s を排気する場合には、真空ポンプ 53b がステージ空間 S P s を排気する場合と比較して、試料 W の表面 W S u (特に、局所的な真空領域 V S P に面する真空面部分 W S u__v a c) に対する圧力と、試料 W の裏面 W S l に対する圧力との間の差 (つまり、圧力差) が小さくなる。つまり、ステージ空間 S P s の圧力と真空領域 V S P の圧力との差が小さくなる。第 2 実施形態では、走査型電子顕微鏡 S E M b は、このように真空ポンプ 54b を用いて試料 W の表面 W S u (特に、真空面部分 W S u__v a c) に対する圧力と試料 W の裏面 W S l に対する圧力との間の差を小さくすることで、真空領域 V S P の形成に起因した試料 W の変形を抑制する。以下、真空ポンプ 54b を用いて試料 W の表面 W S u (特に、真空面部分 W S u__v a c) に対する圧力と試料 W の裏面 W S l に対する圧力との間の差を小さくすることで、真空領域 V S P の形成に起因した試料 W の変形を抑制する動作について更に説明を進める。

[0139] (2-3) 真空ポンプ 54b を用いて試料 W の変形を抑制する動作

図 20 を参照しながら、真空ポンプ 54b を用いて試料 W の変形を抑制する動作の具体的内容 (つまり、試料 W の変形を抑制するための具体的方法) について説明する。図 20 は、第 2 実施形態のステージ 22b によって変形が抑制された試料 W を示す断面図である。

[0140] 第 2 実施形態では、走査型電子顕微鏡 S E M b は、制御装置 4 の制御下で、試料 W を保持するために用いられる真空ポンプ 53b に加えて又は代えて

、真空ポンプ54bを用いてステージ空間SPsを排気して大気圧よりも減圧することで、試料Wの変形を抑制する。具体的には、上述したように、ステージ空間SPsを減圧する真空ポンプ54bは、真空領域VSPを形成するための真空ポンプ51と同等程度の排気能力を有している。このため、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧すると、試料Wの裏面WSlに面するステージ空間SPsの圧力は、試料Wの表面WSu（特に、真空面部分WSu__vac）に面する真空領域VSPの圧力と同等程度になる。つまり、試料Wの表面WSuのうちの真空面部分WSu__vacに作用する圧力は、試料Wの裏面WSlのうちの真空面部分WSl__vacに作用する圧力と同等程度になる。このため、真空ポンプ54bによる減圧に起因して試料W（特に、試料Wの裏面WSl）に作用する力F__hold2は、真空領域VSPから試料Wに作用する力F__VSPと同じ大きさであって且つ向きが逆向きの力となる。ここで、上述したように、試料Wが固体であるため、真空面部分WSl__vacに作用する力F__hold2は、特定部分W__vac（或いは、真空領域VSPの形成に起因した力F__VSPが作用している真空面部分WSu__vac）に間接的に作用する。このため、力F__hold2は、ビーム照射装置1からステージ22bへと向かう方向に向けて特定部分W__vac（或いは、真空領域VSPの形成に起因した力F__VSPが作用している真空面部分WSu__vac）を押し出す（つまり、変位させる）力に相当する。このため、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧すると、特定部分W__vacでは、真空領域VSPから試料Wに作用する力F__VSPとステージ空間SPsから試料Wに作用する力F__hold2とが相殺し合う。尚、図20では、打ち消し合っている力F__VSPと力F__hold2とを点線で示している。このため、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧する前に特定部分W__vacに作用していた力F__vac（つまり、力F__VSPと力F__hold1とを合算した力）と比較して、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧した後に特定部分W__vacに作用する力F__vac（つまり、力F__VSPと力F__hold2とを合

算した力)が小さくなる。典型的には、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧した後は、特定部分W_{vac}には力F_{vac}が作用しなくなる。つまり、ステージ空間SPsから試料Wに作用する力F_{hold2}は、特定部分W_{vac}に作用する力F_{vac}を小さくする(或いは、ゼロにする)ことが可能な力に相当する。言い換えれば、ステージ空間SPsから試料Wに作用する力F_{hold2}は、真空領域VSPから試料Wに作用する力F_{VSP}の影響を小さくする(或いは、相殺する)ことが可能な力に相当する。試料Wを変形させていた主たる原因が、特定部分W_{vac}をステージ22から引き離すように作用していた力F_{vac}であるため、特定部分W_{vac}に力F_{vac}が作用しなくなれば、図20に示すように、試料Wの変形が適切に抑制される。つまり、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧する前と比較して、試料Wの表面WSuの平面度が高くなる(つまり、試料Wの表面WSuが平面に近づく)。

[0141] 一方で、真空ポンプ54bが真空ポンプ51と同等程度の排気能力を有しているがゆえに、真空ポンプ54bの排気能力は、真空ポンプ53bの排気能力よりも高い。このため、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧している場合には、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧していない場合(つまり、真空ポンプ53がステージ空間SPsを減圧している)場合と比較して、試料Wをステージ空間SPsに引き寄せる負圧が相対的に大きくなる。このため、試料Wは、ステージ22bに対してより強く押し付けられることになる。この場合であっても、試料Wの裏面WSlが側壁部材222bの上面222Su及び複数の支持部材223bの上面223Suによって支持されることに変わりはない。このため、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧することに起因して試料Wをステージ空間SPsに引き寄せる負圧が相対的に大きくなったとしても、当該相対的に大きな負圧に起因して試料Wが変形することは殆ど又は全くない。つまり、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧する場合においても、真空ポンプ53bがステージ空間SPsを減圧する場合と同様に、ステージ22bは、試料Wをス

ステージ空間 S P s に引き寄せる負圧を用いて試料 W を適切に保持することができる。つまり、ステージ 2 2 b は、試料 W をステージ空間 S P s に引き寄せる負圧を用いて試料 W を適切に保持することができる。

[0142] ビーム照射装置 1 と試料 W との間に真空領域 V S P が形成されていない場合には、真空領域 V S P の形成に起因して試料 W が変形する可能性はない。このため、走査型電子顕微鏡 S E M b は、ビーム照射装置 1 と試料 W との間に局所的な真空領域 V S P が形成されていない期間の少なくとも一部において、真空ポンプ 5 4 b を用いてステージ空間 S P s を排気しなくてもよい。一方で、走査型電子顕微鏡 S E M b は、ビーム照射装置 1 と試料 W との間に局所的な真空領域 V S P が形成されている期間中は、真空ポンプ 5 4 b を用いてステージ空間 S P s を排気する。但し、走査型電子顕微鏡 S E M b は、ビーム照射装置 1 と試料 W との間に局所的な真空領域 V S P が形成されている期間の少なくとも一部において、真空ポンプ 5 4 b を用いてステージ空間 S P s を排気しなくてもよい。例えば、ビーム照射装置 1 と試料 W との間に局所的な真空領域 V S P が形成されている状況下で試料 W の変形が許容される場合には、走査型電子顕微鏡 S E M b は、真空ポンプ 5 4 b を用いてステージ空間 S P s を排気しなくてもよい。

[0143] (2-4) 第2実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M b の変形例

真空ポンプ 5 4 を用いて試料 W の変形が抑制される場合であって、場合によっては依然として試料 W が変形している可能性がある。従って、第2実施形態においても、走査型電子顕微鏡 S E M b は、第1実施形態の変形抑制動作を行ってもよい。もちろん、第2実施形態において、走査型電子顕微鏡 S E M b は、第1実施形態の変形抑制動作を行わなくてもよい。

[0144] 上述した第1実施形態では、制御装置 4 は、真空領域 V S P の形成に起因した試料 W の変形の度合いに影響を与える要因（例えば、真空領域 V S P の真空度、真空領域 V S P の周辺の空間の気圧、試料 W の弾性係数及びステージ 2 2 が試料 W を保持する力の大きさの少なくとも一つ）に関する情報に基づいて形状情報を生成している。一方で、第2実施形態では更に、真空領域

V S P の形成に起因した試料Wの変形の度合いは、試料Wの裏面W S 1 に面するステージ空間S P s の圧力に影響を受ける可能性がある。例えば、ステージ空間S P s の圧力が第1の圧力になっている状況下での試料Wの変形の度合いは、ステージ空間S P s の圧力が第1の圧力とは異なる第2の圧力になっている状況下での試料Wの変形の度合いと異なる可能性がある。このため、制御装置4は、真空領域V S P の真空度に関する情報、真空領域V S P の周辺の空間の気圧に関する情報、試料Wの弾性係数に関する情報及びステージ22が試料Wを保持する力の大きさに関する情報の少なくとも一つに加えて又は代えて、ステージ空間S P s の圧力に関する情報に基づいて、形状情報を生成してもよい。尚、第2実施形態では、ステージ空間S P s の圧力に起因した力F_{hold2}が、ステージ22が試料Wを保持する力として用いられる。このため、ステージ空間S P s の圧力に関する情報は、ステージ22が試料Wを保持する力の大きさに関する情報に含まれていてもよい。或いは、ステージ空間S P s は、真空領域V S P の周辺の空間の一例であるとも言える。ステージ空間S P s の圧力に関する情報は、真空領域V S P の周辺の空間の気圧に関する情報に含まれていてもよい。

[0145] 或いは、制御装置4は、ステージ空間S P s の圧力に関する情報に基づいて形状情報を生成すると共に生成した形状情報に基づいてビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更することに加えて又は代えて、ステージ空間S P s の圧力に関する情報に基づいて、ビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更してもよい。

[0146] 上述した説明では、支持部材223bの上面223S_uは、側壁部材222bの上面222S_uと同じ高さに位置している。しかしながら、支持部材223bの上面223S_uは、側壁部材222bの上面222S_uと異なる高さに位置していてもよい。例えば、支持部材223bの上面223S_uは、側壁部材222bの上面222S_uよりも高い位置に位置していてもよい。この場合、ステージ22bは、試料Wの裏面W S 1 が複数の支持部材223bの上面223S_uに接触する（その一方で、側壁部材222bの上面2

22 Suに接触しない) 状態で、試料Wを保持してもよい。

[0147] 上述した説明では、真空領域VSPを形成するための真空ポンプ51と同等程度の排気能力を有する真空ポンプ54bを用いて、ステージ空間SPsが減圧されている。しかしながら、真空ポンプ51よりも高い排気能力を有する真空ポンプ54bを用いて、ステージ空間SPsが減圧されてもよい。つまり、真空ポンプ54bが減圧しているステージ空間SPsの圧力が、真空ポンプ51が減圧しているビーム通過空間SPb3の圧力(つまり、真空領域VSPの圧力)よりも低くなってもよい。この場合、試料W(特に、特定部分W_{vac})には、特定部分W_{vac}をステージ22bに押し付ける力が作用する。この場合であっても、試料Wの裏面WS1が側壁部材222bの上面222Su及び複数の支持部材223bの上面223Suによって支持されることに変わりはない。このため、真空ポンプ54bが真空ポンプ51よりも高い排気能力を有していたとしても、そのことに起因して試料Wが変形することは殆ど又は全くない。

[0148] 或いは、真空ポンプ51よりも低い排気能力を有する真空ポンプ54bを用いて、ステージ空間SPsが減圧されてもよい。つまり、真空ポンプ54bが減圧しているステージ空間SPsの圧力が、真空ポンプ51が減圧しているビーム通過空間SPb3の圧力(つまり、真空領域VSPの圧力)よりも高くなってもよい。但し、この場合には、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧している場合におけるステージ空間SPsの圧力が、真空ポンプ53がステージ空間SPsを減圧している場合におけるステージ空間SPsの圧力よりも低くなるように、真空ポンプ53b及び54bの排気能力が設定される。例えば、真空ポンプ54bは、真空ポンプ53bよりも高い排気能力を有していてもよい。このように真空ポンプ53b及び54bの排気能力が設定されると、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧する前と比較して(つまり、真空ポンプ53bがステージ空間SPsを減圧している場合と比較して)、ステージ空間SPsの真空度が、ビーム通過空間SPb3の真空度に近づく。つまり、ステージ空間SPsの圧力が、真空領域

VSPの圧力に近づく。言い換えれば、ステージ空間SPsの圧力と真空領域VSPの圧力との差分（つまり、試料Wの裏面WSlに対する圧力と試料Wの表面WSuに対する圧力との差分）が小さくなる。このため、特定部分Wvacに作用する力Fvacが小さくなる。つまり、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧する前に特定部分Wvacに作用していた力Fvacよりも小さい力Fvacが、特定部分Wvacに作用する。特定部分Wvacに作用していた力Fvacが小さくなれば、試料Wの変形の程度が小さくなる。つまり、試料Wの変形がある程度は抑制可能である。従って、真空ポンプ53bがステージ空間SPsを減圧している場合と比較して、ステージ空間SPsの圧力と真空領域VSPの圧力との差分（つまり、試料Wの裏面WSlに対する圧力と試料Wの表面WSuに対する圧力との差分）を小さくすることが可能な程度の排気能力を真空ポンプ54bが有している限りは、試料Wの変形が抑制可能である。

[0149] 上述した説明では、真空領域VSPを形成するための真空ポンプ51と同等程度の排気能力を有する真空ポンプ54bを用いて、ステージ空間SPsが排気されている。しかしながら、真空ポンプ51を用いて、ステージ空間SPsが排気されてもよい。この場合であっても、試料Wの裏面WSlに面するステージ空間SPsの圧力は、試料Wの表面WSu（特に、真空面部分WSuvac）に面する真空領域VSPの圧力と同等程度になる。このため、試料Wの変形が適切に抑制される。尚、この場合には、ポンプ系5bは、真空ポンプ54bを備えていなくてもよい。

[0150] 真空ポンプ51を用いてステージ空間SPsが排気される場合には、真空ポンプ51は、配管118を介してビーム通過空間SPb1からSPb3に連結され、且つ、配管2252bを介してステージ空間SPsに連結される。この場合、配管118に、配管118を開閉可能な開閉部材（例えば、バルブ）が配置されていてもよい。配管118に開閉部材が配置されることに加えて又は代えて、配管2252bに、配管2252bを開閉可能な開閉部材（例えば、バルブ）が配置されていてもよい。配管118及び2252b

の双方に開閉部材が配置されている場合には、走査型電子顕微鏡SEMbは、真空ポンプ51の状態を、(i)ビーム通過空間SPb1からSPb3及びステージ空間SPsの双方を排気する第1状態、(ii)ビーム通過空間SPb1からSPb3を排気する一方で、ステージ空間SPsを排気しない第2状態、(iii)ビーム通過空間SPb1からSPb3を排気しない一方で、ステージ空間SPsを排気する第3状態、及び、(iv)ビーム通過空間SPb1からSPb3及びステージ空間SPsの双方を排気しない第4状態との間で切り替えることができる。但し、配管118及び2252bの双方に開閉部材が配置されていない場合であっても、走査型電子顕微鏡SEMbは、真空ポンプ51の状態を、第1状態と第4状態との間で切り替えることができる。

[0151] 真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧する前に特定部分Wvacに作用していた力Fvacは、主として、真空領域VSPに起因した力FVSPである。そうすると、真空ポンプ54bがステージ空間SPsを減圧する前に特定部分Wvacに作用していた力Fvacが、真空ポンプ54bによるステージ空間SPsの減圧によって特定部分Wvacに作用しなくなることを考慮すれば、真空ポンプ54bを用いてステージ空間SPsを減圧する動作は、真空領域VSPに起因した力FVSPを相殺する動作と等価であると言える。つまり、真空ポンプ54bを用いてステージ空間SPsを減圧する動作は、真空領域VSPに起因した力Fvacを相殺可能な力Fcancelを、上述した力Fhold2又は上述した力Fhold2とは別の力として試料W（特に、少なくとも特定部分Wvac）に付与する動作と等価であると言える。このため、走査型電子顕微鏡SEMbは、真空ポンプ54bを用いてステージ空間SPsを減圧する動作に限らず、真空領域VSPの形成に起因して特定部分Wvacに作用していた力FVSPを相殺する任意の動作を行うことで、試料Wの変形を抑制してもよい。走査型電子顕微鏡SEMbは、真空ポンプ54bを用いてステージ空間SPsを減圧する動作に限らず、真空領域VSPの形成に起因して特

定部分 W_vac に作用していた力 VSP を相殺可能な力 F_cancel を試料 W に付与する任意の動作を行うことで、試料 W の変形を抑制してもよい。尚、この場合には、制御装置4は、第1実施形態の変形抑制動作を行う際に、力 F_cancel に関する情報に基づいて形状情報を生成すると共に生成した形状情報に基づいてビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更してもよいし、力 F_cancel に関する情報に基づいて、ビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更してもよい。

[0152] 力 F_VSP を相殺することが可能な力 F_cancel は、力 F_VSP に応じて定まる力であってもよい。力 F_cancel の一例として、力 F_VSP と比較して、作用する方向が逆向きであって且つ大きさが同じ力があげられる。例えば、上述したように力 F_VSP がステージ22bからビーム照射装置1に向かう方向（例えば、+Z方向）に試料 W を変位させるように作用する力であるため、力 F_cancel は、ビーム照射装置1からステージ22bに向かう方向（例えば、-Z方向）に試料 W を変位させるように作用し且つ力 F_VSP と同じ大きさの力であってもよい。但し、力 F_cancel は、力 F_VSP に応じて定まる力に限らず、試料 W の変形を抑制することが可能な任意の力であってもよいし、試料 W の表面 WSu の平面度を高める（つまり、試料 W の表面 WSu を平面に近づける）ことが可能な任意の力であってもよい。

[0153] 或いは、真空ポンプ54bがステージ空間 SPs を減圧する前に特定部分 W_vac に作用していた力 F_vac が、真空ポンプ54bによる空間 SPs の減圧によって小さくなる場合には、真空ポンプ54bを用いてステージ空間 SPs を減圧する動作は、特定部分 W_vac に作用する力 F_vac を小さくする動作と等価であると言える。つまり、真空ポンプ54bを用いてステージ空間 SPs を減圧する動作は、特定部分 W_vac に作用する力 F_vac を小さくすることが可能な力 F_reduce を、上述した力 F_hold2 又は上述した力 F_hold2 とは別の力として試料 W （特

に、少なくとも特定部分 W_vac に付与する動作と等価であると言える。このため、走査型電子顕微鏡SEM bは、真空ポンプ54 bを用いてステージ空間SP sを減圧する動作に限らず、特定部分 W_vac に作用する力 F_vac を小さくする任意の動作を行うことで、試料Wの変形を抑制してもよい。走査型電子顕微鏡SEM bは、真空ポンプ54 bを用いてステージ空間SP sを減圧する動作に限らず、特定部分 W_vac に作用する力 F_vac を小さくすることが可能な力 F_reduce を試料Wに付与する任意の動作を行うことで、試料Wの変形を抑制してもよい。尚、この場合には、制御装置4は、第1実施形態の変形抑制動作を行う際に、力 F_reduce に関する情報に基づいて形状情報を生成すると共に生成した形状情報に基づいてビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更してもよいし、力 F_reduce に関する情報に基づいて、ビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更してもよい。

[0154] 特定部分 W_vac に作用する力 F_vac を小さくすることが可能な力 F_reduce もまた、力 F_VSP に応じて定まる力であってもよい。力 F_reduce の一例として、力 F_VSP と比較して、作用する方向が逆向きであって且つ大きさが異なる力があげられる。例えば、上述したように力 F_VSP がステージ22 bからビーム照射装置1に向かう方向（例えば、+Z方向）に試料Wを変位させるように作用する力であるため、力 F_reduce は、ビーム照射装置1からステージ22 bに向かう方向（例えば、-Z方向）に試料Wを変位させるように作用し且つ力 F_VSP よりも小さい又は大きい力であってもよい。但し、力 F_reduce は、力 F_VSP に応じて定まる力に限らず、試料Wの変形を抑制することが可能な任意の力であってもよいし、試料Wの表面WS uの平面度を高める（つまり、試料Wの表面WS uを平面に近づける）ことが可能な任意の力であってもよい。

[0155] （3）第3実施形態の走査型電子顕微鏡SEM c

続いて、第3実施形態の走査型電子顕微鏡SEM cについて説明する。第

3実施形態の走査型電子顕微鏡SEM cは、第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aと比較して、ステージ装置2に代えてステージ装置2 cを備えているという点で異なる。走査型電子顕微鏡SEM cのその他の特徴は、走査型電子顕微鏡SEM aのその他の特徴と同一であってもよい。ステージ装置2 cは、ステージ装置2と比較して、ステージ2 2に代えてステージ2 2 cを備えているという点で異なる。ステージ装置2 cのその他の特徴は、ステージ装置2のその他の特徴と同一であってもよい。このため、以下では、図2 1を参照しながら、ステージ2 2 cの構造について説明する。

[0156] 図2 1に示すように、ステージ2 2 cは、ステージ2 2と比較して、静電チャック2 2 5 cを備えているという点で異なっている。静電チャック2 2 5 cは、少なくとも一つの電極を備えている。静電チャック2 2 5 cは、制御装置4の制御下で、静電力（つまり、クーロン力） F_{elec} を発生可能である。静電チャック2 2 5 cは、試料Wに作用する静電力 F_{elec} を発生可能である。静電チャック2 2 5 cは、試料W（例えば、試料Wの裏面WS 1）を静電チャック2 2 5 cに引き寄せる（その結果、ステージ2 2 cに引き寄せる）ように試料Wに作用する静電力 F_{elec} を発生可能である。つまり、静電チャック2 2 5 cは、試料Wからステージ2 2 cに向かう方向に作用する静電力 F_{elec} を発生可能である。静電チャック2 2 5 cは、XY平面内において、試料Wに均等に作用する静電力 F_{elec} を発生可能である。ステージ2 2 cは、静電チャック2 2 5 cが発生させる静電力 F_{elec} を、試料Wを保持するための力 $F_{hold 1}$ として用いる。

[0157] 加えて、走査型電子顕微鏡SEM cは、第2実施形態の走査型電子顕微鏡SEM bと同様に、真空領域V S Pの形成に起因した試料Wの変形を抑制する。具体的には、走査型電子顕微鏡SEM cは、制御装置4の制御下で、静電チャック2 2 5 cが発生する静電力 F_{elec} を用いて、試料Wの変形を抑制する。つまり、走査型電子顕微鏡SEM cは、静電力 F_{elec} を用いて試料Wの変形を抑制するという点において、真空ポンプ5 4 bによる

ステージ空間 $S P s$ の減圧に起因して発生する負圧（つまり、力 F_{hold2} ）を用いて試料 W の変形を抑制する第 2 走査型電子顕微鏡 $S E M b$ とは異なる。

[0158] 例えば、制御装置 4 は、試料 W の変形を抑制するために、静電チャック 225c が静電力 F_{elec} を付与する前に特定部分 W_{vac} に作用していた力（つまり、力 F_{VSP} ）が相殺されるように、静電チャック 225c が発生する静電力 F_{elec} を制御してもよい。この場合、制御装置 4 は、静電力 F_{elec} によって力 F_{VSP} が相殺される（つまり、静電力 F_{elec} と力 F_{VSP} とを合算した力 F_{vac} がゼロになる）ように、力 F_{VSP} に応じて静電力 F_{elec} を制御してもよい。言い換えれば、制御装置 4 は、力 F_{VSP} を相殺可能な静電力 F_{elec} が試料 W に作用する（つまり、付与される）ように、静電力 F_{elec} を制御してもよい。この場合、制御装置 4 は、力 F_{VSP} と比較して、作用する方向が逆向きであって且つ大きさが同じになる静電力 F_{elec} が試料 W に作用するように、静電力 F_{elec} を制御してもよい。つまり、制御装置 4 は、ビーム照射装置 1 からステージ 22c に向かう方向（例えば、 $-Z$ 方向）に試料 W を変位させるように作用し且つ力 F_{VSP} と大きさが同じになる静電力 F_{elec} が試料 W に作用するように、静電力 F_{elec} を制御してもよい。このような静電力 F_{elec} が静電チャック 225c によって試料 W に付与されると、特定部分 W_{vac} には、真空領域 VSP に起因した力 F_{VSP} 及び静電チャック 225c が発生した静電力 F_{elec} の双方が付与される。このため、静電チャック 225c が静電力 F_{elec} を付与する前に特定部分 W_{vac} に作用していた力 F_{vac} が、静電チャック 225c が静電力 F_{elec} を付与した後には特定部分 W_{vac} に作用しなくなる。このため、特定部分 W_{vac} がステージ 22c から引き離されることがなくなる。その結果、試料 W の変形が適切に抑制される。尚、このような条件を満たす静電力 F_{elec} は、真空領域 VSP に起因した力 F_{VSP} を相殺可能な上述した力 F_{cancel} の一具

体例となる。

[0159] 或いは、例えば、制御装置4は、試料Wの変形を抑制するために、特定部分 W_{vac} に作用する力 F_{vac} が小さくなるように、静電チャック225cが発生する静電力 F_{elec} を制御してもよい。この場合、制御装置4は、力 F_{VSP} と比較して、作用する方向が逆向きであって且つ大きさが異なる静電力 F_{elec} が試料Wに作用するように、静電力 F_{elec} を制御してもよい。つまり、制御装置4は、ビーム照射装置1からステージ22に向かう方向（例えば、 $-Z$ 方向）に試料Wを変位させるように作用し且つ力 F_{VSP} と大きさが異なる静電力 F_{elec} が試料Wに作用するように、静電力 F_{elec} を制御してもよい。このような静電力 F_{elec} が静電チャック225cによって試料Wに付与されると、特定部分 W_{vac} には、真空領域VSPに起因した力 F_{VSP} 及び静電チャック225cが発生した静電力 F_{elec} の双方が付与される。このため、静電チャック225cが静電力 F_{elec} を付与する前に特定部分 W_{vac} に作用していた力 F_{vac} （つまり、力 F_{VSP} ）と比較して、静電チャック225cが静電力 F_{elec} を付与した後に特定部分 W_{vac} に作用する力 F_{vac} （つまり、力 F_{VSP} と力 F_{elec} とを合算した力）が小さくなる。このため、特定部分 W_{vac} がステージ22cから引き離されにくくなる。或いは、仮に特定部分 W_{vac} がステージ22cから引き離されたとしても、その引き離され量（つまり、特定部分 W_{vac} とステージ22cとの間の間隔）が小さくなる。その結果、少なくとも静電チャック225cが静電力 F_{elec} を付与しない場合と比較すれば、試料Wの変形が適切に抑制される。つまり、試料Wの変形が相応に抑制される。尚、このような条件を満たす静電力 F_{elec} は、特定部分 W_{vac} に作用する力 F_{vac} を小さくすることが可能な上述した力 F_{reduce} の一具体例となる。

[0160] このようなステージ22cを備える第3実施形態の走査型電子顕微鏡SEMcであっても、上述した第2実施形態の走査型電子顕微鏡SEMbが享受

することが可能な効果と同様の効果を享受することができる。

[0161] 尚、静電チャック225cは、試料Wの下面WS1と接触するように設けられていてもよい。また、静電チャック225cは、ステージ22の支持部材223における試料Wの下面WS1と接触する部位に設けられていてもよい。

[0162] 走査型電子顕微鏡SEMcは、静電力 F_{elec} とは異なる種類の力を用いて、試料Wの変形を抑制してもよい。つまり、走査型電子顕微鏡SEMcは、静電チャック225cに加えて又は代えて、試料Wの変形を抑制するための力として、静電力 F_{elec} とは異なる種類の力を付与可能な付与装置を備えていてもよい。例えば、走査型電子顕微鏡SEMcは、試料Wの裏面WS1に付着可能であって且つ裏面WS1に付着したままZ軸に沿って移動可能なようにステージ22cに配置された移動部材を、付与装置の一例として備えていてもよい。この場合、走査型電子顕微鏡SEMcは、当該移動部材の移動に伴う力を、試料Wの変形を抑制するための力として用いてもよい。尚、複数の支持部材223の少なくとも一つが、移動部材として用いられてもよい。或いは、例えば、走査型電子顕微鏡SEMcは、試料Wの裏面WS1に対向するようにステージ22cに配置されたベルヌーイチャックを、付与装置の一例として備えていてもよい。この場合、走査型電子顕微鏡SEMcは、ベルヌーイチャックから噴出される気体に起因してベルヌーイチャックと試料Wの裏面WS1との間に作用する力を、試料Wの変形を抑制するための力として用いてもよい。

[0163] 尚、力 F_{elec} を制御して試料Wの変形が抑制される場合であって、場合によっては依然として試料Wが変形している可能性がある。従って、第3実施形態においても、走査型電子顕微鏡SEMcは、第1実施形態の変形抑制動作を行ってもよい。もちろん、第3実施形態において、走査型電子顕微鏡SEMcは、第1実施形態の変形抑制動作を行わなくてもよい。

[0164] 上述した第2実施形態の走査型電子顕微鏡SEMbもまた、力 F_{elec} を制御して試料Wの変形を抑制してもよい。この場合、走査型電子顕微鏡

S E M b は、第 3 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M c が備える構成要素の少なくとも一部を備えていてもよい。例えば、走査型電子顕微鏡 S E M b が備えるステージ 2 2 b は、静電チャック 2 2 5 c を更に備えていてもよい。

[0165] (4) 第 4 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M d

続いて、図 2 2 を参照しながら、第 4 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M d について説明する。図 2 2 は、第 4 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M d の構造を示す断面図である。

[0166] 図 2 2 に示すように、第 4 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M d は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M a と比較して、光軸 A X が互いに平行な複数のビーム照射装置 1 (図 2 2 に示す例では、k (但し、k は 2 以上の整数) 個のビーム照射装置 1 # 1 から 1 # k) を備えている点で異なる。更に、走査型電子顕微鏡 S E M d は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M a と比較して、複数のビーム照射装置 1 の位置をそれぞれ計測するための複数の位置計測装置 1 5 (図 2 2 に示す例では、k 個の位置計測装置 1 5 # 1 から 1 5 # k) を備えているという点で異なる。更に、走査型電子顕微鏡 S E M d は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M a と比較して、支持フレーム 3 に代えて、支持フレーム 3 d を備えているという点で異なる。走査型電子顕微鏡 S E M d のその他の特徴は、走査型電子顕微鏡 S E M a のその他の特徴と同一であってもよい。

[0167] 支持フレーム 3 d は、上述した支持フレーム 3 と比較して、支持部材 3 2 に代えて支持部材 3 2 d を備えているという点で異なる。支持部材 3 2 d は、支持部材 3 2 と比較して、ビーム照射装置 1 と同じ数の開口 3 2 1 (図 2 2 に示す例では、k 個の開口 3 2 1 # 1 から 3 2 1 # k) を備えているという点で異なる。支持部材 3 2 d の上面には、ビーム照射装置 1 と同じ数の間隔調整系 1 4 (図 2 2 に示す例では、k 個の間隔調整系 1 4 # 1 から 1 4 # k) を介して、複数のビーム照射装置 1 の外面から外側に延びる複数のフランジ部材 1 3 (図 2 2 に示す例では、k 個のフランジ部材 1 3 # 1 から 1 3 # k) の下面がそれぞれ連結されている。このとき、複数のビーム照射装置

1 は、複数の開口 3 2 1 をそれぞれ貫通するように配置される。その結果、支持フレーム 3 d は、複数のビーム照射装置 1 を支持部材 3 2 の上面で吊り上げるように支持することができる。支持部材 3 d のその他の特徴は、支持部材 3 のその他の特徴と同一であってもよい。尚、図 2 2 においては、複数のビーム照射装置 1 # 1 から 1 # k に共通のポンプ系 5 を連結したが、ビーム照射装置 1 # 1 から 1 # k のそれぞれが個別にポンプ系 5 を備えてもよい。或いは、複数のビーム照射装置 1 のうち幾つかと連結するポンプ系 5 を複数備えてもよい。

[0168] このような第 4 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M d は、複数のビーム照射装置 1 から試料 W の表面 W S u の複数の領域に対して、複数の電子ビーム E B をそれぞれ照射することができる。このため、走査型電子顕微鏡 S E M d は、試料 W の表面 W S u の複数の領域から放出される電子に関する情報を同時に取得することができる。このため、スループットが向上する。それでいて、走査型電子顕微鏡 S E M d は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M a 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。

[0169] 尚、上述した第 2 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M b 及び第 3 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M c の少なくとも一方もまた、走査型電子顕微鏡 S E M d と同様に、複数のビーム照射装置 1 を備えていてもよい。

[0170] (5) 第 5 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M e

続いて、図 2 3 を参照しながら、第 5 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M e について説明する。図 2 3 は、第 5 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M e の構造を示す断面図である。

[0171] 図 2 3 に示すように、第 5 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M e は、上述した第 1 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M a と比較して、光学顕微鏡 1 7 e を備えているという点で異なる。走査型電子顕微鏡 S E M e のその他の構造は、上述した走査型電子顕微鏡 S E M a のその他の構造と同一であってもよい。

[0172] 光学顕微鏡 1 7 e は、試料 W の状態（例えば、試料 W の表面 W S u 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 17 e 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 17 e 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 117)とは異なる。

[0173] 光学顕微鏡 17 e は、ビーム照射装置 1 が電子ビーム E B 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 S E M e は、光学顕微鏡 17 e を用いて試料 W の状態を計測した後、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 17 e 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 17 e 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 V S P 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 17 e が試料 W の状態の計測を完了した後に、真空領域 V S P を形成して試料 W に電子ビーム E B を照射する。

[0174] ステージ 22 は、ビーム照射装置 1 が電子ビーム E B 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 E B 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 17 e が試料 W の状態を計測する期間中は、光学顕微鏡 17 e 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 E B を照射可能な位置と、光学顕微鏡 17 e が計測可能な位置との間で移動してもよい。

[0175] 走査型電子顕微鏡 S E M e は、光学顕微鏡 17 e 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 S E M e は、まず、光学顕微鏡 17 e 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 S E M e は、光学顕微鏡 17 e 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。

[0176] 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_eは、まず、光学顕微鏡17e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_eは、光学顕微鏡17e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_eは、光学顕微鏡17e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。

[0177] このような第5実施形態の走査型電子顕微鏡SEM_eは、走査型電子顕微鏡SEM_a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5実施形態の走査型電子顕微鏡SEM_eは、光学顕微鏡17e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。

[0178] 尚、上述した説明では、走査型電子顕微鏡SEM_eは、光学顕微鏡17e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_eは、光学顕

顕微鏡 17e 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 SEMe は、試料 W の所望領域の状態を、光学顕微鏡 17e 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 SEMe は、光学顕微鏡 17e 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。

[0179] また、走査型電子顕微鏡 SEMe は、光学顕微鏡 17e 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。

[0180] また、上述した走査型電子顕微鏡 SEMe の説明では、第 1 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEMa が光学顕微鏡 17e を備えていることになっている。しかしながら第 2 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEMa から第 4 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEMd（更には、後述する第 6 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEMf）のそれぞれが光学顕微鏡 17e を備えていてもよい。

[0181] （6）第 6 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEMf

続いて、図 24 を参照しながら、第 6 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEMf について説明する。図 24 は、第 6 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEMf の構造を示す断面図である。

[0182] 図 24 に示すように、第 6 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEMf は、上述した第 1 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEMa と比較して、チャンバ 181

f と、空調機 182 f とを備えているという点で異なる。走査型電子顕微鏡 SEM f のその他の構造は、上述した走査型電子顕微鏡 SEM a のその他の構造と同一であってもよい。

[0183] チャンバ 181 f 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 181 f 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 181 f は、走査型電子顕微鏡 SEM f 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。

[0184] チャンバ 181 f の外部の空間は、例えば、大気圧空間である。チャンバ 181 f 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 181 f 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。

[0185] 空調機 182 f は、チャンバ 181 f 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 182 f は、チャンバ 181 f の内部の空間から気体を回収可能である。空調機 182 f がチャンバ 181 f の内部の空間から気体を回収することで、チャンバ 181 f の内部の空間の清浄度が良好に保たれる。この際、空調機 182 f は、チャンバ 181 f 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 181 f 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。

[0186] このような第 6 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEM f は、走査型電子顕微鏡 SEM a 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。

[0187] 尚、上述した走査型電子顕微鏡 SEM f の説明では、第 1 実施形態の走査型電子顕微鏡 SEM a がチャンバ 181 f 及び空調機 182 f を備えている

ことになっている。しかしながら第2実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aから第5実施形態の走査型電子顕微鏡SEM eのそれぞれがチャンバ181 f及び空調機182 fを備えていてもよい。

[0188] (7) 第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aから第6実施形態の走査型電子顕微鏡SEM fに共通する変形例

(7-1) 第1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1変形例では、第1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25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もよい。この場合、図25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25は、説明の便宜上、第1実施形態のビーム照射装置1（つまり、走査型電子顕微鏡SEM a）が、第1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2実施形態の走査型電子顕微鏡SEM bから第6実施形態の走査型電子顕微鏡SEM fのそれぞれもまた、第1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。

[0189] 第1変形例では、第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aから第6実施形態の走査型電子顕微鏡SEM fは、ビーム射出装置1の射出面121LS

と試料Wの表面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。

[0190] （7-2）第2変形例

第1変形例では、ステージ22の保持面HSとステージ22の外周面OSとが同じ高さに位置していた。一方で、第2変形例では、第2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26に示すように、保持面HSと外周面OS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26は、保持面HSが外周面OSよりも低い位置に位置する例を示しているが、保持面HSが外周面OSよりも高い位置に位置していてもよい。保持面HSが外周面OSよりも低い位置に位置する場合には、ステージ22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26は、外周面OSが試料Wの表面WS_uよりも高い位置に位置する例を示しているが、外周面OSが表面WS_uよりも低い位置に位置していてもよいし、外周面OSが表面WS_uと同じ高さに位置していてもよい。尚、図26は、説明の便宜上、第1実施形態のビーム照射装置1（つまり、走査型電子顕微鏡SEM_a）が、第2変形例で説明した外周面OSとは高さが異なる保持面HSに保持された試料Wに電子ビームEBを照射する例を示しているが、第2実施形態の走査型電子顕微鏡SEM_bから第6実施形態の走査型電子顕微鏡SEM_fのそれぞれもまた、第2変形例で説明した外周面OSとは高さが異なる保持面HSに保持された試料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。

[0191] 第2変形例では、第1変形例と同様に、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。この場合、第1変形例と同様に、差動排気系12が形成する真空領域VSPは、試料Wの表面WS_uを覆う及び／又は試料Wの表面WS_u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。

[0192] 第2変形例においても、第1変形例と同様に、第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aから第6実施形態の走査型電子顕微鏡SEM f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。

[0193] （7-3）第3変形例

第3変形例では、第3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27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WSuに接する真空領域VSPに代えて、カバー部材25

の表面 25 s に接する真空領域 V S P を形成してもよい。尚、図 27 は、説明の便宜上、第 1 実施形態のビーム照射装置 1（つまり、走査型電子顕微鏡 S E M a）が、第 3 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 E B を照射する例を示しているが、第 2 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M b から第 6 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M f のそれぞれもまた、第 3 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 E B を照射してもよいことはいうまでもない。

[0194] 第 3 変形例では、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し、真空領域 V S P が試料 W の表面 W S 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。

[0195] 第 3 変形例では、第 1 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M a から第 6 実施形態の走査型電子顕微鏡 S E M f は、射出面 121 L S と表面 W S u との間隔 D が所望間隔 D_{target} となることに代えて、射出面 121 L S とカバー部材 25 の表面 25 s との間隔 D_{o2} 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。

[0196] 尚、上述した説明では、真空領域 V S P が形成されることが試料 W の変形の原因の一つであることを考慮して、制御装置 4 は、試料 W に面する真空領域 V S P の真空度に関する情報に基づいて、試料 W の形状情報を生成している。しかしながら、試料 W がカバー部材 25 によって覆われる場合は、上述したように真空領域 V S P が試料 W に面しない可能性がある。一方で、この場合であっても、カバー部材 25 を介して試料 W に電子ビーム E B が照射されることに変わりはないため、カバー部材 25 と試料 W との間の空間 25 S P には、真空領域 V S P と同程度の真空度を有する（或いは、異なる真空度を有する）他の真空領域が形成される。言い換えれば、空間 25 S P は、真空領域 V S P と同程度の真空度を有する（或いは、異なる真空度を有する）真空空間となる。例えば、空間 25 S P は、空間 25 S P に連通する不図示

の排気口を介して排気されることで、真空空間となってもよい。この場合、制御装置4は、真空領域VSPの真空度に関する情報に加えて又は代えて、空間25SPの真空度に関する情報に基づいて形状情報を生成してもよい。

[0197] 更に、上述した説明では、真空領域VSPが形成されることが試料Wの変形の原因の一つであることを考慮して、制御装置4は、試料Wに面する真空領域VSPの真空度に関する情報に基づいて、ビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更している。しかしながら、制御装置4は、試料Wに面する真空領域VSPの真空度に関する情報に加えて又は代えて、空間25SPの真空度に関する情報に基づいて、ビーム位置情報、電子検出情報及び試料情報の少なくとも一つを変更してもよい。

[0198] (7-4) その他の変形例

上述した説明では、差動排気系12は、単一の排気機構（具体的には、排気溝124及び配管125）を備える1段式の差動排気系である。しかしながら、差動排気系12は、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121の射出面121LSには、複数の排気溝124が形成され、真空形成部材121には、複数の排気溝124にそれぞれ連通する複数の配管125が形成される。複数の配管125は、それぞれ、ポンプ系5が備える複数の真空ポンプ52に接続される。複数の真空ポンプ52の排気能力は、同一であってもよいし、異なってもよい。

[0199] 走査型電子顕微鏡SEMa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）に照射することで任意の電子ビーム装置が、上述した第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEMaから第6実施形態の走査型電子顕微鏡SEMfの少なくとも一つ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、上述した変形抑制動作等を行ってもよい。任意の電子ビーム装置の一例として、透過型電子顕微鏡（TEM: Transmission Electron Microscope）及び走査型透過電子顕微鏡（STEM: Scanning Transmission E

l e c t r o n M i c r o s c o p e) があげられる。

[0200] 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）に照射することで任意の試料Wの状態を計測可能な任意のビーム装置が上述した第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aから第6実施形態の走査型電子顕微鏡SEM fの少なくとも一つ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、上述した変形抑制動作等を行ってもよい。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5～15 nm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）に照射することで任意の試料Wの状態を計測可能な任意の照射装置が上述した走査型電子顕微鏡SEM a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、上述した変形抑制動作等を行ってもよい。

[0201] 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第1実施形態の走査型電子顕微鏡SEM aから第6実施形態の走査型電子顕微鏡SEM f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。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、上述した変形抑制動作等を行ってもよい。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。

[0202] 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SEM aから第6実施形態の走査型電子顕微鏡SEM f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。

[0203] 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。

[0204] 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荷電粒子装置及び情報取得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

[0205] SEM a、SEM b、SEM c、SEM d 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 4 間隔調整系

2 ステージ装置

2 2 ステージ

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

6 測定装置

S P b 1、S P b 2、S P b 3 ビーム通過空間

V S P 真空領域

W 試料

W S u 表面

請求の範囲

[請求項1]

試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、
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、
前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、
前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、
前記試料の表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求める制御装置と
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、
前記荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置。

[請求項2]

試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、
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、
前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、
前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、
前記試料の表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求める制御装置と

を備え、

前記荷電粒子照射装置から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置。

[請求項3]

試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、

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、

前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、

前記試料の表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求める制御装置と

を備える荷電粒子装置。

[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又は3に記載の荷電粒子装置。

[請求項5]

試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、

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、

前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、

前記試料の表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求める制御装置と

を備え、

前記荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置。

- [請求項6] 前記形状情報は、前記試料の変形に関する情報を含む
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] 前記試料の変形は、前記真空領域の真空により生じる変形である
請求項 6 に記載の荷電粒子装置。
- [請求項8] 前記試料の変形に関する情報は、前記荷電粒子光学系の光軸と交差する交差面に沿った方向における前記試料の位置の変化を含む
請求項 6 又は 7 に記載の荷電粒子装置。
- [請求項9] 前記交差面は水平面と平行である
請求項 8 に記載の荷電粒子装置。
- [請求項10] 前記試料の変形に関する情報は、前記光軸に沿う方向における前記試料の位置の変化を含む
請求項 6 から 9 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。
- [請求項11] 前記光軸に沿う方向は、鉛直方向と平行である
請求項 10 に記載の荷電粒子装置。
- [請求項12] 前記試料の変形に関する情報のうち、前記光軸と交差する面に沿った方向における前記試料の位置の変化は、前記光軸に沿う方向における前記試料の位置の変化に基づき算出される
請求項 6 から 11 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。
- [請求項13] 前記形状を測定する測定装置を備える
請求項 1 から 12 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。
- [請求項14] 前記測定装置は、光センサおよび静電容量センサの少なくとも 1 つを含む

請求項 1 3 に記載の荷電粒子装置。

[請求項15]

前記測定装置は、反射電子検出器を含み、

前記測定装置は前記試料に前記荷電粒子ビームを照射して放出される反射電子を前記反射電子検出器により検出することによって前記形状を測定する

請求項 1 3 又は 1 4 に記載の荷電粒子装置。

[請求項16]

前記測定装置は、前記荷電粒子ビームの前記試料への照射が行われる前記真空領域に、前記試料の前記表面が覆われた状態で、前記試料の前記表面の前記形状を測定する

請求項 1 3 から 1 5 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項17]

前記測定装置は、前記荷電粒子ビームの前記試料への照射が行われる前記真空領域に、前記物体の前記表面の一部が覆われることに先だって、前記真空領域とは別の真空領域で前記物体の前記表面を覆った状態で、前記形状を測定する

請求項 1 3 から 1 5 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項18]

前記形状情報は、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも 1 つに基づき算出される

請求項 1 から 1 7 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項19]

前記周辺の空間の気圧は、前記物体の前記真空領域に面する面とは反対側に位置する前記物体の他方の面に面する裏面側空間の気圧及び前記荷電粒子装置を取り巻く環境の気圧の少なくとも一方を含む

請求項 1 8 に記載の荷電粒子装置。

[請求項20]

前記物体の前記真空領域に面する面とは反対側に位置する前記物体の他方の面に面する裏面側空間の気圧と前記真空領域の気圧との差を減少することができる気圧調整装置を備える

請求項 1 から 1 9 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項21]

前記物体のうち前記真空領域の真空の吸引力が作用する部分に、前

記吸引力とは逆向きの力を付与する付与装置を備え、

前記形状情報は、前記力の情報を用いて算出される

請求項 1 から 20 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項22] 前記制御装置は、前記荷電粒子ビームが照射された位置の情報を前記形状情報に基づいて変更して、前記試料情報を取得する

請求項 1 から 21 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項23] 前記制御装置は、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報を前記形状情報に基づいて変更して、前記試料情報を取得する

請求項 1 から 22 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項24] 前記制御装置は、前記形状情報に基づいて、前記荷電粒子ビームを照射する位置を制御する

請求項 1 から 23 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項25] 試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、

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、

前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、

前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つと、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出される荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を取得する制御装置と

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、

前記荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置。

[請求項26]

試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、

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2端から離れ且つ前記第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、

前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、

前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つと、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出される荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を取得する制御装置と

を備え、

前記荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置。

[請求項27]

試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、

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、

前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、

前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つと、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出される荷電粒子を検出して得られる情

報とに基づいて、前記試料情報を取得する制御装置と
を備える荷電粒子装置。

[請求項28] 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26又は27に記載の荷電粒子装置。

[請求項29] 試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、
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、
前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒
子光学系と、

前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記
試料の弾性係数のうち少なくとも1つと、前記荷電粒子ビームが照射
される位置の情報と、前記放出される荷電粒子を検出して得られる情
報とに基づいて、前記試料情報を取得する制御装置と
を備え、

前記荷電粒子光学系から照射される荷電粒子ビームの通路は前記真
空領域の少なくとも一部を含む荷電粒子装置。

[請求項30] 前記周辺の空間の気圧は、前記物体の前記真空領域に面する面とは
反対側に位置する前記物体の他方の面に面する裏面側空間の気圧及び
前記荷電粒子装置を取り巻く環境の気圧の少なくとも一方を含む
請求項25から29のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項31] 前記制御装置は、前記試料情報における前記荷電粒子ビームが照射
された位置の情報を、前記真空領域の真空度、前記周辺の空間の気圧
及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つに基づいて変更して、
前記試料情報を取得する

請求項25から30のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項32] 前記制御装置は、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報

を、前記真空領域の真空度、前記周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つに基づいて変更して、前記試料情報を取得する

請求項25から31のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項33] 前記制御装置は、前記真空領域の真空度、前記周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つに基づいて、前記荷電粒子ビームを照射する位置を制御する

請求項25から32のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項34] 前記荷電粒子ビームが照射された位置の情報の変更によって、前記物体の前記表面が前記真空領域に覆われている場合における前記荷電粒子ビームの照射位置は、前記物体の前記表面が前記真空領域に覆われていない場合における前記荷電粒子ビームの照射位置又はその近傍に変更される

請求項22又は31に記載の荷電粒子装置。

[請求項35] 前記制御装置は、前記放出された荷電粒子の検出量の情報を変更する

請求項23又は32に記載の荷電粒子装置。

[請求項36] 前記放出された荷電粒子の検出量の情報の変更によって、前記物体の前記表面が前記真空領域に覆われている場合における前記荷電粒子ビームの照射位置に対応した前記放出される荷電粒子の検出量は、前記物体の前記表面が前記真空領域に覆われていない場合における前記荷電粒子ビームの照射位置に対応した前記放出される荷電粒子の検出量に変更される

請求項35に記載の荷電粒子装置。

[請求項37] 前記荷電粒子ビームを照射する位置の制御によって、前記物体の前記表面が前記真空領域に覆われている場合における前記荷電粒子ビームの照射位置は、前記物体の前記表面が前記真空領域に覆われていない場合における前記荷電粒子ビームの照射位置またはその近傍に変更

される

請求項 2 4 又は 3 3 に記載の荷電粒子装置。

[請求項38] 前記真空領域は、前記物体の前記表面のうちの第 1 部分を覆い、
前記真空領域が形成されているとき、前記物体の前記表面のうちの
前記第 1 部分とは異なる第 2 部分は、前記真空領域よりも真空度が低い
非真空領域又は大気圧領域で覆われる

請求項 1 から 3 7 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項39] 前記物体の前記真空領域が面する面とは反対側に位置する前記物体
の他方の面に面する裏面側空間の気圧と前記真空領域の気圧との差を
減少することができる気圧調整装置を備え、

前記制御装置は、前記裏面側空間の気圧を用いて、前記試料情報を
求める

請求項 1 から 3 8 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項40] 前記物体のうち前記真空領域の真空の吸引力が作用する部分に、前
記吸引力とは逆向きの力を付与する付与装置を備え、

前記制御装置は、前記付与装置が付与する力の情報を用いて、前記
試料情報を求める

請求項 1 から 3 9 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項41] 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 4 0 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項42] 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 4 1 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項43] 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 4 2 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項44] 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 1 から 4 3 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項45] 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 1 から 4 3 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項46] 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 1 から 4 3 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項47] 試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、
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、

荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、

前記試料の前記表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームの照射位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求めることと

を含む情報取得方法。

[請求項48] 試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、

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 2 端から離れ且つ前記第 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、

荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、

前記試料の前記表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームの照射位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求めることと

を含む情報取得方法。

[請求項49]

試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、

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、

荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、

前記試料の前記表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームの照射位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求めることと

を含む情報取得方法。

[請求項50]

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48又は49に記載の情報取得方法。

[請求項51]

試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、

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、

荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、

前記試料の前記表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームの照射位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求めることと

を含む情報取得方法。

[請求項52]

試料に関する試料情報を取得する方法であって、

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、

荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、

前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つを用いて、前記試料情報を求めることと

を含む情報取得方法。

[請求項53]

試料に関する試料情報を取得する方法であって、

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2端から離れ且つ前記第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、

荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子

を検出することと、

前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つを用いて、前記試料情報を求めることと

を含む情報取得方法。

[請求項54]

試料に関する試料情報を取得する方法であって、

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、

荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、

前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つを用いて、前記試料情報を求めることと

を含む情報取得方法。

[請求項55]

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53又は54に記載の情報取得方法。

[請求項56]

試料に関する試料情報を取得する方法であって、

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、

荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子

を検出することと、

前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも1つを用いて、前記試料情報を求めることと

を含む情報取得方法。

[請求項57]

前記荷電粒子ビームを照射する荷電粒子光学系の光軸方向に沿った前記荷電粒子光学系と前記試料との相対的な位置関係を変更することと、

前記荷電粒子光学系と前記試料との前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った相対的な位置関係が第1の状態の前記荷電粒子を検出し、前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が前記第1の状態とは異なる第2の状態の前記荷電粒子を検出することと、

前記検出結果に基づいて前記試料情報を求めることと

を含む請求項47から56のいずれか一項に記載の情報取得方法。

[請求項58]

前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った前記荷電粒子光学系と前記試料との相対的な位置関係を変更する位置変更装置を備え、

前記荷電粒子光学系と前記試料との前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が第1の状態の前記検出装置により前記荷電粒子を検出し、前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が前記第1の状態とは異なる第2の状態の前記検出装置により前記荷電粒子を検出して、前記検出装置の検出結果に基づいて前記試料情報を求める

請求項1から57のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項59]

試料の表面に荷電粒子ビームを照射する荷電粒子光学系と、

前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、

前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った前記荷電粒子光学系と前記試料との相対的な位置関係を変更する位置変更装置と

を備え、

前記荷電粒子光学系と前記試料との前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が第 1 の状態で前記検出装置により前記荷電粒子を検出し、前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が前記第 1 の状態とは異なる第 2 の状態で前記検出装置により前記荷電粒子を検出して、前記検出装置の検出結果に基づいて前記試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置。

[請求項60] 前記第 1 の状態における前記荷電粒子光学系と前記試料との、前記光軸と交差する方向における相対的な位置関係は、前記第 2 の状態における前記荷電粒子光学系と前記試料との、前記光軸と交差する方向における相対的な位置関係と同じである

請求項 5 8 又は 5 9 に記載の荷電粒子装置。

[請求項61] 前記第 1 の状態における前記荷電粒子光学系と前記試料との、前記光軸と交差する方向における相対的な位置関係は、前記第 2 の状態における前記荷電粒子光学系と前記試料との、前記光軸と交差する方向における相対的な位置関係と異なる

請求項 5 8 又は 5 9 に記載の荷電粒子装置。

[請求項62] 前記検出装置の検出結果に基づいて前記試料の表面の像を生成し、前記光軸方向に沿った相対的な位置関係を変更し前記検出装置に前記荷電粒子を検出させることで生成される複数の前記像に基づいて、前記試料情報を生成する

請求項 5 8 から 6 1 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項63] 前記複数の像を合成して、前記試料情報を生成する

請求項 6 2 に記載の荷電粒子装置。

[請求項64] 前記複数の像の特性の違いに基づいて、前記試料情報を生成する

請求項 6 2 又は 6 3 に記載の荷電粒子装置。

[請求項65] 前記特性は、輝度、コントラスト及び SN (Signal to Noise) 比の少なくとも一つを含む

請求項 6 4 に記載の荷電粒子装置。

[請求項66] 前記荷電粒子光学系に対して前記試料の表面が第1位置に位置している状態で前記検出装置に前記荷電粒子を検出させるときの前記荷電粒子ビームのフォーカス位置は、前記荷電粒子光学系に対して前記試料の表面が前記第1位置とは異なる第2位置に位置している状態で前記検出装置に前記荷電粒子を検出させるときの前記荷電粒子ビームのフォーカス位置と同じである

請求項58から65のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項67] 前記第1及び第2位置の夫々は、前記荷電粒子光学系の焦点深度の範囲内に含まれる

請求項66に記載の荷電粒子装置。

[請求項68] 前記光軸方向に沿った前記第1位置と前記第2位置との間の距離は、0.1ナノメートルから2マイクロメートルである

請求項66又は67に記載の荷電粒子装置。

[請求項69] 前記検出装置が前記荷電粒子を検出し前記検出装置の検出結果に基づいて前記試料の表面の像を生成する都度、前記荷電粒子光学系に対して前記試料の表面が前記光軸方向に沿って移動するように前記相対的な位置関係を変更した上で、前記検出装置に前記荷電粒子を再度検出させる

請求項58から68のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項70] 前記検出装置が前記荷電粒子を検出し前記検出装置の検出結果に基づいて前記試料の表面の像を生成する都度、前記荷電粒子ビームのフォーカス位置を固定したまま前記荷電粒子光学系に対して前記試料の表面が前記光軸方向に沿って移動するように前記相対的な位置関係を変更した上で、前記検出装置に前記荷電粒子を再度検出させる

請求項58から69のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項71] 前記検出装置が前記荷電粒子を検出し前記検出装置の検出結果に基づいて前記試料の表面の像を生成する都度、前記荷電粒子ビームのフォーカス位置を変更すると共に前記荷電粒子光学系に対して前記試料

の表面が前記光軸方向に沿って移動するように前記相対的な位置関係を変更した上で、前記検出装置に前記荷電粒子を再度検出させる

請求項 58 から 70 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項72] 前記検出装置が前記荷電粒子を検出する都度、前記荷電粒子光学系に対して前記試料の表面が前記光軸方向に沿って所定量ずつ移動するように前記相対的な位置関係を変更する

請求項 69 から 71 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項73] 前記所定量は、0.1 ナノメートルから 2 マイクロメートルである
請求項 72 に記載の荷電粒子装置。

[請求項74] 前記試料情報は、前記試料の表面の構造に関する構造情報を含む
請求項 58 から 73 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項75] 前記構造情報は、前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った前記試料の表面の位置に関する情報を含む
請求項 74 に記載の荷電粒子装置。

[請求項76] 前記構造情報は、前記光軸と交差する方向における位置毎の前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った前記試料の表面の位置に関する情報を含む
請求項 74 又は 75 に記載の荷電粒子装置。

[請求項77] 前記構造情報は、前記試料の表面の 3 次元プロファイルに関する情報を含む
請求項 74 から 76 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項78] 前記荷電粒子光学系は、前記荷電粒子ビームの前記試料の表面への入射角度を変更可能である
請求項 58 から 77 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項79] 前記荷電粒子光学系は、前記試料の表面に対して前記荷電粒子ビームが斜入射するように前記入射角度を変更する
請求項 78 に記載の荷電粒子装置。

[請求項80] 前記位置変更装置は、前記光軸方向に沿って前記荷電粒子光学系を

移動可能な光学系移動装置を含む

請求項 5 8 から 7 9 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項81] 前記位置変更装置は、前記光軸方向に沿って前記試料を移動可能な試料移動装置を含む

請求項 5 8 から 8 0 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項82] 前記荷電粒子光学系は、物体の表面と前記荷電粒子光学系との間における前記荷電粒子ビームの経路に真空領域を形成する真空形成部材を含む

請求項 5 8 から 8 1 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項83] 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 8 2 に記載の荷電粒子装置。

[請求項84] 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 8 2 に記載の荷電粒子装置。

[請求項85] 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 8 2 に記載の荷電粒子装置。

[請求項86] 前記荷電粒子ビームの経路以外の領域の少なくとも一部は大気圧環境である

請求項 5 8 から 8 5 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項87] 前記荷電粒子光学系を複数有する

請求項 1 から 3 5 4 6 及び 5 8 から 8 6 のいずれか一項に記載の荷電粒子装置。

[請求項88] 前記複数の荷電粒子光学系のそれぞれから前記試料の表面に前記荷電粒子ビームを照射して、前記試料の表面の複数の位置における前記試料情報を取得可能である

請求項 8 7 に記載の荷電粒子装置。

[請求項89] 前記複数の荷電粒子光学系の光軸は互いに平行である

請求項 8 7 又は 8 8 に記載の荷電粒子装置。

[請求項90]

試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、

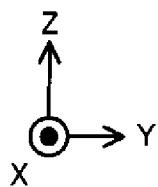
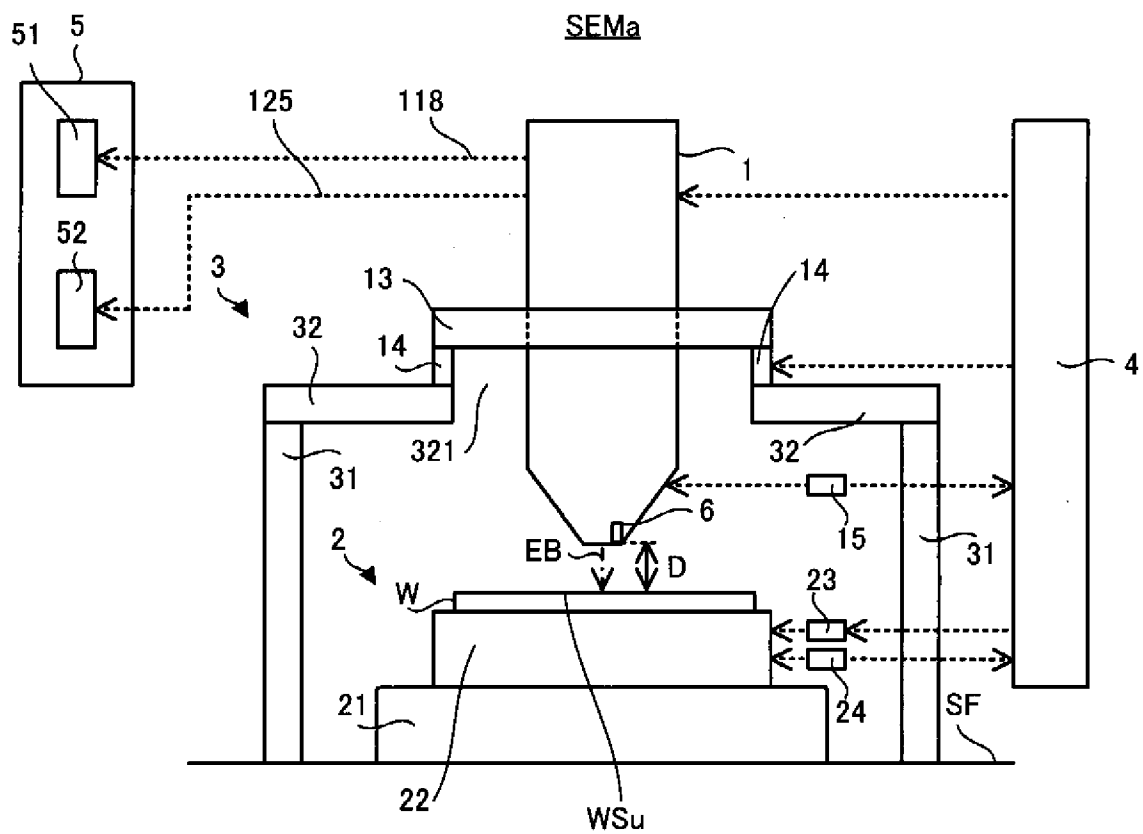
前記試料の表面に荷電粒子光学系を介して荷電粒子ビームを照射することと、

前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った前記荷電粒子光学系と前記試料との相対的な位置関係を変更することと、

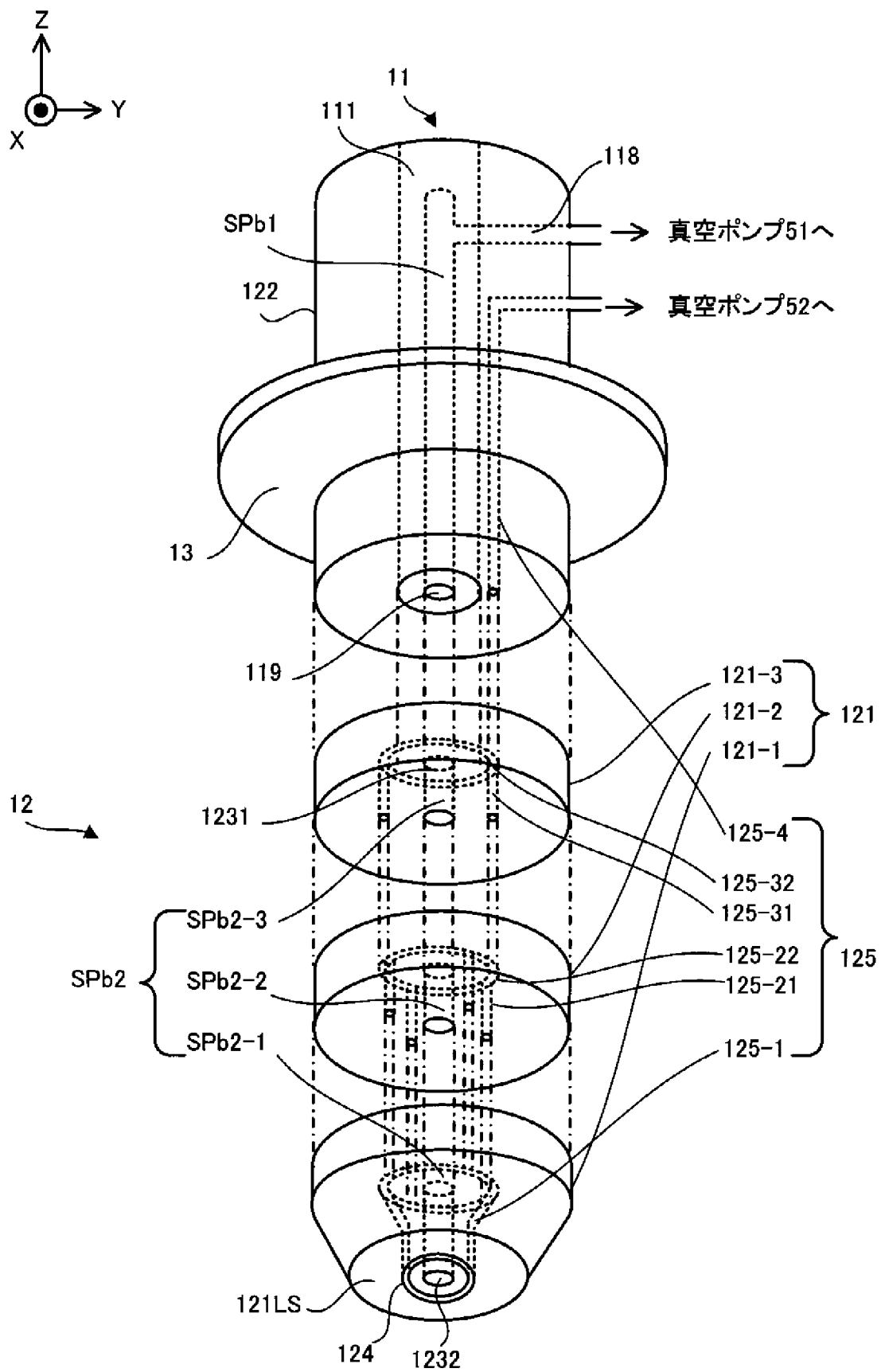
前記荷電粒子光学系と前記試料との前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った相対的な位置関係が第 1 の状態で前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出し、前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が前記第 1 の状態とは異なる第 2 の状態で前記荷電粒子を検出することと、

前記荷電粒子の検出結果に基づいて前記試料情報を求めることとを含む情報取得方法。

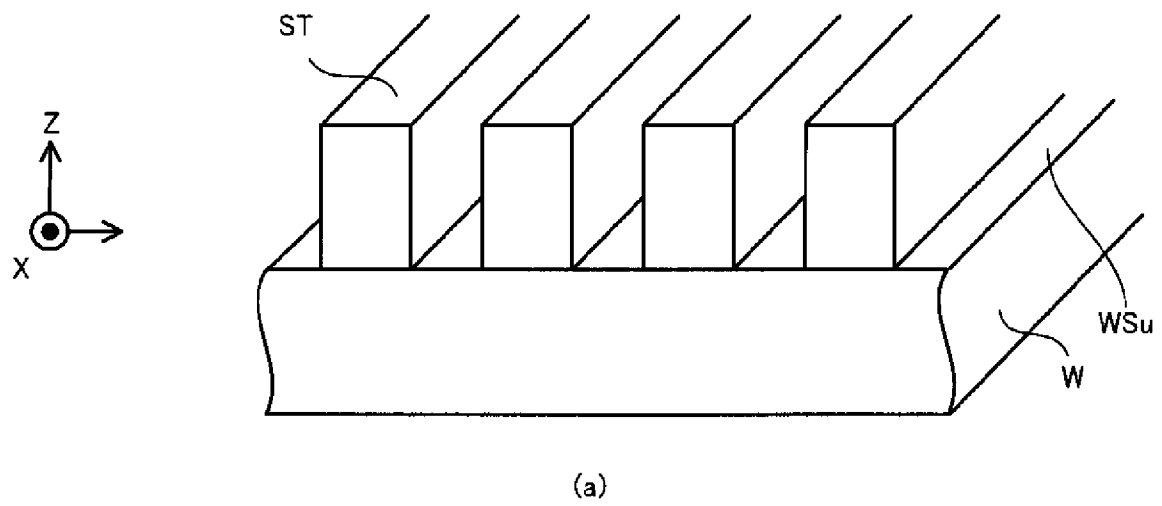
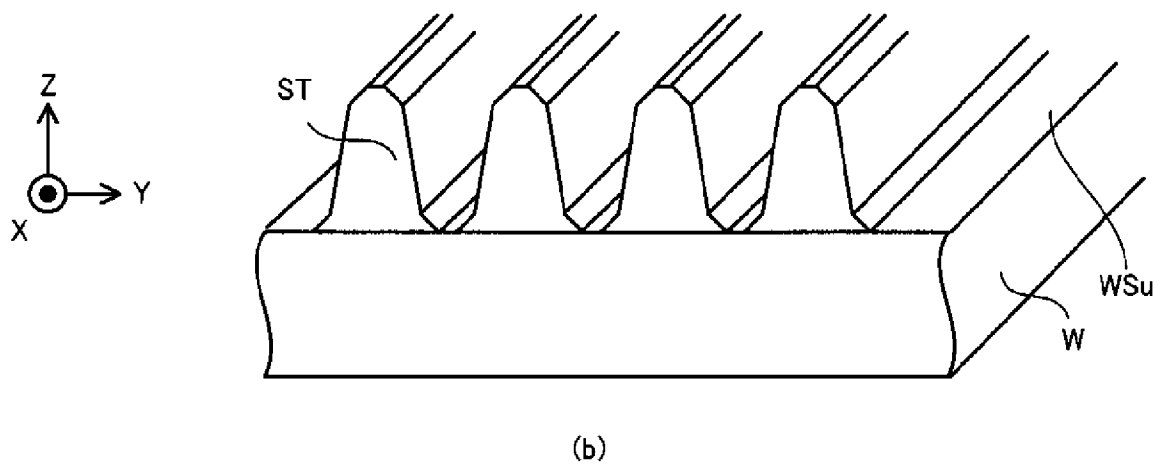
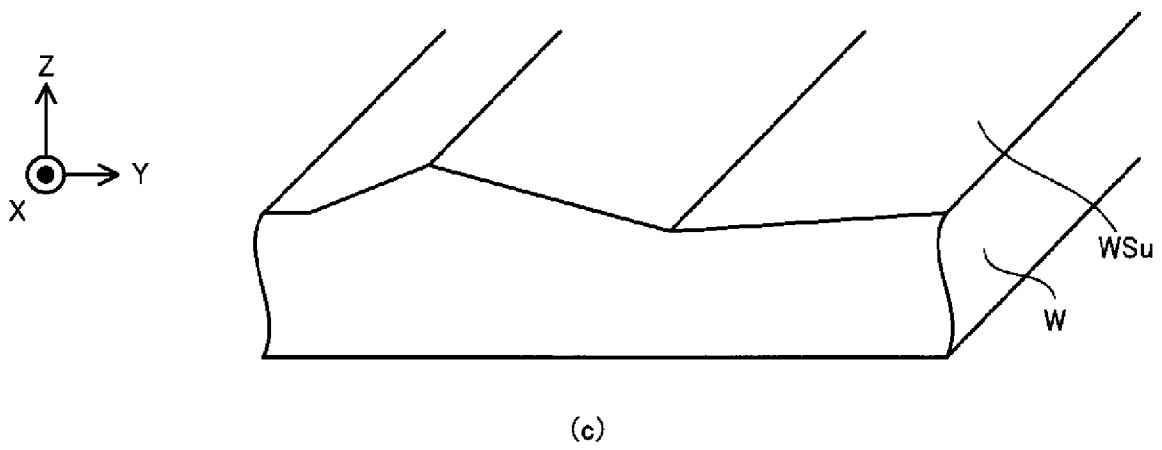
[図1]



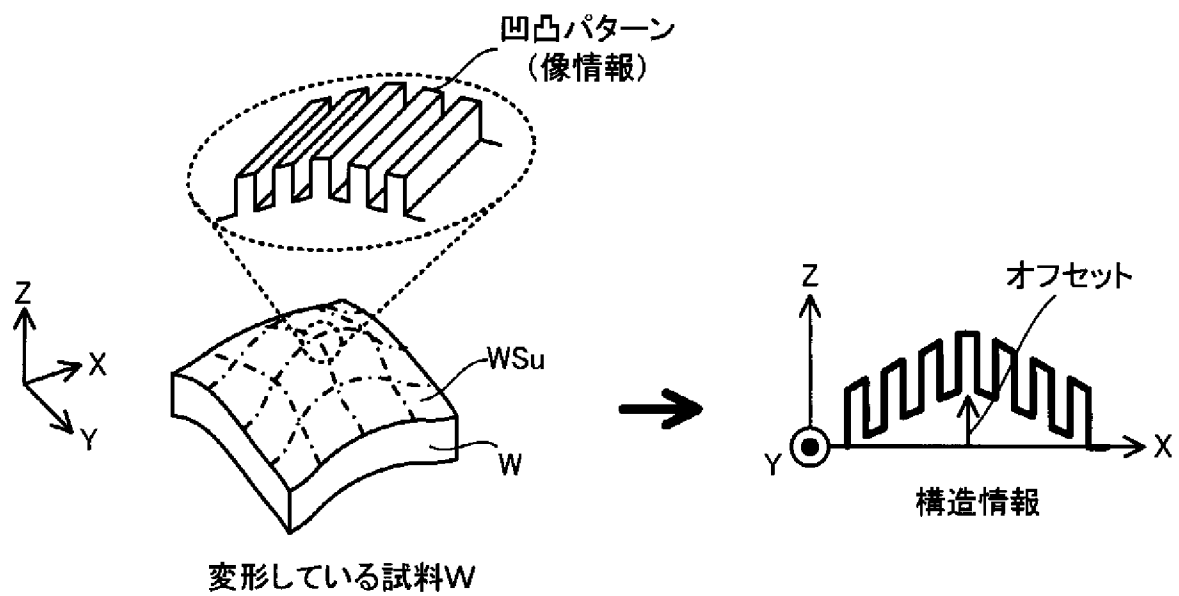
[図3]



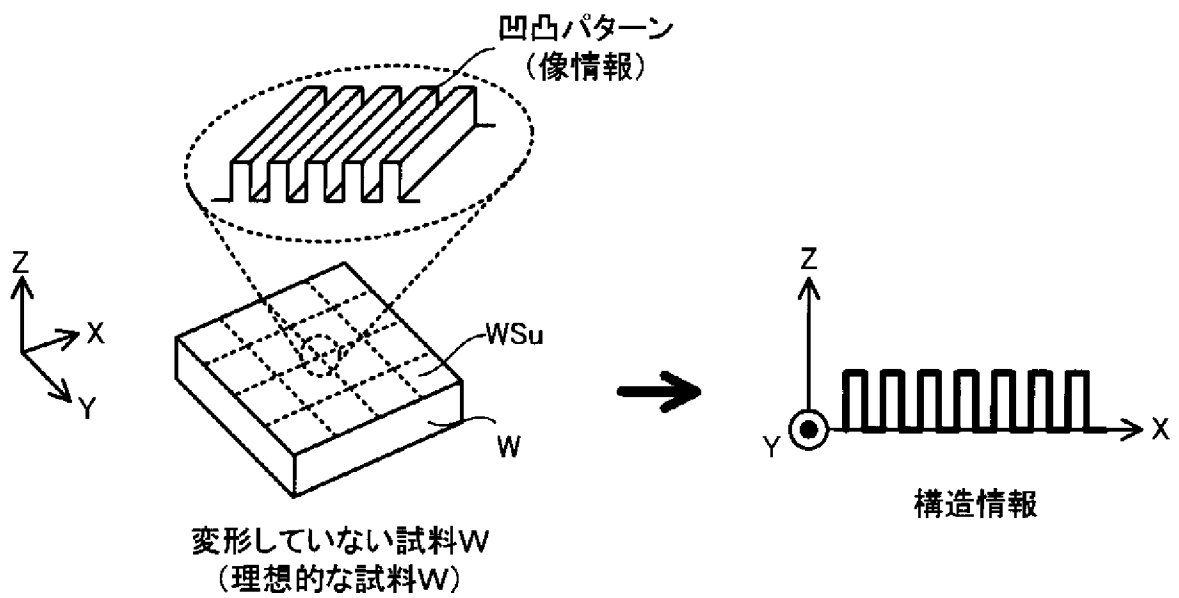
[図4]



[図6]

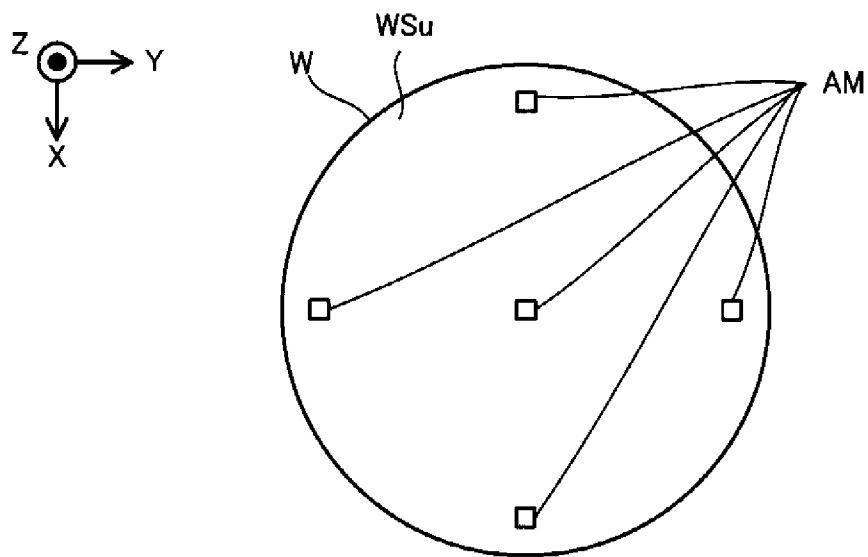


(a)



(b)

[図7]



[図8]

ビーム位置情報	電子検出情報
$(x\#1, y\#1, z\#1)$	$s\#1$
$(x\#2, y\#2, z\#2)$	$s\#2$
...	...
$(x\#n, y\#n, z\#n)$	$s\#n$

(a)

ビーム位置情報	電子検出情報
$(x\#1', y\#1', z\#1')$	$s\#1$
$(x\#2', y\#2', z\#2')$	$s\#2$
...	...
$(x\#n', y\#n', z\#n')$	$s\#n$

変更

(b)

[図9]

ビーム位置情報	電子検出情報
(x#1, y#1, z#1)	s#1
(x#2, y#2, z#2)	s#2
...	...
(x#n, y#n, z#n)	s#n

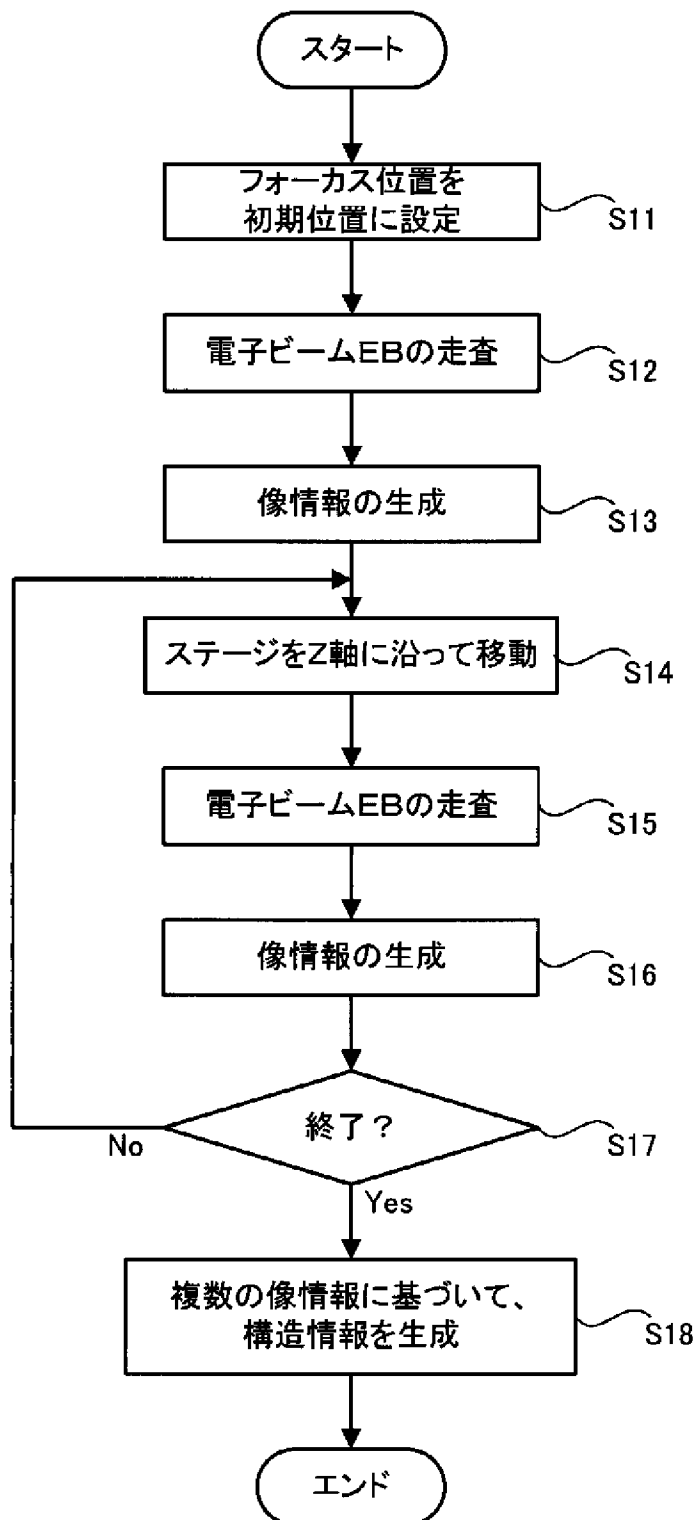
(a)

ビーム位置情報	電子検出情報
(x#1, y#1, z#1)	s#1'
(x#2, y#2, z#2)	s#2'
...	...
(x#n, y#n, z#n)	s#n'

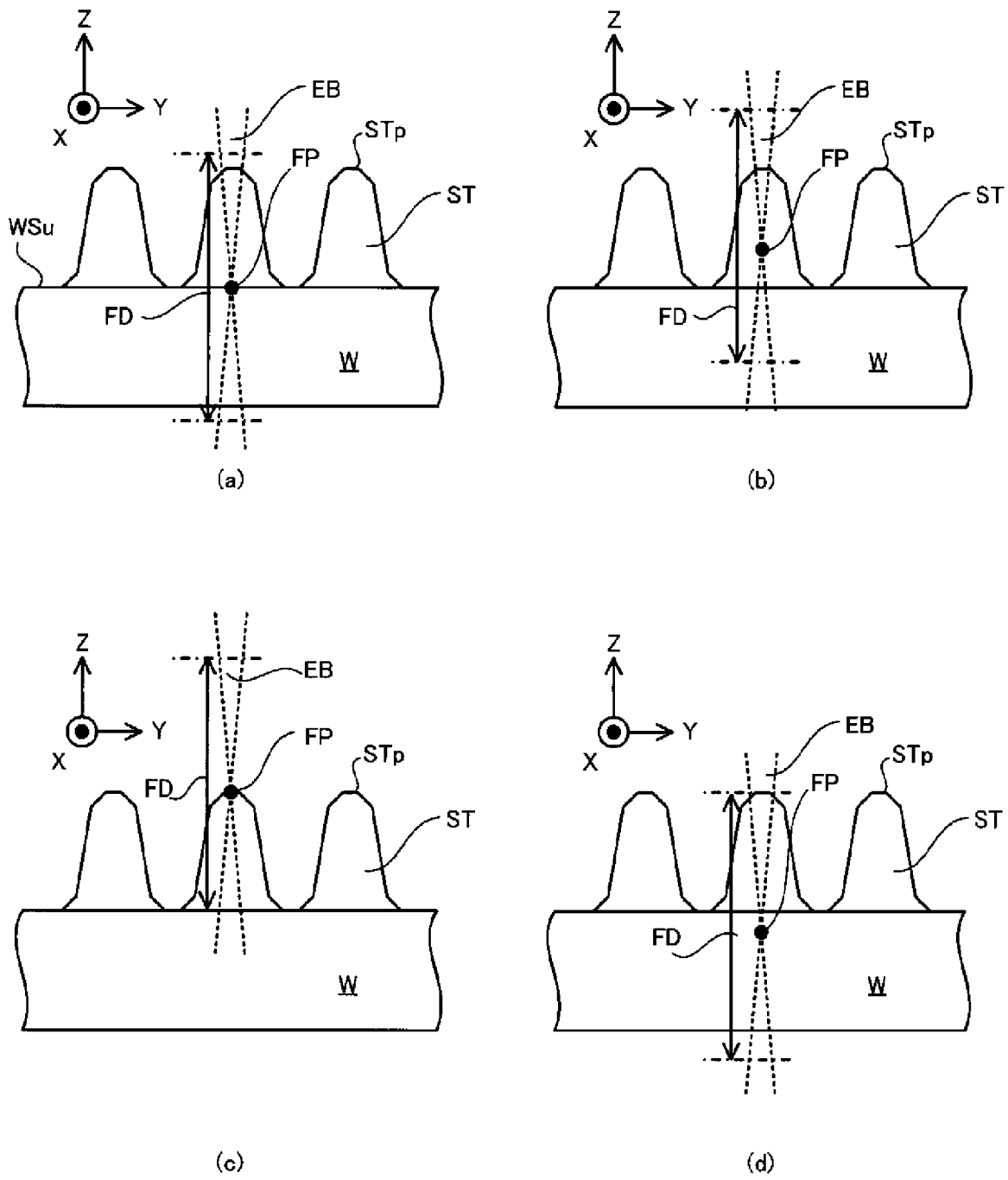
(b)

変更

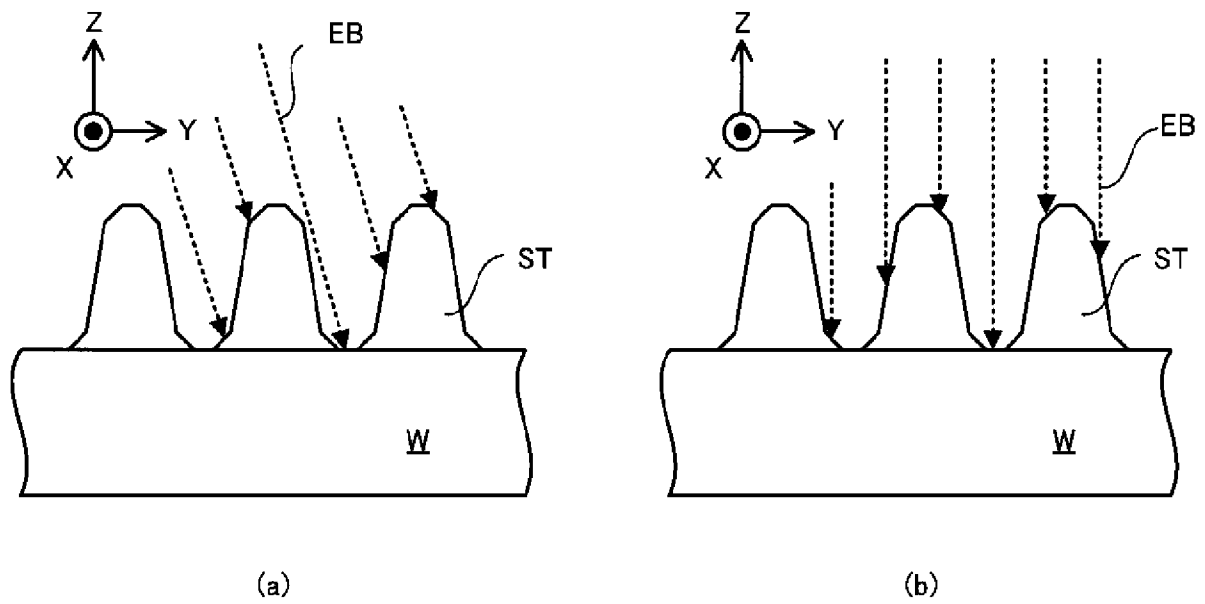
[図10]



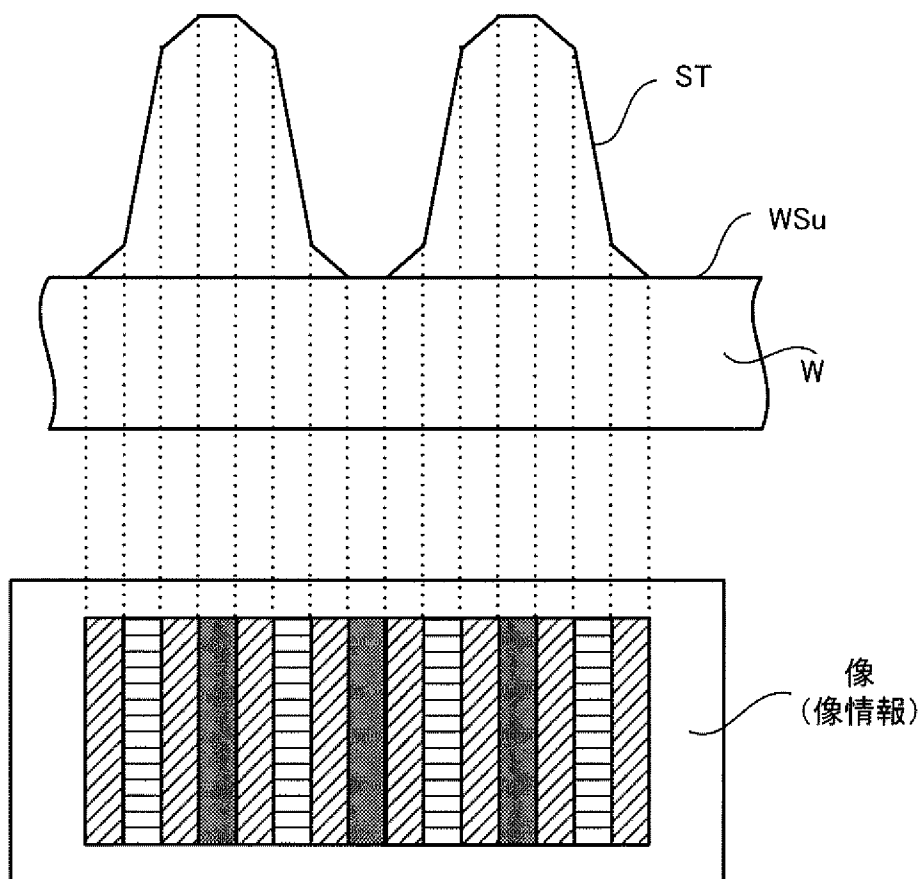
[図11]



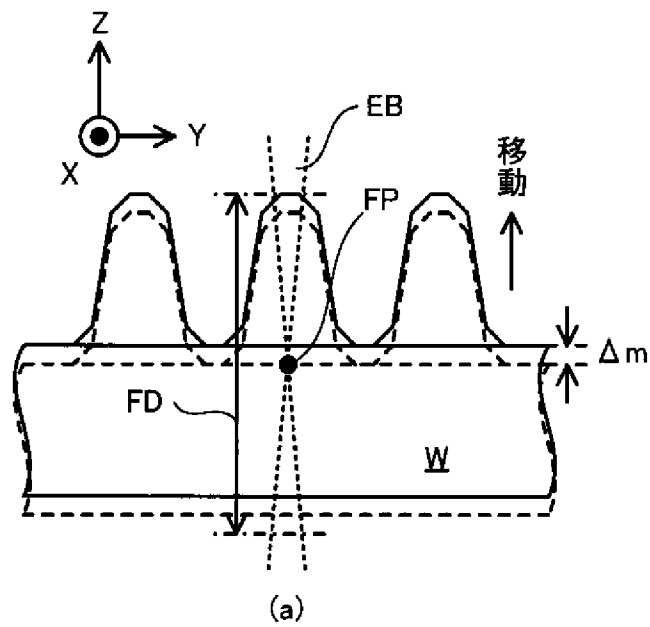
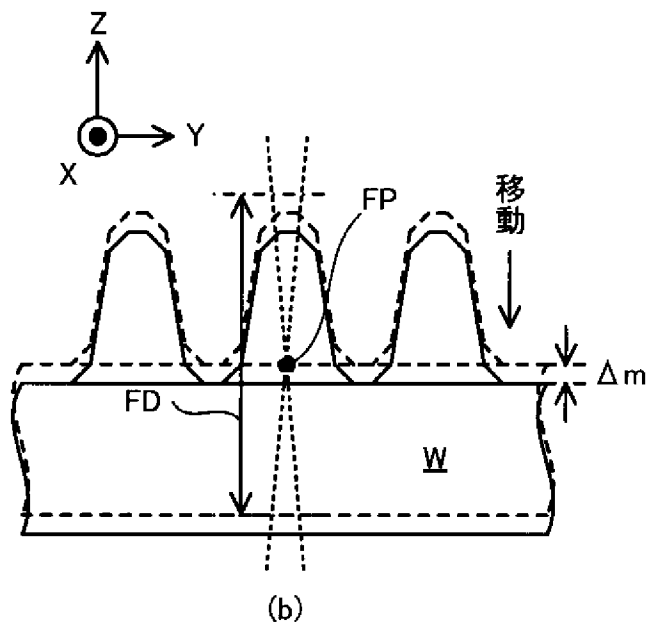
[図12]



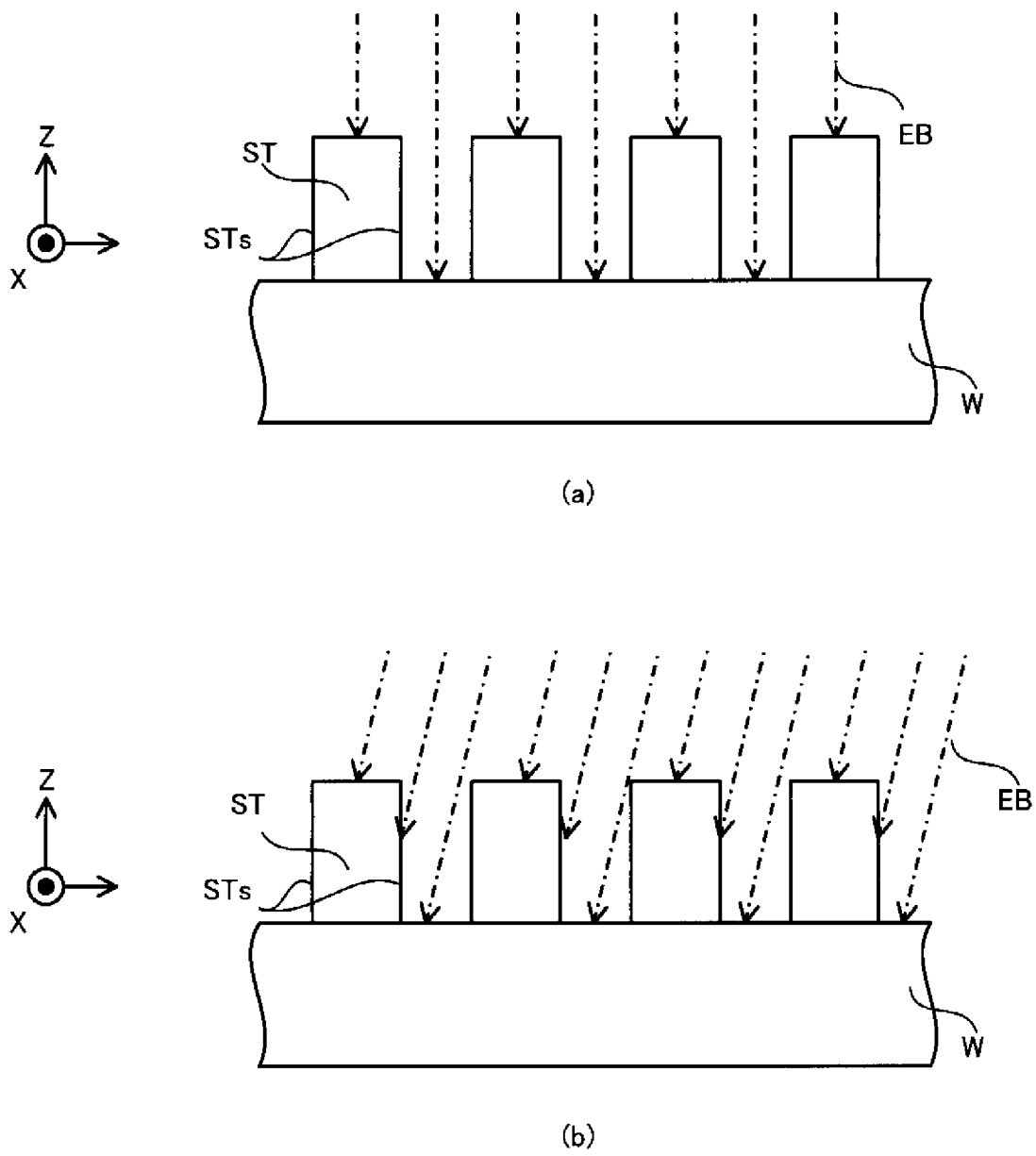
[図13]



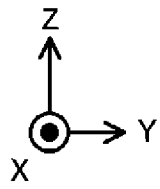
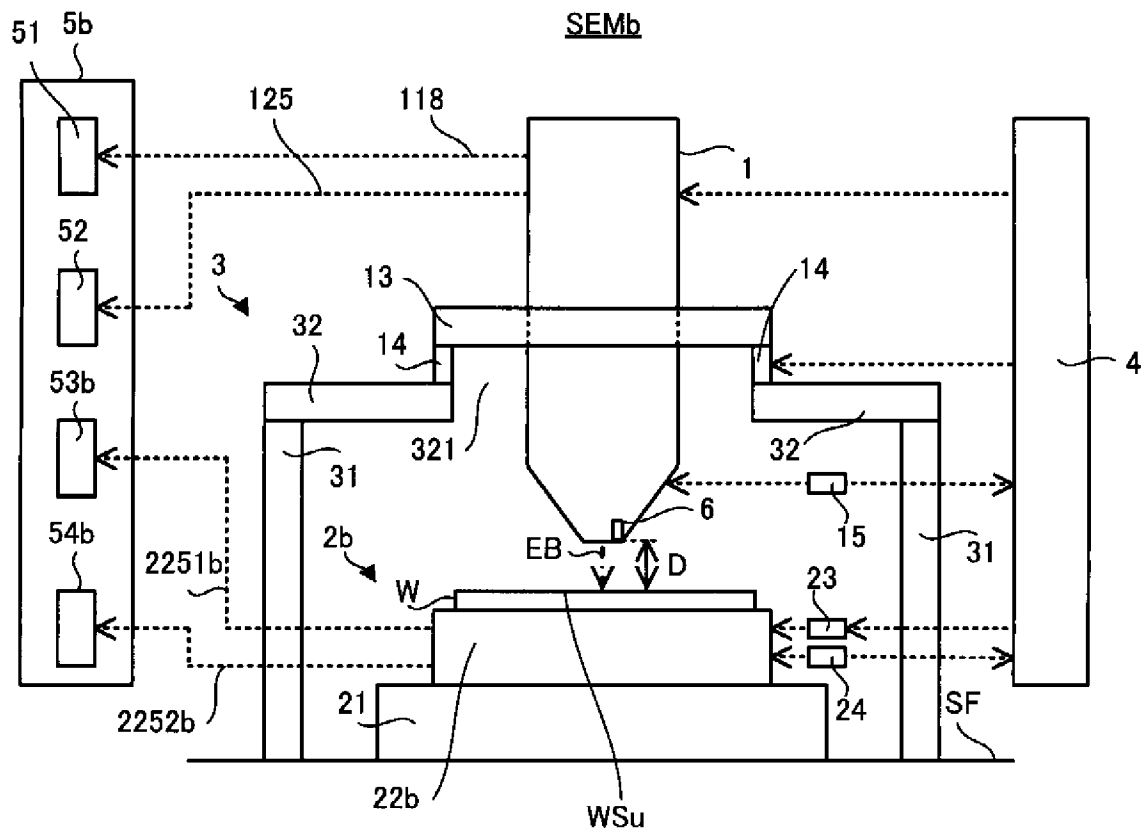
[図14]



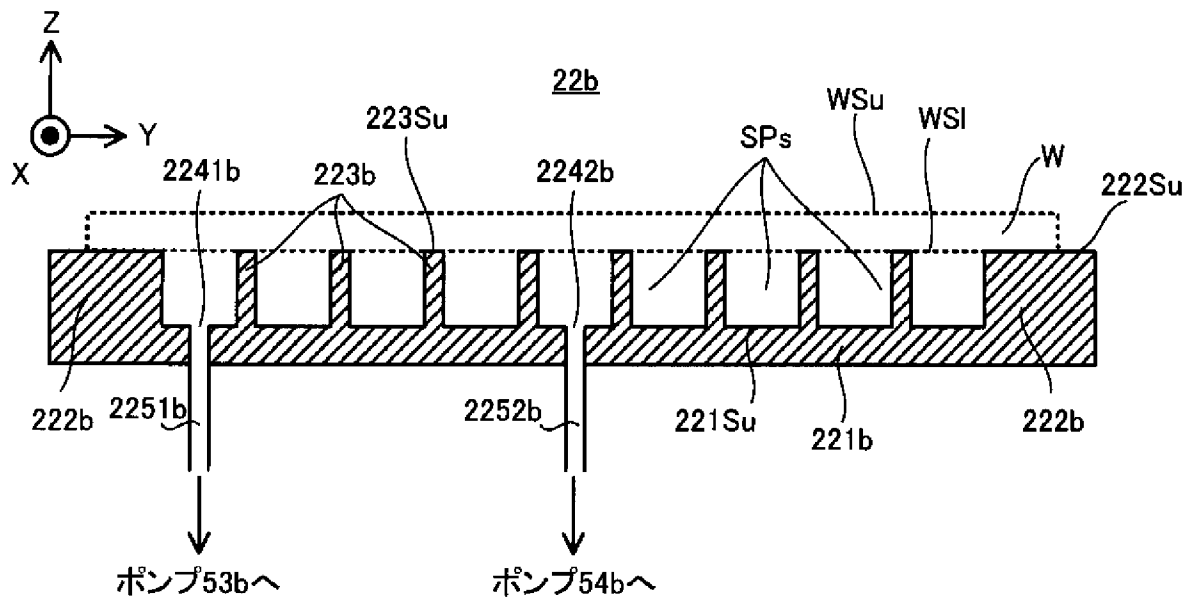
[図16]



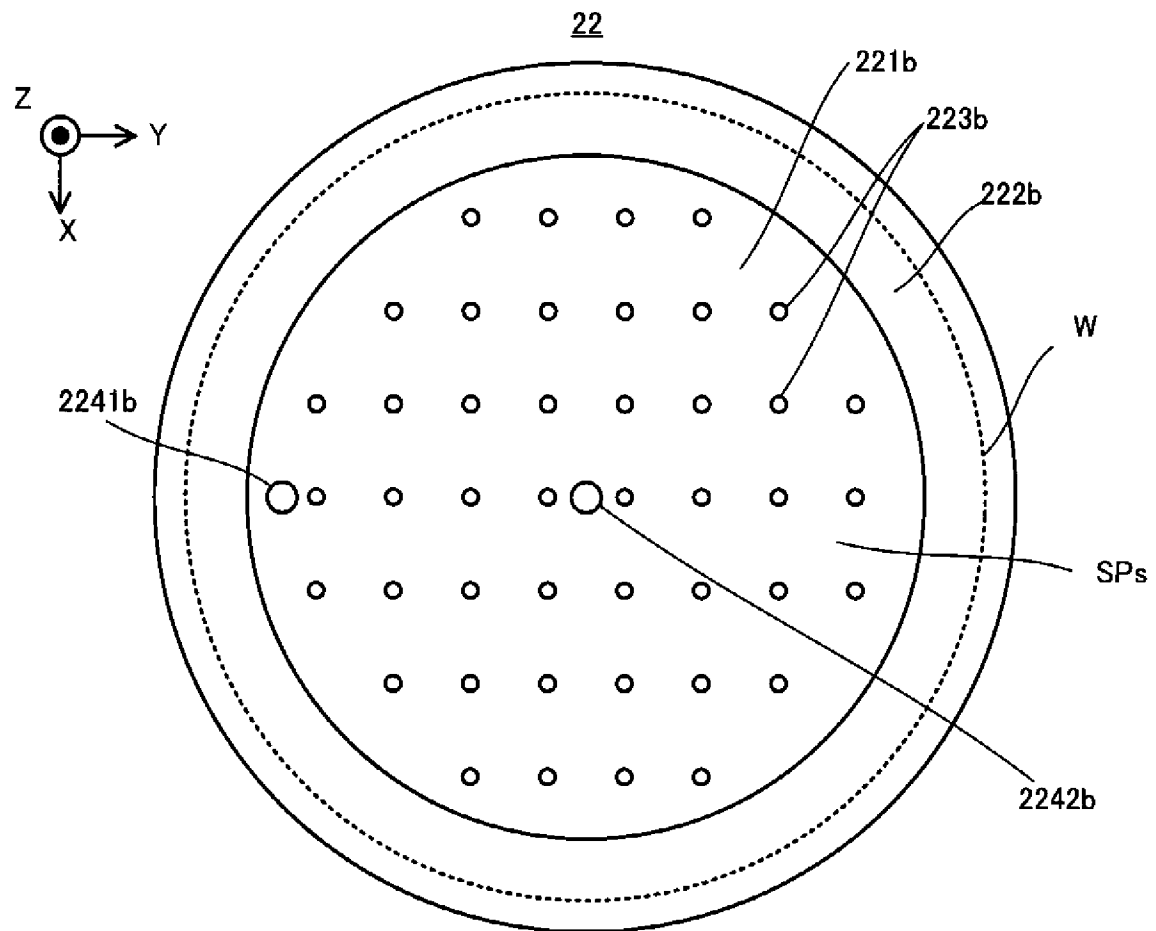
[図17]



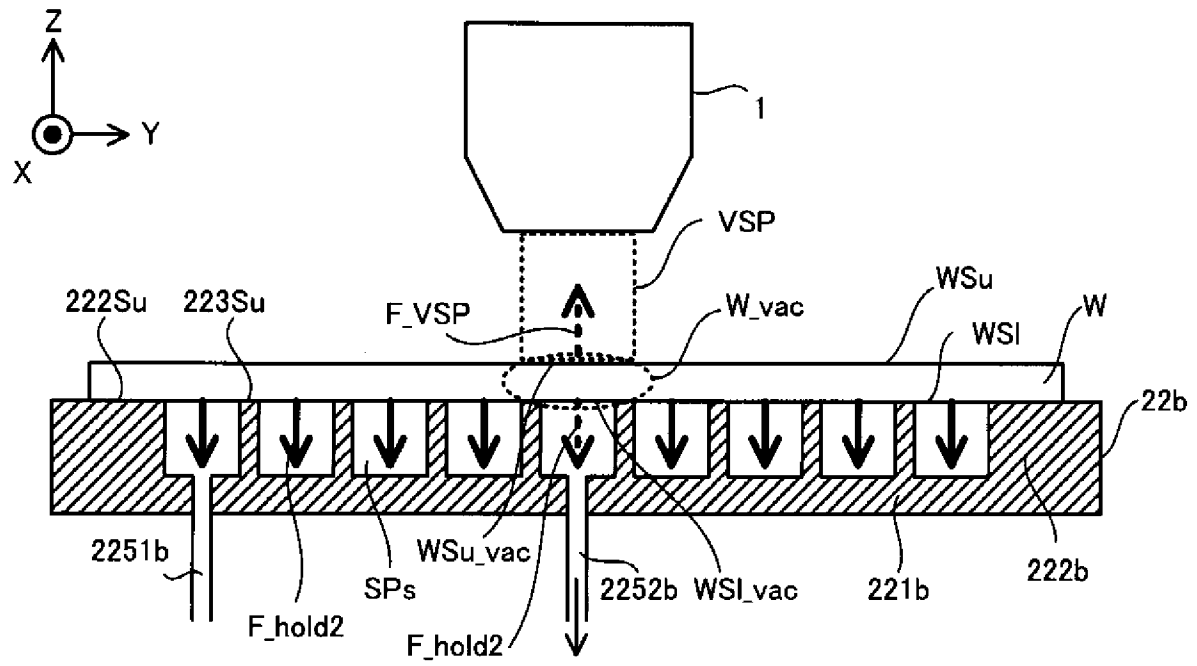
[図18]



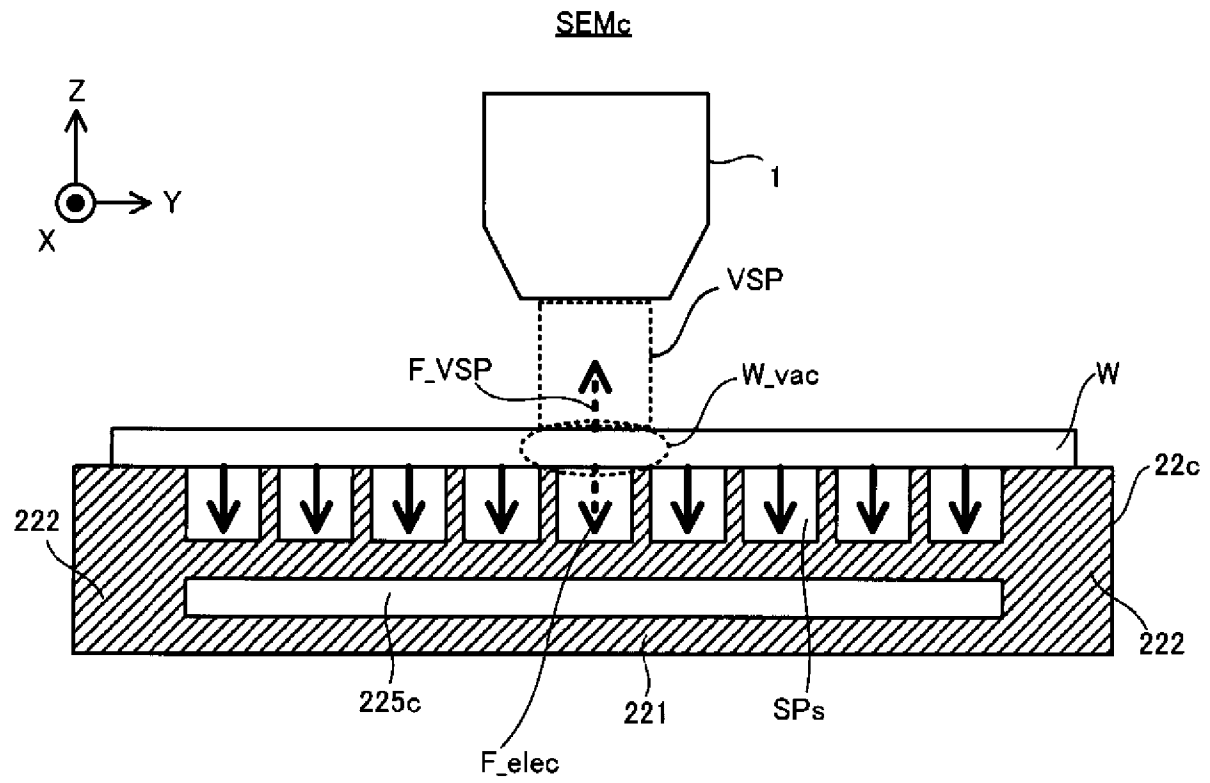
[図19]



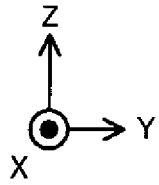
[図20]



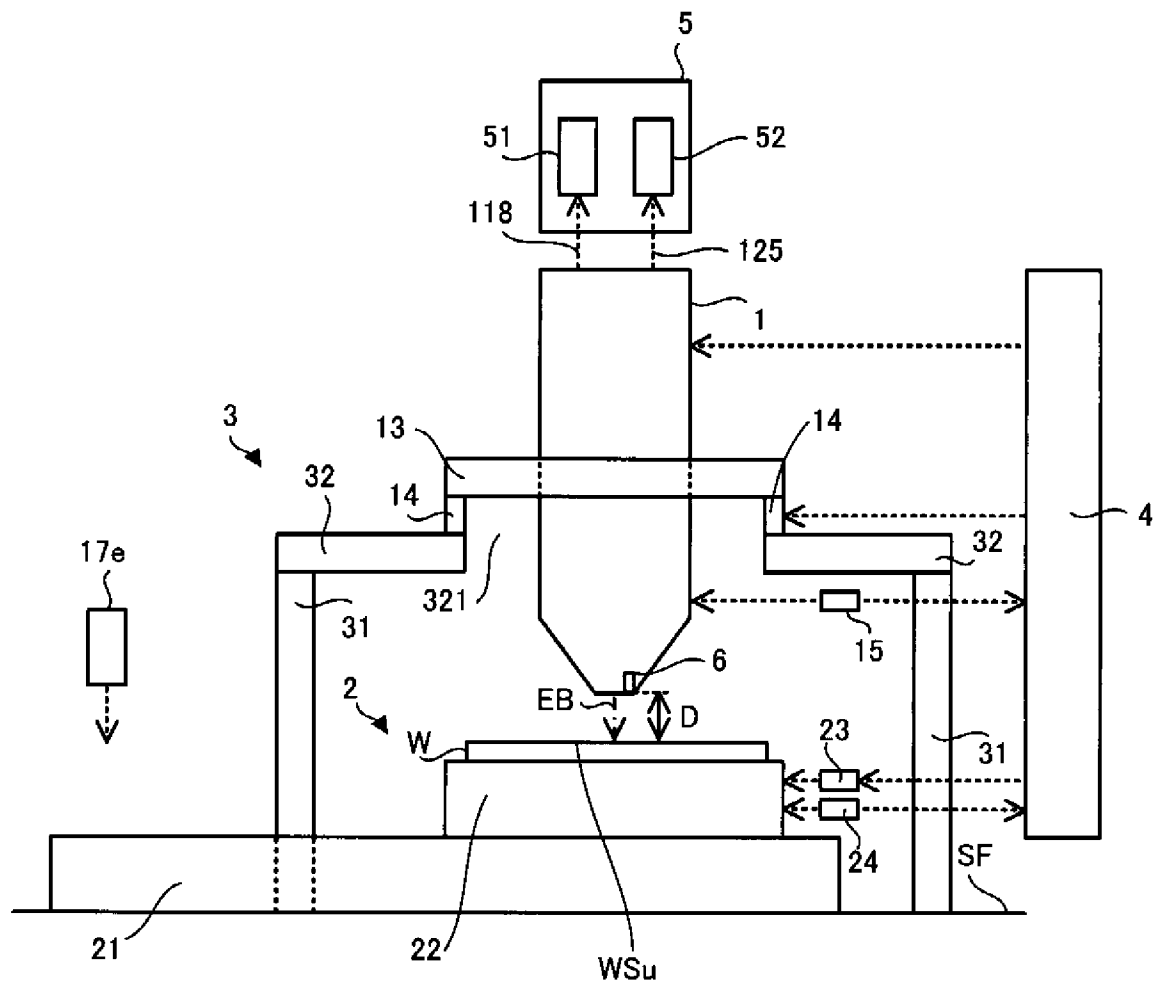
[図21]



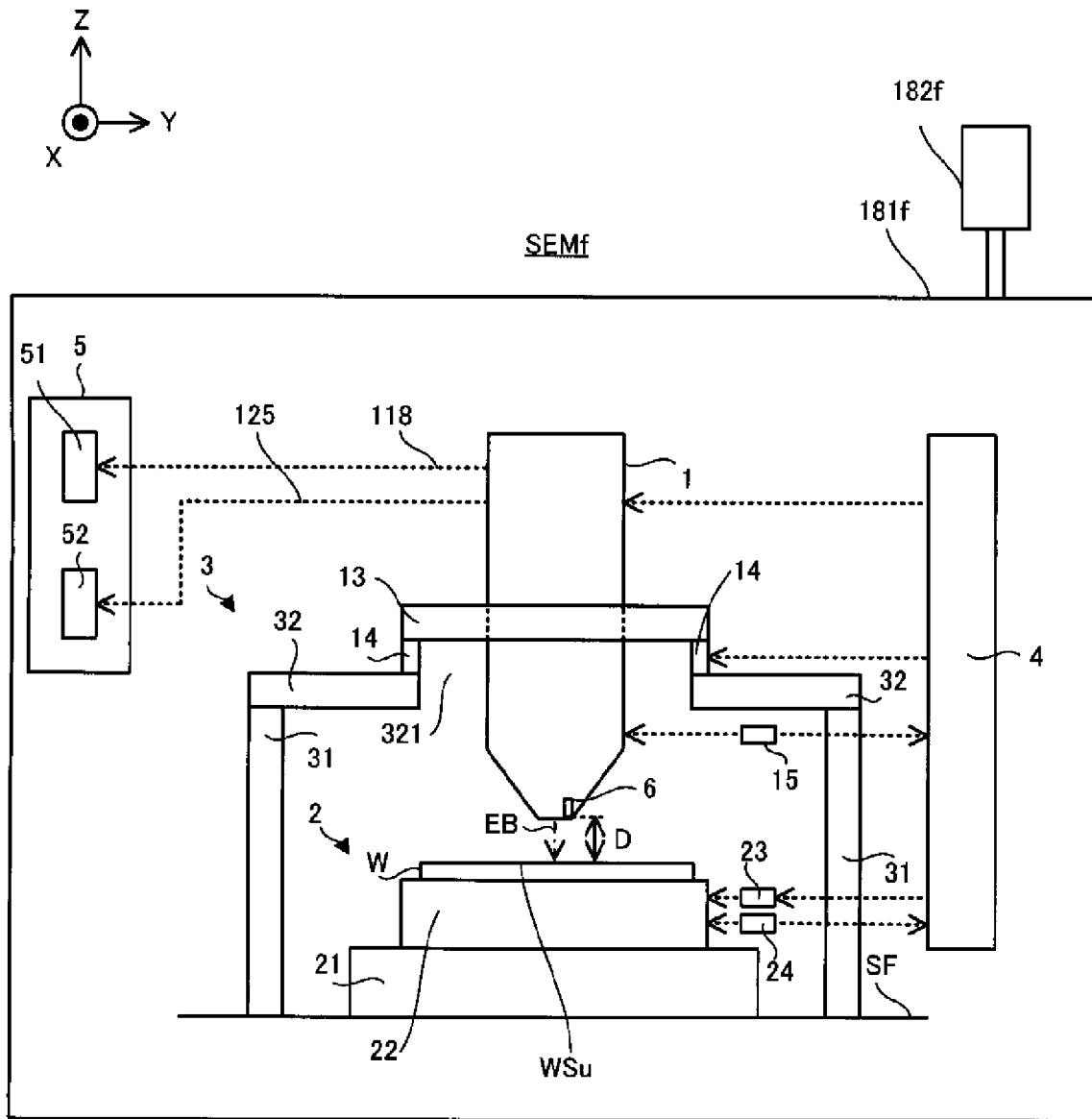
[図23]



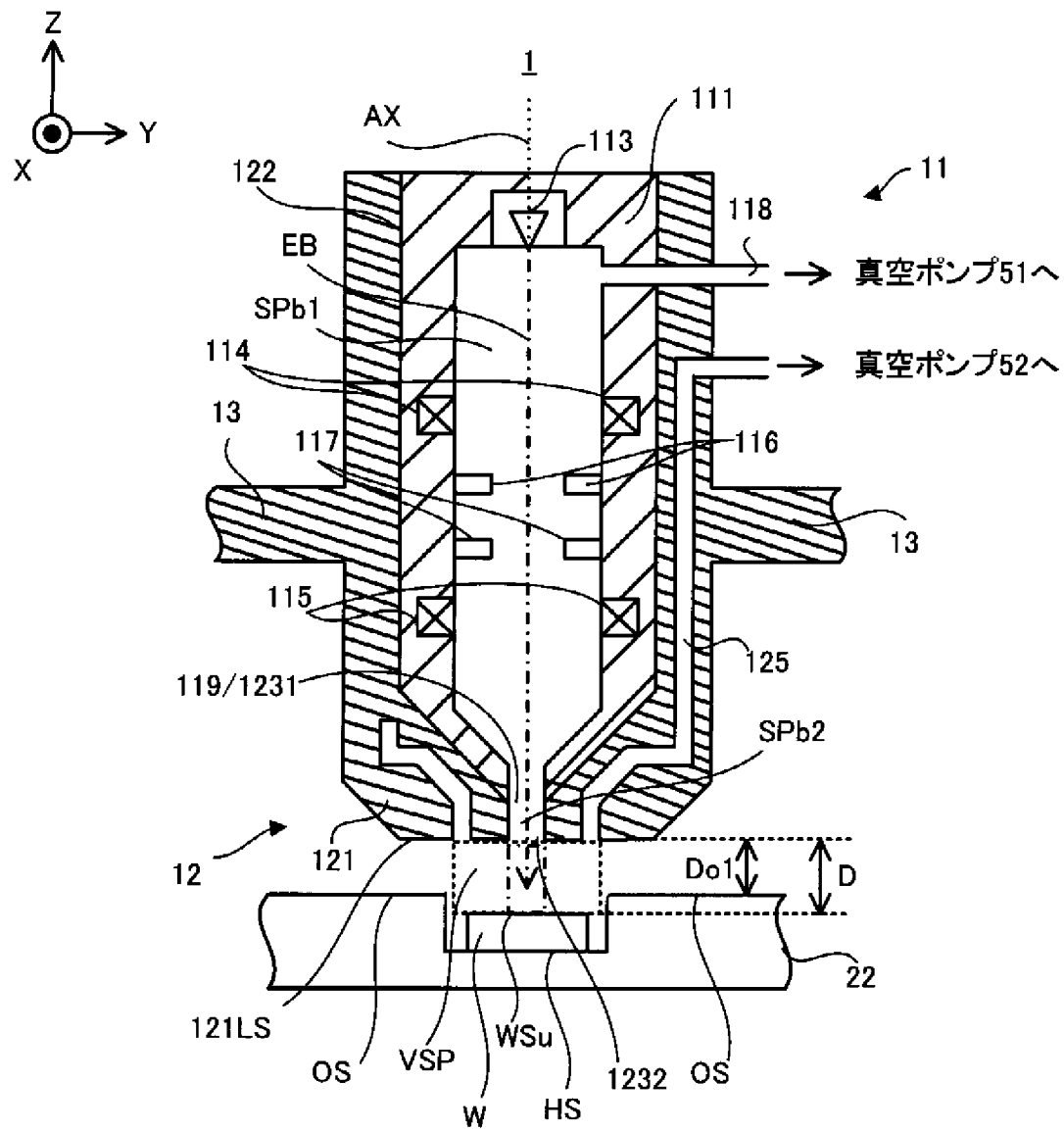
SEMe



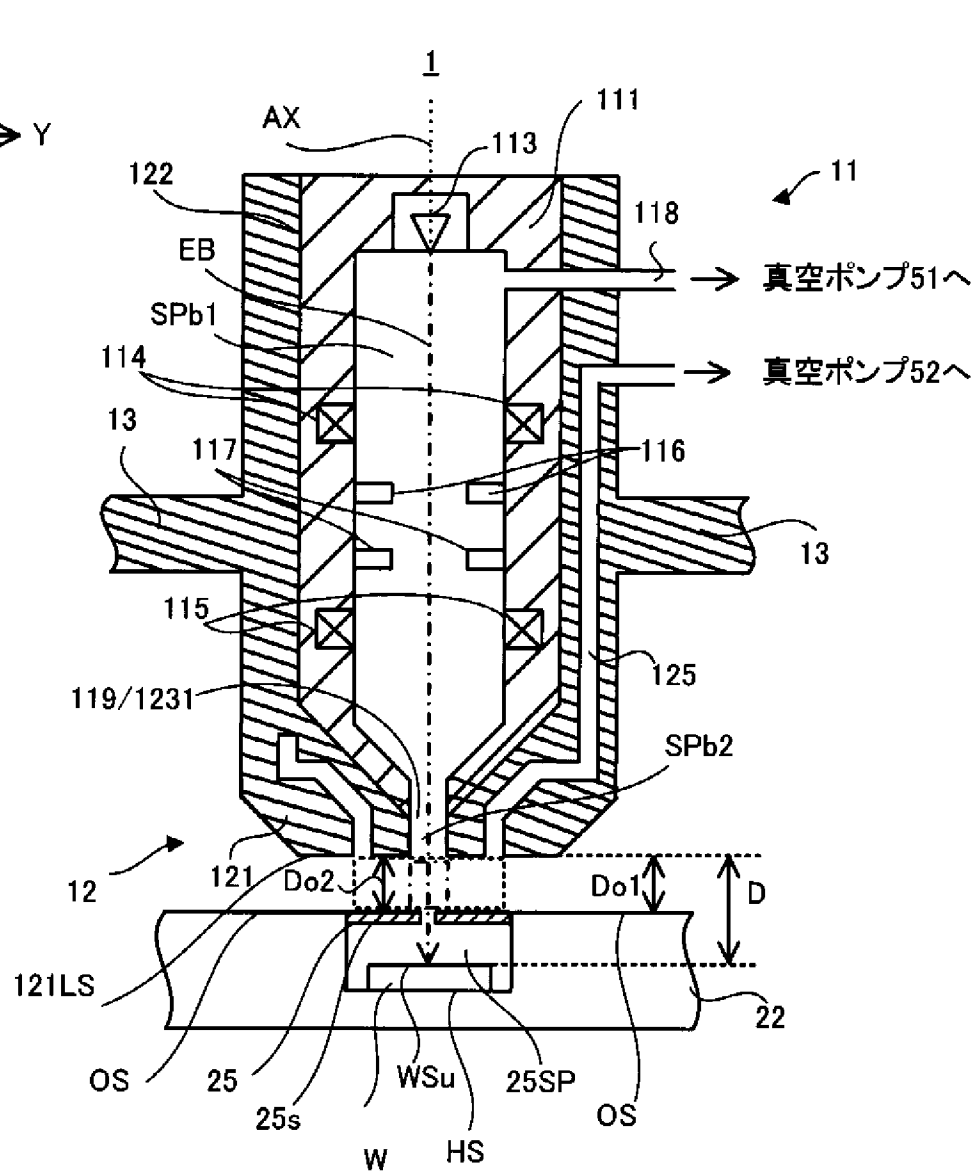
[図24]



[図26]



[図27]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/012794

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01J37/18 (2006.01) i, H01J37/20 (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, G01B15/00

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	JP 62-126309 A (FUJITSU LTD.) 08 June 1987, page 1, right column, line 16 to page 2, upper left	1-5, 13, 15-16, 38, 41-51
A	column, line 7, lower left column, line 13 to page 3, upper right column, line 18, fig. 1, 2 (Family: none)	6-12, 14, 17-24, 34-37, 39-40, 57-58, 60-89
A	JP 60-91543 A (VARIAN ASSOCIATES, INC.) 22 May 1985, entire text, all drawings & US 4560880 A, entire text, all drawings & GB 2147122 A & DE 3432993 A1 & FR 2552249 A1	1-24, 34-51, 57-58, 60-89

☒ 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
14.06.2019

Date of mailing of the international search report
25.06.2019

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/012794

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 59-93249 A (VARIAN ASSOCIATES, INC.) 29 May 1984, entire text, all drawings & US 4528451 A, entire text, all drawings & EP 01106511 A2	1-24, 34-51, 57-58, 60-89

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/012794

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

[see extra sheet]

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Claims 1-24, 34-51, 57-58, 60-89

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/012794

(Continuation of Box No. III)

(Inventions 1-12)

Claims 1-5, and claims 6-24/34-46, 13-24/34-46, 18-24/34-46, 20-24/34-46, 21-24/34-46, 22-24/34-46, 23-24/35-46, 24/37-46/58/60-89, 38-46/58/60-89, 39-46/58/60-89, 40-46/58/60-89, 41-46/58/60-89, 42-46/58/60-89, 43-46/58/60-89, 44-46/58/60-89, 45/58/60-89, 46/58/60-89, 58/60-89, 87-89 citing claims 1-5, have the special technical feature of "a charged particle device for acquiring sample information regarding a sample, the device comprising: a vacuum forming member that has a conduit connectable to an exhaust device and that forms a vacuum area by exhausting gas via the conduit from a space contacting a surface of an object; a charged particle optical system for irradiating the sample with a charged particle beam via the vacuum area; a detection device for detecting charged particles emitted from the sample that is irradiated by the charged particle beam; and a control device that obtains the sample information on the basis of shape information regarding the surface of the sample, information regarding the position irradiated by the charged particle beam, and information obtained by detecting the emitted charged particles." Furthermore, claims 6, 14 (citing claim 13), 18, 20, 21, 22, 23, 24, 39, 40, 58, 87 citing claims 1-5 and the claims respectively citing these claims share, with claim 1, the feature of "a charged particle device for acquiring sample information regarding a sample, the device comprising: a vacuum forming member that has a conduit connectable to an exhaust device and that forms a vacuum area by exhausting gas via the conduit from a space contacting a surface of an object; a charged particle optical system for irradiating the sample with a charged particle beam via the vacuum area; a detection device for detecting charged particles emitted from the sample that is irradiated by the charged particle beam; and a control device that obtains the sample information on the basis of shape information regarding the surface of the sample, information regarding the position irradiated by the charged particle beam, and information obtained by detecting the emitted charged particles."

However, this feature does not make a contribution over the prior art in light of the content disclosed in document 1: JP 62-126309 A (Fujitsu Ltd.) 08 June 1987, page 1, right column, line 16 to page 2, upper left column, line 7; same page, lower left column, line 13 to page 3, upper right column, line 18, fig. 1-2 (Family: none), and thus this feature cannot be said to be a special technical feature.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/012794

Furthermore, there are no other identical or corresponding special technical features between these inventions.

Moreover, claims 6, 14 (citing claim 13), 18, 20, 21, 22, 23, 24, 39, 40, 58, 87 each have special technical features, and thus these claims, and the claims citing these claims, are classified as inventions 1-12.

Claims 47-51 and claims 57-58/60-89 citing claims 47-51 are method inventions corresponding to the device invention as in claims 1-5 and are included in inventions 1-12 described above due to having the corresponding special technical feature of "an information acquiring method for acquiring sample information regarding a sample, the method comprising: forming a vacuum area by exhausting gas, via a conduit, from a space contacting a surface of an object; irradiating the sample by passing a charged particle beam through at least a portion of the vacuum area; detecting charged particles emitted from the sample that is irradiated by the charged particle beam; and obtaining the sample information on the basis of shape information regarding the surface of the sample, information regarding the position irradiated by the charged particle beam, and information obtained by detecting the emitted charged particles."

(Invention 13)

Claims 25-29 and claims 30-33, 37-46, 58/60-89 citing claims 25-29 have the special technical feature of "a charged particle device for acquiring sample information regarding a sample, the device comprising: a vacuum forming member that has a conduit connectable to an exhaust device and that forms a vacuum area by exhausting gas via the conduit from a space contacting a surface of an object; a charged particle optical system for irradiating the sample with a charged particle beam via the vacuum area; and a control device for acquiring the sample information on the basis of information regarding the position irradiated by the charged particle beam, information obtained by detecting the emitted charged particles, and at least one among the vacuum degree of the vacuum area, the atmospheric pressure in a space around the vacuum area, and the elastic modulus of the sample." Claims 25-29, 30-33, 37-46, and 58/60-89 share, with claim 1, the feature of "a charged particle device for acquiring sample information regarding a sample, the device comprising: a vacuum forming member that has a conduit connectable to an exhaust device and that forms a vacuum area by exhausting gas via the conduit from a space contacting a surface of an object; and a charged particle

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/012794

optical system for irradiating the sample with a charged particle beam via the vacuum area." However, this feature does not make a contribution over the prior art in light of the content disclosed in document 1, and thus this feature cannot be said to be a special technical feature. Additionally, claims 25-29 are not dependent claims of claim 1, and claims 25-29 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-12. Therefore, claims 25-29 and claims 30-33, 37-46, and 58/60-89 citing claims 25-29 cannot be classified as any of inventions 1-12.

Claims 25-29 and claims 30-33, 37-46, and 58/60-89 citing claims 25-29 are classified as invention 13 due to having the special technical feature of "comprising: a control device for acquiring the sample information on the basis of information regarding the position irradiated by the charged particle beam, information obtained by detecting the emitted charged particles, and at least one among the vacuum degree of the vacuum area, the atmospheric pressure in a space around the vacuum area, and the elastic modulus of the sample."

(Invention 14)

Claims 52-56 and claims 57-58, 60-89 citing claims 52-56 have the special technical feature of "an information acquiring method for acquiring sample information regarding a sample, the method comprising: forming a vacuum area by exhausting gas via a conduit from a space contacting a surface of an object; irradiating the sample by passing a charged particle beam through at least a portion of the vacuum area; detecting charged particles emitted from the sample that is irradiated by the charged particle beam; and obtaining the sample information by using at least one among the vacuum degree of the vacuum area, the atmospheric pressure in a space around the vacuum area, and the elastic modulus of the sample." Claims 52-56 and claims 57-58, 60-89 citing claims 52-56 share, with claim 1, the feature of "an information acquiring method for acquiring sample information regarding a sample, the method comprising: forming a vacuum area by exhausting gas via a conduit from a space contacting a surface of an object; irradiating the sample by passing a charged particle beam through at least a portion of the vacuum area; and detecting charged particles emitted from the sample that is irradiated by the charged particle beam." However, this feature does not make a contribution over the prior art in light of the content disclosed in document 1, and thus this feature cannot be said to be a special technical

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/012794

feature. Additionally, claims 52-56 are not dependent claims of claim 1, and claims 52-56 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-13. Therefore, claims 52-56 and claims 57-58, 60-89 citing claims 52-56 cannot be classified as any of inventions 1-13. Claims 52-56 and claims 57-58, 60-89 citing claims 52-56 are classified as invention 14 due to having the special technical feature of "obtaining the sample information by using at least one among the vacuum degree of the vacuum area, the atmospheric pressure in a space around the vacuum area, and the elastic modulus of the sample."

(Invention 15)

Claim 59 and claims 60-89 citing claim 59 have the special technical feature of "comprising: a charged particle optical system for irradiating a surface of a sample with a charged particle beam; a detection device for detecting charged particles emitted from the sample that is irradiated by the charged particle beam; and a position changing device for changing the relative positional relationship between the charged particle optical system and the sample along the optical axis direction of the charged particle optical system, wherein the charged particles are detected by the detection device while the relative positional relationship between the charged particle optical system and the sample along the optical axis direction is in a first state, and the charged particles are detected by the detection device while the relative positional relationship along the optical axis direction is in a second state, which is different from the first state, thereby acquiring sample information regarding the sample on the basis of the detection results of the detection device." Claim 59 and claims 60-89 citing claim 59 share, with claim 1, the feature of "comprising: a charged particle optical system for irradiating a surface of a sample with a charged particle beam; and a detection device for detecting charged particles emitted from the sample that is irradiated by the charged particle beam." However, this feature does not make a contribution over the prior art in light of the content disclosed in document 1, and thus this feature cannot be said to be a special technical feature.

Additionally, claim 59 is not a dependent claim of claim 1, and claim 59 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as inventions 1-14. Therefore, claim 59 and claims 60-89 citing claim 59 cannot be classified as any of inventions 1-14.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/012794

Claim 59 and claims 60-89 citing claim 59 are classified as invention 15 due to having the special technical feature of "the charged particles are detected by the detection device while the relative positional relationship between the charged particle optical system and the sample along the optical axis direction is in a first state, and the charged particles are detected by the detection device while the relative positional relationship along the optical axis direction is in a second state, which is different from the first state, thereby acquiring sample information regarding the sample on the basis of the detection results of the detection device."

Claim 90 is a method invention corresponding to the device invention as in claim 59 and is included in invention 15 described above due to having the corresponding special technical feature of "an information acquiring method for acquiring sample information regarding a sample, the method comprising: irradiating a surface of the sample via a charged particle optical system; changing the relative positional relationship between the charged particle optical system and the sample along the optical axis direction of the charged particle optical system; while the relative positional relationship between the charged particle optical system and the sample along the optical axis direction is in a first state, detecting charged particles emitted from the sample that is irradiated by the charged particle beam, and while the relative positional relationship along the optical axis direction is in a which is different from the first state, detecting the charged particles with the detection device; and finding the sample information on the basis of the detection results of the charged particles."

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

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, G01B15/00

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	JP 62-126309 A (富士通株式会社) 1987.06.08, 第1頁右欄第16行-第2頁左上欄第7行, 同頁左下欄第13行-第3頁右上欄第18行, 第1-2図 (ファミリーなし)	1-5, 13, 15-16, 38, 41-51
A		6-12, 14, 17-24, 34-37, 39-40, 57-58, 60-89
A	JP 60-91543 A (バリアン・アソシエイツ・インコーポレイテッド) 1985.05.22, 全文, 全図 & US 4560880 A, 全文, 全図 & GB 2147122 A & DE 3432993 A1 & FR 2552249 A1	1-24, 34-51, 57-58, 60-89

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

14.06.2019

国際調査報告の発送日

25.06.2019

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)

藤原 伸二

電話番号 03-3581-1101 内線 3224

2G

9013

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 59-93249 A (バリアン・アソシエイツ・インコーポレイテッド) 1984.05.29, 全文, 全図 & US 4528451 A, 全文, 全図 & EP 0106511 A2	1-24, 34-51, 5 7-58, 60-89

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T 規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページ参照

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

1-24, 34-51, 57-58, 60-89

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

(発明 1-12)

請求項 1-5、及び、請求項 1-5 を引用する請求項 6-24・34-46, 13-24・34-46, 18-24・34-46, 20-24・34-46, 21-24・34-46, 22-24・34-46, 23-24・35-46, 24・37-46・58・60-89, 38-46・58・60-89, 39-46・58・60-89, 40-46・58・60-89, 41-46・58・60-89, 42-46・58・60-89, 43-46・58・60-89, 44-46・58・60-89, 45・58・60-89, 46・58・60-89, 58・60-89, 87-89 は「試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、前記試料の表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求める制御装置とを備える」という特別な技術的特徴を有している。また、請求項 1-5 の各請求項をそれぞれ引用する請求項 6, 14(13 を引用), 18, 20, 21, 22, 23, 24, 39, 40, 58, 87 及びそれらの請求項を引用する請求項は請求項 1 と、「試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、前記試料の表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求める制御装置とを備える」という共通の技術的特徴を有している。

しかしながら、当該技術的特徴は、文献 1: JP 62-126309 A (富士通株式会社) 1987.06.08, 第 1 頁右欄第 16 行-第 2 頁左上欄第 7 行, 同頁左下欄第 13 行-第 3 頁右上欄第 18 行, 第 1-2 図(ファミリーなし)の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。

また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。

そして、請求項 6, 14(13 を引用), 18, 20, 21, 22, 23, 24, 39, 40, 58, 87 に各記載の特別な技術的特徴を有しているので、これらの請求項を引用する請求項も含めて発明 1-12 に区分する。

請求項 47-51、及び、請求項 47-51 を引用する請求項 57-58・60-89 は請求項 1-5 に係る装置の発明に対応する方法の発明を含み、「試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、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ことと、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、前記試料の前記表面の形状情報と、前記荷電粒子ビームの照射位置の情報と、前記放出された荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を求める」という対応する特別な技術的特徴を有しているので、上記発明 1-12 に含める。

(発明 13)

請求項 25-29、及び、請求項 25-29 を引用する請求項 30-33, 37-46, 58・60-89 は「試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系と、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも 1 つと、前記荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、前記放出される荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、前記試料情報を取得する制御装置とを備える」という特別な技術的特徴を有している。請求項 25-29, 30-33, 37-46, 58・60-89 は請求項 1 と「試料に関する試料情報を取得する荷電粒子装置であって、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、前記真空領域を介して荷電粒子ビームを前記試料に照射する荷電粒子光学系とを備える」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献 1 の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、請求項 25-29 は請求項 1 の従属請求項でないし、請求項 25-29 は発明 1-12 に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。したがって、請求項 25-29、及び、請求項 25-29 を引用する請求項 30-33, 37-46, 58・60-89 は発明 1-12 のいずれにも区分できない。

そして、請求項 25-29、及び、請求項 25-29 を引用する請求項 30-33, 37-46, 58・60-89 は、「真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び試料の弾性係数のうち少なくとも 1 つと、荷電粒子ビームが照射される位置の情報と、放出される荷電粒子を検出して得られる情報とに基づいて、試料情報を取得する制御装置とを備える」という特別な技術的特徴を有しているから、発明 13 に区分する。

(発明 14)

請求項 52-56、及び、請求項 52-56 を引用する請求項 57-58, 60-89 は「試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、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ことと、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出することと、前記真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び前記試料の弾性係数のうち少なくとも 1 つを用いて、前記試料情報を求める」という特別な技術的特徴を有している。請求項 52-56、及び、請求項 52-56 を引用する請求項 57-58, 60-89 は請求項 1 と、「試料に関する試料情報を取得する情報取得方法であって、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ことと、荷電粒子ビームに前記真空領域の少なくとも一部を通過させて前記試料に照射することと、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する」という共通の技術的特徴を有している。しかし、当該技術的特徴は文献 1 の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、請求項 52-56 は請求項 1 の従属請求項でないし、請求項 52-56 は発明 1-13 に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。したがって、請求項 52-56、及び、請求項 52-56 を引用する請求項 57-58, 60-89 は発明 1-13 のいずれにも区分できない。そして、請求項 52-56、及び、請求項 52-56 を引用する請求項 57-58, 60-89 は、「真空領域の真空度、前記真空領域の周辺の空間の気圧及び試料の弾性係数のうち少なくとも 1 つとを用いて、試料情報を求める」という特別な技術的特徴を有しているから、発明 14 に区分する。

(発明 15)

請求項 59、及び、請求項 59 を引用する請求項 60-89 は「試料の表面に荷電粒子ビームを照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置と、前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った前記荷電粒子光学系と前記試料との相対的な位置関係を変更する位置変更装置とを備え、前記荷電粒子光学系と前記試料との前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が第 1 の状態で前記検出装置により前記荷電粒子を検出し、前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が第 1 の状態とは異なる第 2 の状態で前記検出装置により前記荷電粒子を検出して、前記検出装置の検出結果に基づいて前記試料に関する試料情報を取得する」という特別な技術的特徴を有している。請求項 59、及び、請求項 59 を引用する請求項 60-89 は請求項 1 と、「試料の表面に荷電粒子ビームを照射する荷電粒子光学系と、前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出する検出装置とを備える」という共通の技術的特徴を有している。しかし、当該技術的特徴は文献 1 の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特

徴は文献 1 の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。

また、請求項 59 は請求項 1 の従属請求項でないし、請求項 59 は発明 1-14 に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。したがって、請求項 59、及び、請求項 59 を引用する請求項 60-89 は発明 1-14 のいずれにも区分できない。

そして、請求項 59、及び、請求項 59 を引用する請求項 60-89 は、「荷電粒子光学系と試料との光軸方向に沿った相対的な位置関係が第 1 の状態で検出装置により荷電粒子を検出し、前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が第 1 の状態とは異なる第 2 の状態で前記検出装置により前記荷電粒子を検出して、前記検出装置の検出結果に基づいて前記試料に関する試料情報を取得する」という特別な技術的特徴を有しているから、発明 15 に区分する。

請求項 90 は請求項 59 に係る装置の発明に対応する方法の発明であり、「試料に関(補充欄に続く)する試料情報を取得する情報取得方法であって、前記試料の表面に荷電粒子光学系を介して荷電粒子ビームを照射することと、前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った前記荷電粒子光学系と前記試料との相対的な位置関係を変更することと、前記荷電粒子光学系と前記試料との前記荷電粒子光学系の光軸方向に沿った相対的な位置関係が第 1 の状態で前記荷電粒子ビームが照射された前記試料から放出された荷電粒子を検出し、前記光軸方向に沿った相対的な位置関係が第 1 の状態とは異なる第 2 の状態で前記検出装置により前記荷電粒子を検出することと、前記荷電粒子の検出結果に基づいて前記試料情報を求める」という対応する特別な技術的特徴を有しているので、上記発明 15 に含める。