

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年4月4日(04.04.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/064530 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) **H01J 37/073** (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/035598

(22) 国際出願日: 2017年9月29日(29.09.2017)

(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: 佐藤 真路 (SATO, Shinji); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

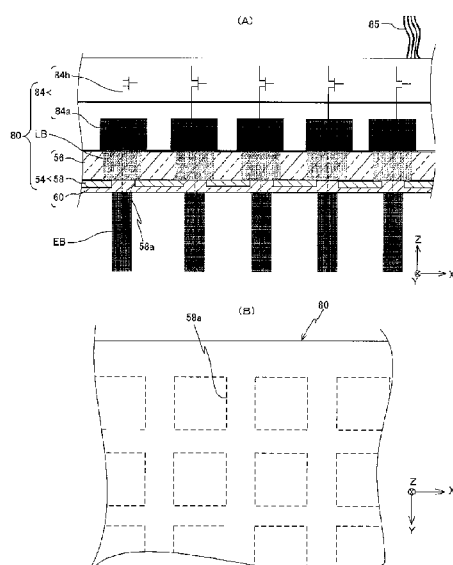
(74) 代理人: 立石 篤司 (TATEISHI, Atsuji); 〒2060035 東京都多摩市唐木田一丁目53番地9 唐木田センタービル 立石国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, 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,

(54) **Title:** ELECTRON BEAM APPARATUS, DEVICE MANUFACTURING METHOD, EXPOSURE METHOD, AND PHOTOELECTRIC ELEMENT

(54) 発明の名称: 電子ビーム装置、デバイス製造方法、露光方法及び光電素子



(57) **Abstract:** An electron beam apparatus comprises: a plurality of light emitting units (84a); and an electron beam optical system that makes electrons into a plurality of electron beams (EB) and can bombard a target therewith, said electrons being emitted from a photoelectric conversion layer (60) by the photoelectric conversion layer (60) being irradiated with a plurality of light beams (LB) due to the light emission of the plurality of light emitting units, wherein the lights from each of the plurality of light emitting units are incident on the photoelectric conversion layer (60) without passing through a space.

(57) 要約: 電子ビーム装置は、複数の発光部 (84a) と、複数の発光部の発光により複数の光ビーム (LB) が光電変換層 (60) に照射されることによって光電変換層 (60) から放出される電子を複数の電子ビーム (EB) としてターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、複数の発光部それぞれからの光は、空間を介さずに光電変換層 (60) に入射する。

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： 電子ビーム装置、デバイス製造方法、露光方法及び光電素子 技術分野

[0001] 本発明は、光電素子、電子ビーム装置及びデバイス製造方法に係り、特に、光電素子の光電変換層に光を照射するとともに、前記光電素子から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置、及び電子ビーム装置を用いるデバイス製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、例えばA r F光源を用いた液浸露光技術と、荷電粒子ビーム露光技術（例えば電子ビーム露光技術）とを相補的に利用するコンプリメンタリ・リソグラフィが、提案されている。コンプリメンタリ・リソグラフィでは、例えばA r F光源を用いた液浸露光においてダブルパターニングなどを利用することで、単純なラインアンドスペースパターン（以下、適宜、L／Sパターンと略記する）を形成する。次いで、電子ビームを用いた露光を通じて、ラインパターンの切断、あるいはビアの形成を行う。

[0003] コンプリメンタリ・リソグラフィでは、例えば複数のブランキング・アパーチャを用いてビームのオン・オフを行うマルチビーム光学系を備えた電子ビーム露光装置を用いることができる（例えば、特許文献1参照）。しかしながら、電子ビームのオン・オフを切り換えるスイッチング機能を用いる場合、装置構成が複雑になるなど、改善すべき点が存在する。また、露光装置に限らず、電子ビームを用いてターゲットに対する加工若しくは処理、又は加工及び処理を行う装置、あるいは検査装置などでも、同様の問題が生じる可能性がある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許出願公開第2015／0200074号明細書

発明の概要

[0005] 本発明の第1の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、複数の発光部と、前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、前記複数の発光部それぞれからの光は、空間を介さずに前記光電変換層に入射する電子ビーム装置が、提供される。

[0006] 本発明の第2の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、複数の発光部と、前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、前記複数の発光部それぞれからの光は、気体空間を介さずに前記光電変換層に入射する電子ビーム装置が、提供される。

[0007] 本発明の第3の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、複数の発光部と、前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、前記複数の発光部それぞれからの光は、真空空間を介さずに前記光電変換層に入射する電子ビーム装置が、提供される。

[0008] 本発明の第4の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、複数の発光部を有する発光デバイスと、前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射

されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、前記発光デバイスの少なくとも一部が、前記光電変換層の電子放出面が配置される真空室の隔壁を兼ねる電子ビーム装置が、提供される。

[0009] 本発明の第5の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、複数の発光部を有する発光デバイスと、前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、前記発光デバイスは、自発光型コントラストデバイスアレイを含む電子ビーム装置が、提供される。

[0010] 本発明の第6の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、複数の発光部と、前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、前記複数の発光部と前記光電変換層との間の光路上に配置された複数の光学部材と、を備え、前記複数の光学部材は、前記電子ビーム光学系の光軸に交差する方向に並置され、前記複数の光学部材のそれぞれは、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光を集光して、前記複数の光ビームのうちの1つを射出可能である電子ビーム装置が、提供される。

[0011] 本発明の第7の態様によれば、リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、前記リソグラフィ工程は、ターゲット上にラインアンドスペースパターンを形成することと、第1ないし第6の態様のいずれかに係る電子ビーム装置を用いて、前記ラインアンドスペースパターンを構成するラインパターンの切断を行うことと、を含むデバイス製造方法が、提供される。

[0012] 本発明の第8の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、光学デバイスの複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを前記光電変換層に照射することと、前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を、電子ビーム光学系を介して複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射することと、を含み、前記複数の発光部それぞれからの光は、空間を介さずに前記光電変換層に入射する露光方法が、提供される。

[0013] 本発明の第9の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、光学デバイスの複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを前記光電変換層に照射することと、前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を、電子ビーム光学系を介して複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射することと、を含み、前記複数の発光部それぞれからの光は、気体空間を介さずに前記光電変換層に入射する露光方法が、提供される。

[0014] 本発明の第10の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、光学デバイスの複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを前記光電変換層に照射することと、前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を、電子ビーム光学系を介して複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射することと、を含み、前記複数の発光部それぞれからの光は、真空空間を介さずに前記光電変換層に入射する露光方法が、提供される。

[0015] 本発明の第11の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、複数の発光部を有し、少なくとも一部が、前記光電変換層の電子放出面が配置される真空室の隔壁を兼ねる発光デバイスの、前記複数

の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを前記光電変換層に照射することと、前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を、電子ビーム光学系を介して複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射することと、を含む露光方法が、提供される。

[0016] 本発明の第12の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、複数の発光部を有する自発光型コントラストデバイスアレイを含む発光デバイスの、前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを前記光電変換層に照射することと、前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして、電子ビーム光学系を介して前記ターゲットに照射することと、を含む露光方法が、提供される。

[0017] 本発明の第13の態様によれば、光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを、前記複数の発光部と前記光電変換層との間の光路上に配置された複数の光学部材の少なくとも一部を介して前記光電変換層に照射することと、前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を、電子ビーム光学系を介して前記ターゲットに照射することと、を含み、前記複数の光学部材は、前記電子ビーム光学系の光軸に交差する方向に並置され、前記複数の光学部材のそれぞれは、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光ビームを集光して、前記複数の光ビームのうちの1つを射出可能である露光方法が、提供される。

[0018] 本発明の第14の態様によれば、リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、前記リソグラフィ工程は、ターゲット上にラインアンドスペースパターンを形成することと、第8ないし第13の態様のいずれかに係る露光方法を用いて、前記ラインアンドスペースパターンを構成するラインパ

ターンの切断を行うことと、を含むデバイス製造方法が、提供される。

[0019] 本発明の第15の態様によれば、光の照射により電子を放出する光電変換層を有する光電素子であって、複数の発光部と、光透過部材と、前記光透過部材の光射出側に形成された前記光電変換層と、を備え、前記複数の発光部の少なくとも1つからの光を、気体空間を介さずに、前記光電変換層に照射する光電素子が、提供される。

[0020] 本発明の第16の態様によれば、光の照射により電子を放出する光電変換層を有する光電素子であって、複数の発光部と、光透過部材と、前記光透過部材の光射出側に形成された前記光電変換層と、を備え、前記複数の発光部の少なくとも1つからの光を、真空空間を介さずに、前記光電変換層に照射する光電素子が、提供される。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]第1の実施形態に係る露光装置の構成を概略的に示す図である。

[図2]図1の露光装置が備える複数の光電光学ユニットの1つを取り出してウエハの一部とともに示す図である。

[図3]図3(A)は光ビーム照射装置の構成を簡略化して示す一部省略した縦断面図、図3(B)は図3(A)に示される光ビーム照射装置の底面図である。

[図4]図4は、第1静電レンズによるX軸方向及びY軸方向に関する縮小倍率の補正について説明するための図である。

[図5]光電素子の受光面上でのレーザビームの照射領域と、像面（ウエハ面）上での電子ビームの照射領域（露光領域）との対応関係を示す図である。

[図6]露光装置の制御系を主として構成する主制御装置の入出力関係を示すブロック図である。

[図7]正方形フィールドと比べた矩形フィールドのメリットについて説明するための図である。

[図8]図8(A)及び図8(B)は、光学系起因のブラー及びレジストブラーによって生じるカットパターンの形状変化（4隅の丸まり）の補正について

説明するための図である。

[図9]図9（A）及び図9（B）は、複数の電子ビーム光学系に共通のディストーションの補正について説明するための図である。

[図10]発光デバイスと、発光デバイス別体の光電素子とを含む分離型の光ビーム照射装置の構成の一例を説明するための図である。

[図11]第1の実施形態の変形例1に係る露光装置が備える光学システムを構成する45の光電光学ユニットのうちの1つを取り出して示す図である。

[図12]遮光膜に、メインのアパーチャの列より多くの数のバックアップ用のアパーチャの列が形成された光電素子の1例を説明するための図である。

[図13]図13は、電子ビーム光学系が収差として有する像面湾曲を補償する方法について説明するための図である。

[図14]1列置きにピッチが異なるアパーチャ列が形成されたマルチピッチ型のアパーチャ一体型光電素子の一例を示す図である。

[図15]第1の実施形態の変形例2に係る露光装置が備える光学システムを構成する45の光電光学ユニットのうちの1つを取り出して示す図である。

[図16]第1の実施形態の変形例3に係る露光装置が備える光学システムを構成する45の光電光学ユニットのうちの1つを取り出して示す図である。

[図17]図17（A）は、アパーチャを使用しない方式を示す説明図、図17（B）は、アパーチャを使用する方式を示す説明図である。

[図18]図18（A）は、アパーチャ別体型光電素子の構成の一例について説明するための図、図18（B）～図18（E）は、アパーチャ板の種々の構成例を示す図である。

[図19]図19（A）～図19（D）は、アパーチャ一体型光電素子の種々の構成例を示す図である。

[図20]第1の実施形態の変形例4に係る露光装置が備える光学システムを構成する45の光電光学ユニットのうちの1つを取り出して示す図である。

[図21]変形例4の光電光学ユニットの一部を構成する光ビーム照射装置の構成を説明するための図である。

[図22]デバイス製造方法の一実施形態を説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0022] 《第1の実施形態》

以下、第1の実施形態について、図1～図9に基づいて説明する。図1には、第1の実施形態に係る露光装置100の構成が概略的に示されている。露光装置100は、後述するように複数の電子ビーム光学系を備えているので、以下、電子ビーム光学系の光軸に平行にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内で後述する露光時にウエハWが移動される走査方向をY軸方向とし、Z軸及びY軸に直交する方向をX軸方向とし、X軸、Y軸及びZ軸回りの回転（傾斜）方向を、それぞれ θ_x 、 θ_y 及び θ_z 方向として、説明を行う。

[0023] 露光装置100は、クリーンルームの床面F上に設置されたステージチャンバ10と、ステージチャンバ10の内部の露光室12内に配置されたステージシステム14と、フレーム16に支持され、ステージシステム14の上方に配置された光学システム18と、を備えている。

[0024] ステージチャンバ10は、図1では、X軸方向の両端部の図示が省略されているが、その内部を真空引き可能な真空チャンバである。ステージチャンバ10は、床面F上に配置されたXY平面に平行な底壁10aと、ステージチャンバ10の上壁（天井壁）を兼ねる前述のフレーム16と、底壁10aの周囲を取り囲むとともに、フレーム16を下方から水平に支持する周壁10b（図1ではそのうちの+Y側部分の一部のみ図示）とを備えている。フレーム16には開口16aが形成されている。開口16a内に光学システム18の筐体19が配置されている。筐体19は、上端部に他の部分より外側に突出したフランジ部19cが設けられている。開口16a内に上方から挿入された筐体19のフランジ部19cが、開口16aの周囲のフレーム16の上面に下方から支持されている。これによって、光学システム18が、フレーム16によって支持されている。開口16aの内周面と、筐体19の外周面との間は、シール部材によってシールされても良い。ステージチャンバ10の底壁10a上にステージシステム14が配置されている。

[0025] ステージシステム 14 は、底壁 10a 上に複数の防振部材 20 を介して支持された定盤 22 と、定盤 22 上で重量キャンセル装置 24 に支持され、X 軸方向及び Y 軸方向にそれぞれ所定のストローク、例えば 50 mm で移動可能であるとともに、残りの 4 自由度方向（Z 軸、 θ_x 、 θ_y 及び θ_z 方向）に微動可能なウエハステージ WST と、ウエハステージ WST を移動するステージ駆動系 26（図 1 ではそのうちの一部のみ図示、図 6 参照）と、ウエハステージ WST の 6 自由度方向の位置情報を計測する位置計測系 28（図 1 では不図示、図 6 参照）と、を備えている。ウエハステージ WST は、その上面に設けられた不図示の静電チャックを介してウエハ W を吸着し、保持している。

[0026] ウエハステージ WST は、図 1 に示されるように、XZ 断面棒状の部材を有し、その内部（中空部）にヨークと磁石（不図示）とを有するモータ 30 の可動子 30a が一体的に固定され、その可動子 30a の内部（中空部）に Y 軸方向に延びるコイルユニットから成るモータ 30 の固定子 30b が挿入されている。固定子 30b は、その長手方向（Y 軸方向）の両端が、定盤 22 上で X 軸方向に移動する不図示の X ステージに接続されている。X ステージは、磁束漏れが生じない一軸移動機構、例えばボールねじを用いた送りねじ機構によって構成される X ステージ駆動系 32（図 6 参照）によって、ウエハステージ WST と一体で X 軸方向に所定ストロークで移動される。なお、X ステージ駆動系 32 を、駆動源として超音波モータを備えた一軸移動機構によって構成しても良い。いずれにしても、磁束漏れに起因する磁場変動が電子ビームの位置決めに与える影響は無視できるレベルである。

[0027] モータ 30 は、可動子 30a を固定子 30b に対して、Y 軸方向に所定ストローク、例えば 50 mm で移動可能で、かつ X 軸方向、Z 軸方向、 θ_x 方向、 θ_y 方向及び θ_z 方向に微小移動可能な閉磁界型かつムービングマグネット型のモータである。本実施形態では、モータ 30 によってウエハステージ WST を 6 自由度方向に移動するウエハステージ駆動系が構成されている。以下、ウエハステージ駆動系をモータ 30 と同一の符号を用いて、ウエハ

ステージ駆動系 30 と表記する。

[0028] Xステージ駆動系 32 とウエハステージ駆動系 30 とによって、ウエハステージ WST を X 軸方向及び Y 軸方向にそれぞれ所定のストローク、例えば 50 mm で移動するとともに、残りの 4 自由度方向（Z 軸、 θ_x 、 θ_y 及び θ_z 方向）に微小移動する前述のステージ駆動系 26 が構成されている。Xステージ駆動系 32 及びウエハステージ駆動系 30 は、主制御装置 110 によって制御される（図 6 参照）。

[0029] 重量キャンセル装置 24 は、ウエハステージ WST の下面に上端が接続された金属製のベローズ型空気ばね（以下、空気ばねと略記する）24a と、空気ばね 24a の下端に接続された平板状の板部材から成るベーススライダ 24b と、を有している。ベーススライダ 24b には、空気ばね 24a 内部の空気を、定盤 22 の上面に噴き出す軸受部（不図示）が設けられ、軸受部から噴出される加圧空気の軸受面と定盤 22 上面との間の静圧（隙間内圧力）により、重量キャンセル装置 24、ウエハステージ WST（可動子 30a を含む）及びウエハ W の自重が支持されている。なお、空気ばね 24a には、ウエハステージ WST に接続された不図示の配管を介して圧縮空気が供給されている。ベーススライダ 24b は、一種の差動排気型の空気静圧軸受を介して定盤 22 上に非接触で支持され、軸受部から定盤 22 に向かって噴出された空気が、周囲に（露光室内に）漏れ出すことが防止されている。なお、実際には、ウエハステージ WST の底面には、空気ばね 24a を Y 軸方向に挟んで一对のピラーが設けられ、ピラーの下端に設けられた板ばねが空気ばね 24a に接続されている。

[0030] 光学システム 18 は、図 1 に示されるように、筐体 19 と、筐体 19 に取付けられた複数、一例として 45 の光電光学ユニット 17 と、を、備えている。

[0031] 筐体 19 の内部には、例えば図 1 に示されるように、真空室 33 が形成されている。真空室 33 は、図 1 に示されるように、上壁（天井壁）を構成するベースプレート 38 と、底壁を構成するクーリングプレート 74 と、クー

リングプレート 74 がその下端に固定された筒状の周壁部 76 と、によって区画されている。周壁部 76 の上端がベースプレート 38 の下面に固定されることで、筐体 19 が構成されている。本実施形態のクーリングプレート 74 は、冷却機能を備えているが、冷却機能に加えて後述するフォギングを抑制する機能を備えていても良い。なお、プレート 74 が冷却機能を有していても良い。

[0032] ベースプレート 38 には、Z 軸方向に延びる貫通孔 38 a が X Y 2 次元方向に所定間隔で複数、ここでは、一例として 7 行 7 列のマトリクスの 4 隅を除く配置で、45 ($= 7 \times 7 - 4$) 個形成されている。これら 45 個の貫通孔 38 a には、後述する光ビーム照射装置 80 がほぼ隙間がない状態で配置されている。光ビーム照射装置 80 と貫通孔 38 a との間にシール部材が配置されても良い。また、ベースプレート 38 に貫通孔を設けずに、ベースプレート 38 の下面に光ビーム照射装置 80 を設置しても良い。

[0033] 図 2 には、1 つの光電光学ユニット 17 が、ウエハ W の一部とともに示されている。図 2 は、+X 方向から見た光電光学ユニット 17 を示す。光電光学ユニット 17 は、図 2 に示されるように、ベースプレート 38 に取付けられた光ビーム照射装置 80 と、電子ビーム光学系 70 と、を備えている。

[0034] 図 3 (A) には、光ビーム照射装置 80 の構成が、簡略化して示されている。光ビーム照射装置 80 は、光を発生する発光デバイス 84 と光電素子 54 とが、一体化されたものである。光ビーム照射装置は、後述する第 1 ないし第 3 の変形例のように、発光デバイスと、発光デバイスとは分離した光電素子とを含むタイプも存在するので、光ビーム照射装置 80 のように、発光デバイス 84 と光電素子 54 とが一体のタイプの光ビーム照射装置を、広義では光電素子と呼んでも良い。本実施形態では、発光デバイス 84 として、自発光型コントラストデバイスアレイを主体とする発光デバイスが用いられているので、以下では、発光デバイス 84 と同一の符号を用いて自発光型コントラストデバイスアレイ 84 とも称する。

[0035] 発光デバイス 84、すなわち自発光型コントラストデバイスアレイ 84 は

、半導体基板上に作り込まれ、１次元アレイ状又は２次元アレイ状に配置され、個別に制御可能な複数の発光部を有するプログラマブルパターンングデバイスである。自発光型コントラストデバイスアレイ 84 は、例えば、基板上に複数の化合物半導体構成材料層を積層して形成した後に、ウェットエッチングによって各化合物半導体構成材料層を選択的に除去し、各発光素子（発光部）の半導体層をメサ構造に成形したり、発光素子間を素子分離したりする方法で製造される。本実施形態では、発光デバイス 84 として、例えばダブルヘテロ接合（構造）による半導体の p n 接合を有し、半導体基板上に X Y 2 次元アレイ状に配置された発光部 84 a、複数の発光部 84 a を個別に駆動する複数の CMOS 駆動回路 84 b と、を有している。ここで、発光デバイス 84 では、複数の発光部 84 a として、自発光型コントラストデバイス的一种であるマイクロ LED が用いられているので、以下では、発光部と同一の符号を用いてマイクロ LED 84 a と表記する。なお、図 3（A）では、CMOS 駆動回路 84 b が、簡略化して単なるトランジスタとして示されている。図 3（A）において、符号 85 は、複数の CMOS 駆動回路 84 b に接続された配線を簡略化して示す。なお、予め製造された複数のマイクロ LED を基板上に並べて配置して、発光デバイス 84 として用いても良い。

[0036] 発光デバイス 84 は、複数のマイクロ LED 84 a それぞれからの光ビーム LB の強度をそれぞれに対する印加電圧を制御することで個別に制御可能であり、強度の制御には強度をゼロにすること、すなわち光ビーム LB の発光停止を含む。発光デバイス 84 は、例えば明暗パターンからなる光学パターンを発生すると言っても良い。

[0037] 光電素子 54 は、発光デバイス 84 の複数のマイクロ LED 84 a の射出面側に配置され、マイクロ LED 84 a から発せられる複数のビーム LB が空間を介さずに透過可能な板状の光透過部材、例えば石英ガラスから成る板部材 56 と、その板部材 56 の下面に例えば蒸着されたクロムなどから成る遮光膜（アパーチャ膜）58 と、板部材 56 及び遮光膜 58 の下面側に成膜

されたアルカリ光電膜（光電変換膜）の層（アルカリ光電変換層（アルカリ光電層））60と、を含む。なお、板部材56の材料は、石英ガラスには限定されず、例えば、サファイア等のマイクロLED84aが発する光（ビーム）の波長に対して透過性を持つ材料であれば良い。

[0038] 図3（A）には、光ビーム照射装置80の一部のみが示されているが、実際には、遮光膜58には、所定の位置関係で多数のアパーチャ58aが形成されている（図3（B）参照）。アルカリ光電層60は、アパーチャ58aの内部にも配置され、アパーチャ58aにおいて板部材56とアルカリ光電層60が接触している。本実施形態では、板部材56、遮光膜58及びアルカリ光電層60が一体的に形成され、光電素子54の少なくとも一部を形成している。

[0039] 本実施形態では、さらに、発光デバイス84の複数の発光部であるマイクロLED84aと、複数のCMOS駆動回路84bとが、半導体プロセスによって、光電素子54と一体成形されている。CMOS駆動回路84bは、シリコン基板上に作り込まれ、マイクロLEDは、例えば窒化ガリウム（GaN）のPN接合構造を有する。なお、発光デバイス84と光電素子54とを別々に形成した後に、発光デバイス84と光電素子54とを接合しても良い。この場合、発光デバイス84と光電素子54との間に、発光デバイス84からの光ビームを透過する部材、あるいは膜が配置されていても良い。

[0040] 本実施形態では、複数のマイクロLED84aと、アパーチャ58aとは、1対1で対応しているものとする。すなわち、板部材56の一面（光射出面）上でのアパーチャ58aの配置と、板部材56の他面（光入射面）上のマイクロLED84aの配置とは対応しているものとする。

[0041] 発光部としては、マイクロLEDに限らず、他の放射放出ダイオード、例えば発光ダイオード、有機LED、高分子LED、レーザダイオードなどを用いることもできる。また、発光部として、放射放出ダイオードに限らず、垂直共振器面発光レーザ（VCSEL）あるいは垂直外部共振器面発光レーザ（VECSEL）などの他の自発光型コントラストデバイスを用いても良

い。これらの発光部は、半導体基板に対して垂直な方向、すなわち板部材 56 の面に対して垂直な方向に光ビームを射出するので、図 3 (A) の発光部 (自発光型コントラストデバイス) 84 a として、マイクロ LED に代えてこれらの発光部を用いることが可能である。

[0042] アルカリ光電層 60 は、2 種類以上のアルカリ金属を用いたマルチアルカリフォトカソードである。マルチアルカリフォトカソードは、耐久性が高く、波長が 500 nm 帯の緑色光で電子発生が可能で、光電効果の量子効率 QE が 10 % 程度と高いとされるのが特長のフォトカソードである。本実施形態では、アルカリ光電層 60 は、レーザ光 (レーザビーム又は光ビームとも呼ばれる) による光電効果によって電子ビームを生成する一種の電子銃として用いられるので、変換効率が 10 [mA/W] の高効率のものが用いられている。なお、光電素子 54 では、アルカリ光電層 60 の電子放出面は、図 3 (A) における下面、すなわち板部材 56 に対向する側の面とは反対側の面である。

[0043] 複数のマイクロ LED 84 a のそれぞれから、対応するアパーチャ 58 a より一回り大きい断面を有する光ビーム LB (以下、適宜、ビーム LB と略記する) を、板部材 56 を介して対応するアパーチャ 58 a に照射可能である。ビーム LB は、アパーチャ 58 a を介してアルカリ光電層 (以下、光電層と略記する) 60 に照射され、光電変換により、アパーチャ 58 a の形状に対応する断面を有する電子ビーム EB が、光電層 60 から -Z 方向に射出される。本実施形態では、光電素子 54 は、発光デバイスアレイ 84 の複数のマイクロ LED 84 a の射出面側に配置され、かつアパーチャ 58 a の内部にも光電層 60 が配置されているので、複数のマイクロ LED 84 a のそれぞれから、ビーム LB を、気体空間 (気体が存在する空間)、および真空空間を介さずに対応するアパーチャ 58 a を介して光電層 60 に照射可能である。また、本実施形態の光電素子 54 は、複数のマイクロ LED 84 a のそれぞれからのビーム LB を、真空空間を介さずに対応するアパーチャ 58 a を介して光電層 60 に照射可能である。ただし、これに限らず、複数のマ

マイクロLED 84 aのそれぞれと光電層 60との間に、光ビームLBが通過可能な空間（気体空間と真空空間のいずれか一方、又は両方）が形成されても良い。

[0044] 本実施形態においては、発光デバイス84からの光ビームを光電素子54に照射することで、複数、ここでは例えば $6000 \times 12 = 72000$ 個のアパーチャ58 aの少なくとも1つを通過した光ビームが光電層60に照射される。すなわち、オンとされたマイクロLED 84 aからの光ビームは、対応するアパーチャ58 aを介して光電層60に照射され、オフとされたマイクロLED 84 aからは、対応するアパーチャ58 a及び光電層60へ光ビームが照射されない。

[0045] 発光デバイス84では、各マイクロLED 84 aは独立制御可能となっているので、発光デバイス84で発生される光ビームの本数は、例えば $6000 \times 12 = 72000$ 本であり、72000本のビームのスイッチング（オン・オフ）が可能である。本実施形態では、発光デバイス84で発生される72000本の光ビームを、個別に照射可能となるように、光電素子54の遮光膜58には、72000個のアパーチャ58 aが形成されている。なお、アパーチャ58 aの数は、例えば発光デバイス84が照射可能な光ビームの数と同じでなくても良く、72000本のビーム（レーザビーム）のそれぞれが対応するアパーチャ58 aを含む光電素子54（遮光膜58）上の領域に照射されれば良い。すなわち、光電素子54上の複数のアパーチャ58 aそれぞれのサイズが、対応するビームの断面のサイズより小さければ良い。本実施形態においては、72000本のビームは、光電素子54の受光面（多数のアパーチャ58 aが形成された面）上で、X軸方向の長さがS mm、Y軸方向の長さがT mmの矩形の領域に照射される。

なお、1つの光ビーム（例えば、1つのマイクロLEDからの光ビーム）で複数のアパーチャを照射するようにしても良い。この場合は、光電層60に入射する光ビームのスイッチングは、複数のアパーチャ毎に行われる。なお、アパーチャ58 aの数は、後述するマルチ電子ビームの数と同一であっ

ても良いし、マルチ電子ビーム数より多くても良い。

[0046] 電子ビーム光学系70は、図2に示されるように、ベースプレート38の下面にその上端が接続された鏡筒104と、鏡筒104に保持された一对の電磁レンズ70a、70bから成る対物レンズと、静電マルチポール70cとを有する。電子ビーム光学系70の対物レンズと、静電マルチポール70cは、複数のビームLBを光電素子54に照射することによって光電変換によって光電層60から放出（射出）される電子（電子ビームEB）のビーム路上に配置されている。一对の電磁レンズ70a、70bは、それぞれ鏡筒104内の上端部近傍及び下端部近傍に配置され、上下方向に関して両者は離れている。鏡筒104内の電磁レンズ70aの上方の位置には、光電層60から放出される電子を加速するための引き出し電極112が配置されている。なお、電磁レンズ70a、70bを鏡筒104の外に配置しても良い。

[0047] 一对の電磁レンズ70a、70b相互間に静電マルチポール70cが配置されている。静電マルチポール70cは、対物レンズによって絞られる電子ビームEBのビーム路上のビームウェスト部の近傍に配置されている。このため、静電マルチポール70cを通過する複数のビームEBは、相互間に働くクーロン力によって互いに反発し、倍率が変わることがある。

[0048] そこで、本実施形態では、XY倍率補正用の第1静電レンズ70c₁と、ビームの照射位置制御（及び照射位置ずれ補正）、すなわち発光デバイス84によって生成される光学パターンの投影位置調整（及び投影位置ずれ補正）用の第2静電レンズ70c₂とを有する静電マルチポール70cが電子ビーム光学系70の内部に設けられている。第1静電レンズ70c₁は、例えば図4に模式的に示されるように、X軸方向及びY軸方向に関する縮小倍率を、高速で、かつ個別に補正する。なお、第1静電レンズ70c₁と第2静電レンズ70c₂のそれぞれが、XY倍率補正と電子ビームの照射位置制御（及び照射位置ずれ補正）を行っても良い。また、静電レンズ70c₁がX軸方向とY軸方向と異なる軸方向の倍率調整をできるようにしても良い。また、第1静電レンズ70c₁と第2静電レンズ70c₂のいずれか一方を設けなくても良い。

し、静電マルチポール 70c が、追加の静電レンズを有していても良い。

[0049] また、第2静電レンズ 70c₂は、各種振動等に起因するビームの照射位置ずれ（後述するカットパターンの投影位置ずれ）を一括で補正する。第2静電レンズ 70c₂は、露光の際にビームのウエハWに対する追従制御を行う際のビームの偏向制御、すなわちビームの照射位置制御にも用いられる。

[0050] 電子ビーム光学系 70の縮小倍率は、倍率補正を行わない状態で、設計上例えば 1/200である。1/120、1/80など、その他の倍率でも良い。

[0051] 本実施形態では、ベースプレート 38には、複数、ここでは45の電子ビーム光学系 70が吊り下げ状態で支持されている。

[0052] 鏡筒 104の射出端には、図2に示されるように電子ビームの出口 104aが形成されており、この出口 104a部分の下方には、反射電子検出装置 106が配置されている。反射電子検出装置 106は、クーリングプレート 74に前述の出口 104aに対向して形成された円形（又は矩形）の開口 74aの内部に配置されている。より具体的には、電子ビーム光学系 70の光軸 AXe に関して Y 軸方向の両側に、一对の反射電子検出装置 106y₁、106y₂が設けられている。また、図2では、図示が省略されているが、光軸 AXe に関して、X 軸方向の両側に、一对の反射電子検出装置 106x₁、106x₂が設けられている（図6参照）。上記2対の反射電子検出装置 106のそれぞれは、例えば半導体検出器によって構成され、ウエハ上のアライメントマーク、あるいは基準マーク等の検出対象マークから発生する反射成分、ここでは反射電子を検出し、検出した反射電子に対応する検出信号を信号処理装置 108に送る（図6参照）。信号処理装置 108は、複数の反射電子検出装置 106の検出信号を不図示のアンプにより増幅した後に信号処理を行い、その処理結果を主制御装置 110に送る（図6参照）。なお、反射電子検出装置 106は、45個の電子ビーム光学系 70の一部（少なくとも1つ）に設けるだけでも良いし、設けなくても良い。

[0053] 反射電子検出装置 106x₁、106x₂、106y₁、106y₂は、鏡筒 10

4に固定されていても良いし、クーリングプレート74に取付けられていても良い。

[0054] クーリングプレート74には、45の電子ビーム光学系70の鏡筒104の出口104aに個別に対向して開口74aが、45個形成され、その開口74a内に2対の反射電子検出装置106が配置されている。なお、露光装置100が反射電子検出装置106を備えていなくても良い。また、露光装置100にクーリングプレートを設けなくても良い。

[0055] 本実施形態では、鏡筒104の内部空間に光電層60の電子放出面が露出しているので、光電層60が大気に暴露されないように、鏡筒104の内部空間も真空空間となっている。この場合、鏡筒104の内部空間は、その外部の真空室33に比べても高度の真空空間となっても良い。この場合、真空室33の真空引きと、鏡筒104内の真空引きとを別々に行っても良い。

[0056] ここで、露光装置100の組み立ての一例について簡単に説明する。露光装置メーカーの工場内のクリーンルーム内部に設置された高真空状態の真空チャンバ内で、光学システム18が組み立てられる。その際に、光学システム18の光ビーム照射装置80を除く構成部分は、予め組み立てられた状態で、真空チャンバ内に搬入され、45個の光ビーム照射装置80が、ベースプレート38の貫通孔38aの内部に挿入され、位置の微調整が行われた後、貫通孔38aと光ビーム照射装置80との間の隙間がシールされることで、光学システム18の組み立てが完了する。この組立が完了した状態では、45本の鏡筒104それぞれの内部が外部に対して気密状態とされ、内部の高真空状態を維持可能な状態となる。このとき、真空室33の内部も、高真空状態となっているので、クーリングプレート74に形成された45の開口74aを、シール部材を貼り付ける等して一時的に塞ぐことが望ましい。

[0057] そして、組み立てられた光学システム18は、真空チャンバから外部（クリーンルーム内）に搬出された後、クリーンルーム内で、フレーム16の開口16a内に上方から挿入され、フレーム16に組み付けられる。この組み

付け後の状態では、筐体 19 とフレーム 16 の開口 16 a との間には隙間が殆ど存在しない。

[0058] なお、フレーム 16 に対する光学システム 18 の組み付けに先立って、ステージシステム 14 の組み立て、組み立てられたステージシステム 14 のステージチャンバ 10 内への搬入、並びにステージシステム 14 に関する必要な調整などが行われている。

[0059] 光学システム 18 のフレーム 16 に対する組み付け後、クーリングプレート 74 に形成された 45 の開口 74 a を一時的に閉塞している、シール部材が取り外された後、筐体 19 の内部の真空引きが、ステージチャンバ 10 内部の真空引きと並行して行われる。

[0060] このとき、筐体 19 の内部の真空室 33 では、そのときの真空状態が維持される、あるいはさらに高真空状態となるように真空引きが行われる。なお、複数の光ビーム照射装置 80 のそれぞれは、それぞれが有する発光デバイス 84 の少なくとも一部が、真空室 33 とその外側（筐体 19 の外部）の空間とを隔てる隔壁（真空隔壁）として機能している。真空室 33 の外側は、大気圧、又は大気圧よりわずかに陽圧である。ステージチャンバ 10 の内部は、真空室 33 に比べて真空度が低い（気圧が高い）中真空状態となるまで、真空引きが行われる。その後、光学システム 18 に関する必要な調整が行われる。

[0061] そして、サブシステムとして構成された各部間の必要な機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等などが行われ、露光装置 100 の組み立てが完了する。

[0062] なお、上述した各部の必要な調整には、各種光学系についての光学的精度を達成するための調整、各種機械系についての機械的精度を達成するための調整、各種電気系についての電氣的精度を達成するための調整が含まれる。

[0063] これまでの説明から明らかなように、本実施形態に係る露光装置 100 では、図 5 に示されるように、露光時に、発光デバイス 84 から光電素子 54 の受光面上の X 軸方向の長さ S mm、Y 軸方向の長さ T mm の矩形の領域の

内部にビームが照射され、この照射によって生成される電子ビームが縮小倍率 $1/200$ を有する電子ビーム光学系 70 を介して、像面（像面に位置合わせされるウエハ面）上の矩形の領域（露光フィールド）に照射される。すなわち、本実施形態の露光装置 100 では、光ビーム照射装置 80（発光デバイス 84 とこれと一体の光電素子 54 とを含む）と、光ビーム照射装置 80 に対応する電子ビーム光学系 70 と、を含んで、縮小倍率 $1/200$ の直筒型のマルチビーム光学システム 200（図 6 参照）が構成され、このマルチビーム光学システム 200 を、XY 平面内で前述したマトリクス状の配置で 45 有している。したがって、本実施形態の露光装置 100 の光学系は、縮小倍率 $1/200$ の縮小光学系を 45 有するマルチカラム電子ビーム光学系である。

[0064] また、露光装置 100 では、一例として直径 300 mm のウエハを露光対象とし、ウエハに対向して 45 本の電子ビーム光学系 70 を配置するため、電子ビーム光学系 70 の光軸 Axe の配置間隔を例えば 43 mm としている。このようにすれば、1 つの電子ビーム光学系 70 が受け持つ露光エリアは、最大で 43 mm $\times$ 43 mm の矩形領域となるため、前述したようにウエハステージ WST の X 軸方向及び Y 軸方向の移動ストロークが 50 mm もあれば十分である。なお、電子ビーム光学系 70 の数は、45 本に限られず、ウエハの直径、ウエハステージ WST のストローク、などに基づいて決めることができる。

[0065] 図 6 には、露光装置 100 の制御系を主として構成する主制御装置 110 の入出力関係がブロック図にて示されている。主制御装置 110 は、マイクロコンピュータ等を含み、図 6 に示される各部を含む露光装置 100 の構成各部を統括的に制御する。図 6 において、制御部 11 に接続されている光ビーム照射装置 80 は、主制御装置 110 からの指示に基づき、制御部 11 によって制御される発光デバイス、すなわち自発光型コントラストデバイスアレイ 84 を含む。また、制御部 11 に接続されている電子ビーム光学系 70 は、主制御装置 110 からの指示に基づき、制御部 11 によって制御される

一对の電磁レンズ70a、70b及び静電マルチポール70c（第1静電レンズ70c₁及び第2静電レンズ70c₂）を含む。また、図6において、符号500は、前述したマルチビーム光学システム200と、制御部11と、信号処理装置108と、を含んで構成される露光ユニットを示す。露光装置100では、露光ユニット500が45設けられている。

[0066] ところで、露光装置100では、次のような理由により、正方形ではなく、矩形（長方形）の露光フィールドを採用している。

[0067] 図7には、電子ビーム光学系の直径Dの有効領域（収差有効領域）を示す円内に、正方形フィールドSFと矩形フィールドRFとが図示されている。この図7から明らかなように、電子ビーム光学系の有効領域を最大限使おうとすると正方形フィールドSFが良い。ただし、正方形フィールドSFの場合、図7に示されるようにフィールド幅としては30%（ $1/\sqrt{2}$ ）程度損をする。例えば、短辺の長さをa、長辺の長さをbとして、 $a/b = 1/1.60$ のアスペクト比を持つ矩形フィールドRFだと有効領域がほぼフィールド幅となる。これは、マルチカラムでは大きなメリットになる。その他、アライメントマークを検出する際のマーク検出感度が向上するというメリットもある。フィールドの形状を問わず、フィールド内に照射される電子の総量は同じであるため、矩形フィールドは正方形フィールドに比べて電流密度が大きく、そのため、ウエハ上のより小さい面積にマークを配置しても十分な検出感度で検出できる。また、矩形フィールドは収差管理が正方形フィールドに比べて容易である。なお、実用的なアスペクト比 a/b は、 $1/1.2 \sim 1/4$ である。

[0068] 図7では、正方形フィールドSF及び矩形フィールドRFのいずれの露光フィールドも電子ビーム光学系の光軸AXeを含むように設定されている。しかし、これに限らず、露光フィールドを光軸AXeを含まないように、収差有効領域内に設定しても良い。また、露光フィールドを、矩形（正方形を含む）以外の形状、例えば円弧状に設定しても良い。

[0069] 次に、本実施形態に係る露光装置100で、ウエハWの露光中に行われる

ドーズ制御について説明する。

[0070] 露光フィールド内の照度ムラは、主制御装置 110 が、後述する露光時に、印加電圧の制御による光ビームの強度制御をマイクロ LED 84 a 毎に行うことで、結果的に光電層 60 の電子放出面上での面内の照度分布、及びこれに対応するウエハ面上での露光フィールド RF 内の照度分布の調整、すなわちドーズ制御を行う。すなわち、露光フィールド RF に照射される複数の電子ビームのそれぞれの強度を適正に調整する。

[0071] なお、光電層 60 の電子放出面上での面内の照度分布の調整の前提として、光電変換によって光電層 60 の電子放出面から生成される複数の電子ビームの強度（電子ビームの照度、ビーム電流量）がほぼ同一となるように、発光デバイス 84 で発生され光電層 60 に照射される複数のビームの強度の調整が行われる。ただし、光電変換によって光電層 60 の電子放出面から生成される複数の電子ビームのうちの少なくとも一部のビーム強度（電子ビームの照度、ビーム電流量）を、他のビームの強度と異ならせるように、光電層 60 に照射される複数のビームの強度の調整を行なっても良い。

[0072] なお、ウエハに形成されたレジスト層は、光電層 60 の電子放出面上での面内の照度分布のみの影響を受けるものではなく、その他の要因、例えば電子の前方散乱、後方散乱、あるいはフォギングなどの影響を受ける。

[0073] ここで、前方散乱とは、ウエハ表面のレジスト層内に入射した電子がウエハ表面に到達するまでの間にレジスト層内で散乱する現象を意味し、後方散乱とは、レジスト層を介してウエハ表面に到達した電子がウエハ表面又はその内部で散乱してレジスト層内に再度入射し、周囲に散乱する現象を意味する。また、フォギングとは、レジスト層の表面からの反射電子が、例えばクーリングプレート 74 の底面で再反射し、周囲にドーズを加える現象を指す。

[0074] 上記の説明から明らかなように、前方散乱の影響を受ける範囲は、後方散乱及びフォギングと比べて狭いので、露光装置 100 では、前方散乱と、後方散乱及びフォギングとで、異なる補正方法を採用している。

- [0075] 前方散乱成分の影響を軽減するためのPEC (Proximity Effect Correction) では、主制御装置110は、前方散乱成分の影響を見込んで、制御部11を介して発光デバイス84を用いた面内の照度分布の調整を行う。
- [0076] 一方、後方散乱成分の影響を軽減するためのPEC、及びフォギングの影響を軽減するためのFEC (Fogging Effect Correction) では、主制御装置110は、制御部11を介して、ある程度の空間周波数で面内の照度分布の調整を行う必要がある。
- [0077] ところで、本実施形態に係る露光装置100は、例えばコンプリメンタリ・リソグラフィに用いられる。この場合、例えばArF光源を用いた液浸露光においてダブルパターニングなどを利用することでL/Sパターンが形成されたウエハを露光対象とし、そのラインパターンの切断を行うためのカットパターンの形成に用いられる。露光装置100では、光電素子54の遮光膜58に形成された72000個のアパーチャ58aのそれぞれに対応するカットパターンを形成することが可能である。
- [0078] 本実施形態における、ウエハに対する処理の流れは、次の通りである。
- [0079] まず、電子線レジストが塗布された露光前のウエハWが、ステージチャンバ10内で、ウエハステージWST上に載置され、静電チャックによって吸着される。
- [0080] ウエハステージWST上のウエハWに形成された例えば45のショット領域のそれぞれに対応してスクライブライン (ストリートライン) に形成された少なくとも各1つのアライメントマークに対して、各電子ビーム光学系70から電子ビームを照射し、少なくとも各1つのアライメントマークからの反射電子が反射電子検出装置106_{x1}、106_{x2}、106_{y1}、106_{y2}の少なくとも1つで検出され、ウエハWの全点アライメント計測が行われ、この全点アライメント計測の結果に基づいて、ウエハW上の45のショット領域に対し、45の露光ユニット500 (マルチビーム光学システム200) を用いた露光が開始される。例えばコンプリメンタリ・リソグラフィの場合、ウエハW上に形成されたX軸方向を周期方向とするL/Sパターンに対する

カットパターンを各マルチビーム光学システム200から射出される多数のビーム（電子ビーム）を用いて形成する際に、ウエハW（ウエハステージWST）をY軸方向に走査しつつ、各ビームの照射タイミング（オン・オフ）を制御する。なお、全点アライメント計測を行わずに、ウエハWの一部のショット領域に対応して形成されたアライメントマークの検出を行い、その結果に基づいて45のショット領域の露光を実行しても良い。また、本実施形態においては、露光ユニット500の数とショット領域の数が同じであるが、異なっても良い。例えば、露光ユニット500の数が、ショット領域の数よりも少なくても良い。なお、ステージチャンバ10の外でアライメントマークの検出を行っても良い。この場合、ステージチャンバ10内でのアライメントマークの検出をしなくても良い。

[0081] ここで、光ビーム照射装置80（自発光型コントラストデバイスアレイ84）を用いた露光シーケンスについて、説明を行う。ここでは、ウエハ上のある領域内に互いに隣接してXY2次元配置された多数の10nm角（アパーチャ58aを介した光ビームに由来する電子ビームの照射領域と一致）の画素領域を仮想的に設定し、その全ての画素を露光する場合について説明する。また、ここでは、自発光型コントラストデバイスアレイ（発光デバイス）84には、X軸方向に所定ピッチで並ぶ6000個のマイクロLEDを含み、Y軸方向に所定ピッチで並ぶA、B、C、……、K、Lの12のマイクロLEDの列（LED列と称する）が設けられているものとする。

[0082] LED列Aに着目して説明すると、ウエハ上にX軸方向に並ぶある行（第P行とする）の連続した6000画素領域に対してLED列Aを用いた露光が開始される。この露光開始の時点では、LED列Aからのビーム（正確にはLED列Aから発せられる光ビームに対応する電子ビーム）は、ホームポジションにあるものとする。そして、露光開始からウエハWの+Y方向（又は-Y方向）のスキャンに追従させてビームを+Y方向（又は-Y方向）に偏向しながら同一の6000画素領域に対する露光を続行する。そして、例えば時間 T_a [s] でその6000画素領域の露光が完了したとすると、そ

の間にウエハステージWSTは、速度 V [nm/s] で、例えば $T_a \times V$ [nm] 進む。ここで、便宜上、 $T_a \times V = 96$ [nm] とする。

[0083] 続いて、ウエハステージWSTが速度 V で $+Y$ 方向に 24 nm スキャンしている間に、ビームをホームポジションに戻す。このとき、実際にウエハ上のレジストが感光されないようにビームをオフ（強度をゼロ）にする。

[0084] このとき、上記の露光開始時点からウエハステージWSTは $+Y$ 方向に 120 nm 進んでいるので、第 $(P+12)$ 行目の連続した 6000 画素領域が、露光開始時点における第 P 行の 6000 画素領域と同じ位置にある。

[0085] そこで、同様にして、第 $(P+12)$ 行目の連続した 6000 画素領域を、ウエハステージWSTにビームを偏向追従させながら露光する。

[0086] 実際には、第 P 行の 6000 画素領域の露光と並行して、第 $(P+1)$ 行～第 $(P+11)$ 行それぞれの 6000 画素は、LED列B、C、……、K、Lによって露光される。

[0087] このようにして、ウエハ上の X 軸方向の長さ $60\text{ }\mu\text{m}$ の幅の領域については、ウエハステージWSTを Y 軸方向にスキャンさせながらの露光（スキャン露光）が可能であり、ウエハステージWSTを $60\text{ }\mu\text{m}$ X 軸方向にステップングして同様のスキャン露光を行えば、その X 軸方向に隣接する長さ $60\text{ }\mu\text{m}$ の幅の領域の露光が可能である。したがって、上記のスキャン露光とウエハステージの X 軸方向のステップングとを交互に繰り返すことで、ウエハ上の1つのショット領域の露光を、1つの露光ユニット 500 により行うことができる。また、実際には、 45 の露光ユニット 500 を用いて並行してウエハ上の互いに異なるショット領域を露光することができるので、ウエハ全面の露光が可能である。

[0088] なお、露光装置 100 は、コンプリメンタリ・リソグラフィに用いられ、ウエハ W 上に形成された例えば X 軸方向を周期方向とする L/S パターンに対するカットパターンの形成に用いられるので、自発光型コントラストデバイスアレイ 84 で 72000 のマイクロLEDのうち、任意のマイクロLEDをオンにすることでカットパターンを形成することができる。この場合に

、 72000本のビームが同時にウエハ上に照射されても良いし、されなくても良い。

[0089] 本実施形態に係る露光装置100では、上述した露光シーケンスに基づく、ウエハWに対する走査露光中に、主制御装置110によって位置計測系28の計測値に基づいて、ステージ駆動系26が制御されるとともに、各露光ユニット500の制御部11を介して光ビーム照射装置80及び電子ビーム光学系70が制御される。この際、主制御装置110の指示に基づき、制御部11によって、前述したドーズ制御が必要に応じて行われる。

[0090] ところで、上で説明したドーズ制御は、発光素子、すなわち自発光型コントラストデバイスアレイ84を制御することで行われるドーズ制御であるから、動的なドーズ制御と言える。

[0091] しかしながら、露光装置100では、これに限られず、以下のようなドーズ制御をも採用することができる。

[0092] 例えば光学系起因のブラー（ぼけ）及び／又はレジストブラーによって、図8（A）に示されるように、ウエハ上では本来正方形（又は矩形）であるべきカットパターン（レジストパターン）CPが、例えば4隅（コーナー）が丸まってカットパターンCP'のようになる場合がある。本実施形態では、図8（B）に示されるように、遮光膜58に形成されるアパーチャ58aの4隅に補助パターン58cを設けた非矩形のアパーチャ58a'を介して光ビームを光電層60に照射し、光電変換により発生した電子ビームを電子ビーム光学系70を介してウエハ上に照射することで、非矩形のアパーチャ58a'と形状の異なる形状の電子ビームの照射領域をウエハ上に形成しても良い。この場合、電子ビームの照射領域の形状と、ウエハに形成されるべきカットパターンCPの形状は、同じであっても良いし、異なっても良い。例えば、レジストブラーの影響をほぼ無視できる場合には、電子ビームの照射領域の形状が、所望のカットパターンCPの形状（例えば、矩形あるいは正方形）とほぼ同じになるようにアパーチャ58a'の形状を決めれば良い。この場合のアパーチャ58a'の使用をドーズ制御と考えなくても良

い。

[0093] ここで、アパーチャ58a'では、矩形のアパーチャ58aの4隅の全てに補助パターン58cを設ける必要はなく、アパーチャ58aの4隅のうち、少なくとも一部にのみ補助パターン58cを設けても良い。また、遮光膜58に形成される複数のアパーチャ58a'の一部でのみ矩形のアパーチャ58aの4隅の全てに補助パターン58cを設けても良い。また、遮光膜58に形成される複数のアパーチャの一部をアパーチャ58a'とし、残りをアパーチャ58aとしても良い。すなわち、遮光膜58に形成される複数のアパーチャ58a'の全ての形状を同一にする必要はない。なお、アパーチャの形状、大きさ等は、シミュレーション結果に基づいて設計することも可能であると思われるが、実際の露光結果に基づいて、例えば電子ビーム光学系70の特性に基づいて最適化することが望ましい。いずれにしても、ウエハ（ターゲット）上での照射領域の角部の丸まりを抑えるようにアパーチャそれぞれの形状が決定される。なお、前方散乱成分の影響もアパーチャ形状で軽減可能である。

[0094] なお、例えば、光学系起因のブラーをほぼ無視できる場合には、アパーチャ58a'の形状と電子ビームの照射領域の形状が同じであっても良い。

[0095] 露光装置100では、電子ビーム光学系70を複数、一例として45持っているが、その45の電子ビーム光学系70は同様の仕様を満足するように、同様の製造工程を経て製造されるため、例えば図9（A）に模式的に示されるように、露光フィールドが歪む固有のディストーション（歪曲収差）が、45の電子ビーム光学系70に共通して発生することがある。かかる複数の電子ビーム光学系70に共通のディストーションは、図9（B）に模式的に示されるように、光電層60上に位置する遮光膜58上のアパーチャ58aの配置を、上記ディストーションを打ち消すような、又は低減するような配置にして補正しても良い。なお、図9（A）の円は、電子ビーム光学系70の収差有効領域を示す。

[0096] 図9（B）には、わかりやすくするため、各アパーチャ58aが、矩形で

はなく、平行四辺形などとして示されているが、実際には、遮光膜58上のアパーチャ58aは矩形又は正方形で形成される。この例は、電子ビーム光学系70に固有の樽型ディストーションを、糸巻き型ディストーション形状に沿って複数のアパーチャ58aを光電層60上に配置することで、相殺する、又は低減する場合を示している。なお、電子ビーム光学系の70のディストーションは、樽型ディストーションに限られず、例えば電子ビーム光学系70のディストーションが糸巻き型ディストーションの場合には、その影響を打ち消す、あるいは低減するように、複数のアパーチャ58aを樽型ディストーション形状に配置しても良い。また、各アパーチャ58aの配置に合わせて対応する発光部（照射源、放射源とも呼ぶことができる）としてのマイクロLED84aのXY位置を調整することで複数の光ビームの位置を調整することが望ましいが、各アパーチャ58aを含む領域に光ビームを照射できる場合などには調整しなくても良い。

[0097] 以上説明したように、本実施形態に係る露光装置100は、マルチビーム光学システム200と、制御部11と、信号処理装置108と、を含んで構成される露光ユニット500を45備えている（図6参照）。マルチビーム光学システム200は、光ビーム照射装置80と、電子ビーム光学系70とを含む。光ビーム照射装置80は、個別に制御可能な複数の発光部、例えばマイクロLED84aを有し、複数の光ビームを提供可能な発光デバイス84と、発光デバイス84からの光ビームが空間（気体空間、又は真空空間、又はその両方）を介さずに照射される光電層60を有する光電素子54と、を含み、電子ビーム光学系70は、複数の光ビームを光電素子54に照射することによって光電素子54から放出される電子を複数の電子ビームとしてウエハWに照射する。したがって、露光装置100によると、ブランキング・アパーチャが無い場合、チャージアップや磁化による複雑なディストーションの発生源が根本的になくなるとともに、ターゲットの露光に寄与しない無駄電子（反射電子）が少なくなるので、長期的な不安定要素を排除することが可能になる。これに加え、ターゲット上への電子ビームの照射状態と非

照射状態との切り換え、すなわち電子ビームのオン・オフを切り換えるスイッチング機能を、経時的な劣化を必然的に伴う可動部を用いることなく実現できるので、メリットは大きい。また、可動部を用いてビームのスイッチング機能を実現する場合と異なり、電子ビーム光学系以外の照明光学系、投影光学系等を必要としないので、装置構成が非常にシンプルになり、コスト低減効果が期待される。また、将来的には、各発光部（自発光型コントラストデバイス）84aの現状に比べて高速なスイッチングによるPEC（近接効果補正）等の実現も期待される。

[0098] また、本実施形態に係る露光装置100によると、それぞれが光ビーム（レーザビーム）LBを提供可能な複数の発光部（マイクロLED）84aと、複数の発光部84aの発光により複数のレーザビームLBが光電層60に照射されることによって光電層60から放出される電子を複数の電子ビームEBとしてターゲットであるウエハWに照射可能な電子ビーム光学系70と、を備え、複数の発光部84aからのレーザビームのそれぞれは、空間を介さずに光電層60に入射する。したがって、レーザビームの気体分子による吸収や散乱による減衰を考慮する必要がないので、発光部84aとして、気体分子による吸収の少ない波長（可視～赤外領域の一部に存在し、大気の窓と呼ばれる）のみでなく、その他の波長のレーザ光を発する放射源、すなわち自発光型コントラストデバイスを使用することが可能になる。波長の選択を適切に行うことにより、レーザビームLBを効率良く用いて光電変換を行い高エネルギーの電子ビームEBを、ウエハW上に照射することが可能になる。

[0099] また、本実施形態に係る露光装置100によると、実際のウエハの露光時には、主制御装置110は、ウエハWを保持するウエハステージWSTのY軸方向の走査（移動）をステージ駆動系26を介して制御する。これと並行して、主制御装置110は、露光ユニット500のm個（例えば45個）のマルチビーム光学システム200のそれぞれについて、光電素子54のn個（例えば72000個）のアパーチャ58aをそれぞれ通過したn本のビー

ムの照射状態（オン状態とオフ状態）をアパーチャ58aごとにそれぞれ変化させるとともに、自発光型コントラストデバイスアレイ（発光デバイス）84を用いてビーム毎に光ビームの強度調整を行う。

[0100] また、露光装置100では、静電マルチポール70cの第1静電レンズ70c₁により、総電流量の変化によって生じる、クーロン効果に起因するX軸方向及びY軸方向に関する縮小倍率（の変化）を、高速で、かつ個別に補正する。また、露光装置100では、第2静電レンズ70c₂により、各種振動等に起因するビームの照射位置ずれ（光学パターンのうちの明画素、すなわち後述するカットパターンの投影位置ずれ）を一括で補正する。

[0101] これにより、例えばArF液浸露光装置を用いたダブルパターニングなどによりウエハ上の例えば45個のショット領域のそれぞれに予め形成されたX軸方向を周期方向とする微細なラインアンドスペースパターン（L/Sパターン）の所望のライン上の所望の位置にカットパターンを形成することが可能になり、高精度かつ高スループットな露光が可能になる。

[0102] したがって、本実施形態に係る露光装置100を用いて、前述したコンプリメンタリ・リソグラフィを行い、L/Sパターンの切断を行う場合に、各マルチビーム光学システム200で、複数のアパーチャ58aのうち、いずれのアパーチャ58aを通過するビームがオン状態となる場合であっても、換言すればオン状態となるビームの組み合わせの如何を問わず、ウエハ上の例えば45個のショット領域のそれぞれに予め形成されたX軸方向を周期方向とする微細なラインアンドスペースパターンのうちの所望のライン上の所望の位置にカットパターンを形成することが可能になる。

[0103] なお、上記実施形態に係る露光装置100において、LED列を12列有する自発光型コントラストデバイスアレイ84に代えて、LED列を13列有する自発光型コントラストデバイスアレイを用いても良い。この場合、対応して、光電素子54上のアパーチャ58aの列も13列設けることが望ましい。13列目のLED列は、通常用いられる12列のLED列（メインのLED列）のいずれかに不良が生じた際に、その不良が生じたLED列に代

えて用いられるバックアップ用のLED列である。バックアップ用のLED列を複数設けても良い。また、自発光型コントラストデバイスアレイの72000個のマイクロLEDの配置領域を、複数、例えば $2 \times 12 = 24$ の部分領域に分割し、分割された部分領域毎にバックアップ用のLED列及びこれに対応するアパーチャ列を設けても良い。

[0104] なお、上記実施形態では、光ビーム照射装置80が、発光デバイス（自発光型コントラストデバイスアレイ）84と、光電素子54とが半導体プロセスによって一体成形されている場合について説明したが、これに限らず、図10に示されるように、発光デバイス184と、発光デバイス184とは別体で、発光デバイスから離れて配置される光電素子136とを含む分離型の光ビーム照射装置180を用いても良い。発光デバイス184は、前述の自発光型コントラストデバイスアレイ84の光射出側の面に、光学素子の一種であるマイクロレンズアレイ84cが設けられたものである。マイクロレンズアレイ84cは、複数の発光部、ここでは、自発光型コントラストデバイスの一種であるマイクロLED84aのそれぞれに対応して設けられ、複数のマイクロLED84aの配置に対応してXY平面内で互いに交差する2方向（例えばX軸方向及びY軸方向）に2次元アレイ状に配置されて一体化された複数のマイクロレンズ（光学部材、光学素子）を含む。マイクロレンズアレイ84cは、対応するマイクロLED84aで発生する発散光を集光して平行光に変換する。なお、発光デバイス184に設けられる光学素子は、屈折光学素子に限られず、回折光学素子でも良いし、反射光学素子でも良いし、これらの組み合わせでも良い。

[0105] 《第1の実施形態の変形例1》

次に、図10に示される分離型の光ビーム照射装置180を用いた変形例1に係る露光装置について説明する。

[0106] 図11には、変形例1に係る露光装置が備える光学システム18を構成する45の光電光学ユニット117のうちの1つが示されている。

[0107] 光電光学ユニット117は、前述の光ビーム照射装置80の代わりに、発

光デバイス 184 が、ベースプレート 38 の貫通孔 38 a に挿入されている点が前述の光電光学ユニット 17 と異なる。光電光学ユニット 117 では、発光デバイス 184 が鏡筒 104 の内部と外部とを隔離する真空隔壁を兼ねている。鏡筒 104 の内部の上端部近傍には、発光デバイス 184 のマイクロレンズアレイ 84 c の下方に所定のクリアランス（ギャップ、隙間）を介して光電素子 136 が配置されている。この変形例 1 においても、ベースプレート 38 に貫通孔 38 a を設けずに、ベースプレート 38 の下面などに発光デバイス 184 を設置しても良い。

[0108] 光電素子 136 は、図 10 に示されるように、光透過部材から成る基材 134 と、その下面（光射出面）に形成された多数のアパーチャ 58 a を有する遮光膜 58 と、基材 134 及び遮光膜 58 の下面に形成された光電層 60 とを有し、前述した光電素子 54 と同様に構成されている。

[0109] 変形例 1 に係る露光装置は、光電光学ユニット 117 のその他の部分の構成、及び光電光学ユニット 117 以外の構成は、前述した第 1 の実施形態に係る露光装置と同様になっている。

[0110] 光電素子 136 は、不図示の支持部材によって、鏡筒 104 の内部で所定の位置に支持することとしても良いが、不図示の真空対応アクチュエータによって、XY 平面内で移動可能な構成を採用しても良い。後者の場合、発光デバイス 184 の各マイクロ LED 84 a と、光電素子 136 のアパーチャ 58 a とは 1 : 1 で対応するものとしても良いが、これに限らず、マイクロ LED 84 a の数とアパーチャ 58 a の数とを異ならせても良い。すなわち、マイクロ LED 84 a より多くのアパーチャ 58 a を遮光膜 58 に形成しても良いし、マイクロ LED 84 a より少ない数のアパーチャ 58 a を遮光膜 58 に形成しても良い。

[0111] 例えば、マイクロ LED 84 a の列の数より少ない数のアパーチャ 58 a の列を光電素子 136 の遮光膜 58 に形成しても良い。この場合、マイクロ LED 84 a の列の少なくとも 1 列は、バックアップ用の LED 列とすることとしても良い。この場合において、LED 列のうちの 1 つの LED 列、例

例えばバックアップ用のLED列に隣接するLED列に含まれる1つのマイクロLED 84 aからの光ビームを光電素子 54に照射することによって生成された電子ビームを、ターゲットであるウエハ上のあるターゲット領域（第1ターゲット領域と称する）に照射し、例えばバックアップ用のLED列に含まれる1つのマイクロLED 84 a又はメインのLED列のうちの他のLED列に含まれる1つのマイクロLED 84 aからの光ビームを光電素子 136に照射することによって生成された電子ビームを、ウエハ上の第1ターゲット領域に照射可能に構成しても良い。すなわち、異なるLED列にそれぞれ含まれる2つのマイクロLED 84 aからの光ビームの照射に起因して光電素子 136で生成された電子ビームをウエハ上の同一のターゲット領域に重畳して照射可能としても良い。これによって、例えばそのターゲット領域のドーズ量が所望状態になるようにしても良い。

[0112] 例えば、マイクロLED 84 aの列の数より多い数のアパーチャ 58 aの列を光電素子 136の遮光膜 58に形成しても良い。この場合、アパーチャ 58 aの列の少なくとも1列は、バックアップ用のアパーチャ列とすることとしても良い。通常用いられるメインのアパーチャ列のアパーチャ 58 aに対応する光電層 60の一部が他の部分に比べて経時的に劣化したときなどに、バックアップ用のアパーチャ列を介して光電層 60に光ビームを照射することとしても良い。この場合において、例えば図12に示されるように、光電素子 136の遮光膜に、メインのアパーチャ AP_j ($j = 1 \sim J$) の列より多くの数のバックアップ用のアパーチャ BP_{i-j} ($i = 1 \sim 4$, $j = 1 \sim J$) の列を形成しても良い。このようにすると、メインのアパーチャ列 AP_j のアパーチャに対応する光電層 60の部分が寿命により使用できなくなった場合などに、バックアップ用のアパーチャ BP_{i-j} の列を使用することで、光電層 60の寿命を実質的に延ばすことができる。

[0113] いずれにしても、変形例1に係る露光装置では、発光デバイス 184の複数の発光部 84 aで発生した光ビームLBは空間を介さずに対応するマイクロレンズに入射し、平行光に変換されて真空空間を介して光電素子 136の

基材 134 に照射され、いずれかのアパーチャ 58a を介して光電層 60 に照射される。すなわち、変形例 1 に係る露光装置では、発光デバイス 184 の複数の発光部 84a で発生した光ビーム LB は気体空間を介さずに光電層 60 に照射される。

[0114] ところで、電子ビーム光学系の数を増やすため、鏡筒の直径を小さくしていくと、電子ビーム光学系の像面湾曲成分が顕著になる。例えば図 13 に模式的に示されるような像面湾曲を電子ビーム光学系がその収差として持つ場合、図 13 に模式的に示されるように、光電層 60（正しくは、光電素子 136 の全体）を、像面の湾曲成分と逆位相の湾曲が光電層 60 に生じるように撓ませる、すなわち光電層 60 の電子放出面を湾曲させても良い（非平面にしても良い）。これにより、電子ビーム光学系 70 の像面湾曲の少なくとも一部を補償し、像面湾曲に起因する電子ビーム像の位置ずれ、ぼけ（デフォーカス）等を抑制する。なお、光電層 60 の電子放出面の湾曲量を、可変にしても良い。例えば、電子ビーム光学系 70 の光学特性（収差、例えば像面湾曲）の変化に応じて、電子放出面の湾曲量を変えても良い。したがって、対応する電子ビーム光学系 70 の光学特性にそれぞれ応じて、複数の光電素子 136 相互間で電子放出面の湾曲量を異ならせても良い。また、図 13 では、光電層 60 に +Z 方向に（発光デバイス 84 に向かって）凸の湾曲を生じさせる場合の例が示されているが、これは -Z 方向に凸の像面湾曲を電子ビーム光学系がその収差として持つ場合を仮定したため、この像面湾曲の影響を相殺する、又は低減する湾曲を光電層 60 に与えるためである。したがって、+Z 方向に凸の像面湾曲を電子ビーム光学系がその収差として持つ場合、光電層 60 に -Z 方向に凸の湾曲を生じさせる必要がある。

[0115] なお、本変形例に係る露光装置においても、前述した露光装置 100 と同様に、X 軸方向に長い矩形の露光フィールドが採用されているので、図 13 中に短い両矢印で示されるように、1 方向の曲げ（一軸回りの曲げ、すなわち X 軸方向に関して湾曲する、XZ 断面内での曲げ）でも効果が高い。なお、光電素子 136（光電層 60）を 1 方向の曲げに限らず、4 隅を下方に撓

ませるなど3次元的に変形させても勿論良い。光電素子136の変形のさせ方を変えることで、球面収差に起因する光学パターン像の位置ずれ、変形等を効果的に抑制することができる。光電層60の電子放出面を湾曲させると、その電子放出面の一部（例えば中央部）と、他部（例えば周辺部）とで、電子ビーム光学系70の光軸AXeの方向に関して位置が互いに異なることになる。

[0116] なお、光電層60の厚みに分布を持たせて、電子放出面の一部（例えば中央部）と、他部（例えば周辺部）の光軸AXeの方向の位置が異なるようにしても良い。なお、発光デバイス84と光電素子54とが一体的に形成されている場合にも、電子放出面を湾曲させても良い。

[0117] また、光電素子136は、光電素子54と同様、アパーチャが光電層と一体的に設けられたいわばアパーチャ体型の光電素子であるが、アクチュエータによってXY平面内で移動可能である場合には、例えば、アパーチャ体型光電素子として、図14に示されるように、1列置きにピッチaのアパーチャ58aの列と、ピッチbのアパーチャ58bの列とが形成されたマルチピッチ型のアパーチャ体型光電素子136aを用いても良い。ただし、この場合には、発光デバイス184から出射されるビームのサイズ、形状を、アパーチャ体型光電素子136aを例えばY軸方向に移動するのみで、ビームをピッチがaのアパーチャ58aの列とピッチがbのアパーチャ58bの列とに切り換えて照射することが可能になるように設定することが望ましい。マイクロLED（発光部）84aの配置とアパーチャ58a及びアパーチャ58bの配置とを必ずしも対応させる必要はなく、要は、切り換えの前後のいずれの状態においても、複数のビーム（レーザビーム）のそれぞれが対応するアパーチャ58a又はアパーチャ58bを含む光電素子136a上の領域に照射されれば良い。図14の例では、例えば同図中に示される配置の複数のビームLBを用いれば良い。

[0118] なお、ピッチが互いに異なる3種類以上のアパーチャの列を光電素子136aの遮光膜58上に形成し、上述と同様の手順で露光を行うことで、3つ

以上のピッチのカットパターンの形成に対応可能にしても良い。

[0119] なお、前述した第1の実施形態の露光装置100の場合、光ビーム照射装置80を構成する光電素子54のアパーチャのみならず、発光デバイス84のマイクロLED84aを、図14中の複数のアパーチャ(58a又は58b)と同様に、かつ1対1対応で配置することで、マルチピッチのカットパターンの形成に対応可能になる。この場合、オンとなるマイクロLED84aを切り換えることで、マルチピッチのカットパターンの形成が可能である。

[0120] 《第1の実施形態の変形例2》

次に、図10に示される分離型の光ビーム照射装置180を用いた変形例2に係る露光装置について説明する。

[0121] 図15には、変形例2に係る露光装置が備える光学システム18を構成する45の光電光学ユニット217のうちの1つが示されている。

[0122] 光電光学ユニット217は、ベースプレート38に、前述した各貫通孔38aに代えて、貫通孔38bが形成され、該貫通孔38bに上方から光透過部材82がその上端面がベースプレート38と同一面となる状態で取付けられている。この場合、光透過部材82の底面及び側面が、段部の上面及び内面に実質的に接しており、光透過部材82によって真空隔壁が構成されている。すなわち、光透過部材(以下、真空隔壁と称する)82によって、貫通孔38bが閉塞されている。発光デバイス184は、真空隔壁82の外部の大気圧環境下(又は大気圧より幾分陽圧の環境下)、すなわち気体空間内に配置されている。鏡筒104の内部の上端部近傍には、真空隔壁82の下方に所定のギャップを介して光電素子136が配置されている。

[0123] 本変形例2に係る露光装置は、光電光学ユニット217のその他の部分の構成、及び光電光学ユニット217以外の構成は、前述した第1の実施形態に係る露光装置と同様になっている。

[0124] 本変形例2に係る露光装置では、真空環境下にある光電素子136は、不図示の支持部材によって、鏡筒104の内部で所定の位置に支持されている。

。

[0125] 本変形例 2 に係る露光装置では、発光デバイス 184 の複数の発光部 84 a で発生した光ビーム LB は空間を介さずに対応するマイクロレンズに入射し、平行光に変換されて気体空間、真空隔壁 82 及び真空空間を順次介して光電素子 136 の基材 134 に照射され、いずれかのアパーチャ 58 a を介して光電層 60 に照射される。

[0126] 本変形例 2 に係る露光装置では、基本的には、変形例 1 に係る露光装置と同等の効果を得ることができる。

[0127] 本変形例 2 に係る露光装置では、大気圧環境下にある発光デバイス 184 を可動に構成しても良い。マルチピッチのカットパターンが必要な場合には、例えばアパーチャ一体型光電素子 136 a が用いられるとともに、発光デバイス 184 を Y 軸方向に移動することで、ビームをピッチが a のアパーチャ 58 a の列とピッチが b のアパーチャ 58 b の列とに切り換えて照射する。なお、光電素子 136 a が移動可能であっても良い。

[0128] 《第 1 の実施形態の変形例 3》

次に、図 10 に示される分離型の光ビーム照射装置 180 を用いた変形例 3 に係る露光装置について説明する。

[0129] 図 16 には、変形例 3 に係る露光装置が備える光学システム 18 を構成する 45 の光電光学ユニット 317 のうちの 1 つが示されている。

[0130] 光電光学ユニット 317 は、ベースプレート 38 に、前述した各貫通孔 38 a に代えて、貫通孔 38 c が形成され、該貫通孔 38 c に光電素子 136 が取付けられている。この場合、光電素子 136 が、真空隔壁を兼ねている。発光デバイス 184 は、真空隔壁、すなわち光電素子 136 の外部の大気圧環境下（又は大気圧より幾分陽圧の環境下）、すなわち気体空間内に配置されている。

[0131] 本変形例 3 に係る露光装置は、光電光学ユニット 317 のその他の部分の構成、及び光電光学ユニット 317 以外の構成は、前述した変形例 2 に係る露光装置と同様になっている。

- [0132] 本変形例 3 に係る露光装置では、発光デバイス 184 の複数の発光部 84 a で発生した光ビーム L B は空間を介さずに対応するマイクロレンズに入射し、平行光に変換されて気体空間を介して光電素子 136 の基材 134 に照射され、いずれかのアパーチャ 58 a を介してかつ空間を介さずに光電層 60 に照射される。すなわち、本変形例 3 に係る露光装置では、発光デバイス 184 の複数の発光部 84 a で発生した光ビーム L B は、気体空間のみを介して、換言すれば真空空間を介さずに光電層 60 に照射される。
- [0133] 本変形例 3 に係る露光装置では、変形例 2 に係る露光装置と同等の効果を達成することができる。なお、本変形例 3 のように、光電素子が真空隔壁を兼ねる場合にも、光電層 60 の電子放出面を湾曲しても良い（非平面にしても良い）。
- [0134] 上述の第 1 の実施形態及びその変形例 1、2、3 では、アパーチャ（58、58 a、58 b）を介して光電層 60 に光を照射しているが、アパーチャを用いなくても良い。
- [0135] 例えば図 17（A）に示されるように、発光デバイスで所望の断面形状を有する光ビームを発生することができる場合には、発光デバイスからの光ビームをアパーチャを介さずに光電素子に照射して、光電素子で電子像に変換してウエハ面上に縮小して結像するようにしても良い。
- [0136] 上述の第 1 の実施形態及びその変形例 1、2、3 では、図 17（B）に示されるように、複数のアパーチャを介して光電層に光を照射している。このようにアパーチャを用いることで、所望の断面形状を有する光ビームを光電層に入射させることができる。
- [0137] なお、上述した分離型の光ビーム照射装置 180 では、複数の発光部（マイクロ LED）84 a と光電層 60 を含む光電素子 136 との間の光路上に配置される複数の光学部材（光学素子）がマイクロレンズアレイ 84 c の構成エレメントであるマイクロレンズであるもとした。しかし、複数の発光部（マイクロ LED）84 a と光電層 60 との間の光路上に配置される複数の光学素子は、これに限られない。すなわち、複数の発光部（マイクロ LED

） 84 a と光電層 60 との間の光路上に、互いに物理的に分離した複数の光学部材、例えばレンズを配置しても良い。また、発光部の数（発光する発光部の数）と光電素子に入射する光ビームの数とが異なっても良い。

[0138] また、光ビーム照射装置 180 では、マイクロレンズアレイ 84 c が発光デバイス 184 の一部を構成しているが、これに限らず、前述の自発光型コントラストデバイスアレイ 84 と複数の光学部材（光学素子）とは、光軸 A X e の方向（Z 軸方向）に離れていても良い。

[0139] なお、前述した第 1 の実施形態に係る露光装置 100 で用いた光ビーム照射装置 80 のように複数の発光部 84 a（発光デバイス 84）と光電層 60 とが一体の一体型の光ビーム照射装置、すなわち広義の光電素子においても、複数の発光部（マイクロ LED） 84 a と光電層 60 との間の光路上に配置され、電子ビーム光学系の光軸に交差する方向、例えば直交する方向に並置された複数の光学部材（光学素子）を有していても良い。この場合、複数の光学部材のそれぞれには、複数の発光部のうちの少なくとも 1 つの発光部からの光ビームが空間を介さずに入射することとなる。

[0140] ところで、これまでは、特に説明しなかったが、光電層 60 は、ある程度の面積を有するため、その面内の光電変換効率が均一である保証はなく、光電層 60 は光電変換効率の面内分布を有すると考えるのが实际的である。したがって、光電層 60 の光電変換効率の面内分布に応じて、光電素子に照射される光ビームの強度の調整を行なっても良い。すなわち、光電層 60 が第 1 の光電変換効率の第 1 部分と第 2 の光電変換効率の第 2 部分とを有するとすると、第 1 の光電変換効率及び第 2 の光電変換効率にそれぞれ基づいて、第 1 部分に照射されるビームの強度及び第 2 部分に照射されるビームの強度を調整することとしても良い。あるいは、第 1 の光電変換効率と第 2 の光電変換効率との違いを補償するように第 1 部分に照射される光ビームの強度と第 2 部分に照射される光ビームの強度を調整しても良い。

[0141] 上述の第 1 の実施形態及びその変形例 1、2、3 において、発光デバイスに設けられている光学素子（例えばマイクロレンズアレイ）を、光電素子に

設けても良い。また、第1の実施形態の変形例1、変形例2又は変形例3に係る露光装置において、アパーチャ一体型光電素子136に代えて、アパーチャ板（アパーチャ部材）が光電素子と別体であるいわばアパーチャ別体型光電素子を用いても良い。図18（A）に示されるアパーチャ別体型光電素子138は、基材134の下面（光射出面）に光電層60が形成されて成る光電素子140と、光電素子140の基材134の上方（光入射面側）に例えば1 μ 以下の所定のクリアランス（間隙、ギャップ）を隔てて配置された多数のアパーチャ58aが形成された遮光部材から成るアパーチャ板142とを含む。

[0142] アパーチャ別体型光電素子を用いる場合、アパーチャ板142をXY平面内で移動可能な駆動機構を設けても良い。かかる場合には、前述したアパーチャ一体型光電素子136aと同様のマルチピッチ型のアパーチャを、アパーチャ板142に形成し、アパーチャ板142を、光電素子140から外れない範囲で移動する機能を用いることで、前述と同様の手順で、ピッチが異なるラインパターンの切断用のカットパターンの形成が可能になる。これに加えて、光電素子140をXY平面内で移動可能な駆動機構を設けても良い。この場合には、アパーチャ板142を移動する代わりに、光電素子140とアパーチャ板142とを、両者の位置関係を維持した状態で移動することとしても良い。また、この場合には、例えば、光電素子140及びアパーチャ板142の一方のみを移動することで、アパーチャ板142と光電素子140とのXY平面内の相対位置をずらしても良い。このようにすると、光電層60の長寿命化を図ることができる。なお、アパーチャ板142に対して発光デバイス184をXY平面内で移動可能に構成しても良い。また、アパーチャ板142は、XY平面内での移動のみでなく、光軸AXeに平行なZ軸方向に移動可能、XY平面に対して傾斜可能、光軸AXeに平行なZ軸回りに回転可能に構成しても良く、光電素子140とアパーチャ板142とのギャップを調整可能としても良い。

[0143] なお、アパーチャ別体型光電素子を用いる場合、光電素子140を移動す

る駆動機構だけを設けるようにしても良い。この場合も、光電素子140をXY平面内で移動することによって、光電層60の長寿命化を図ることができる。

[0144] なお、上述したアパーチャ板のアパーチャと、光電素子のアパーチャとを併用しても良い。すなわち、前述したアパーチャ一体型光電素子の光ビームの入射側に、アパーチャ板を配置し、アパーチャ板のアパーチャを介したビームをアパーチャ一体型光電素子のアパーチャを介して光電層に入射させても良い。

[0145] なお、ピッチが異なるラインパターンの切断用のカットパターンの形成に際して、上述のアパーチャ別体型光電素子を用いる場合、アパーチャ板を交換しても良い。

[0146] また、上述のアパーチャ別体型光電素子を用いる場合、アパーチャ板の代わりに、透過型液晶素子などの空間光変調器を使って複数のアパーチャを形成しても良い。

[0147] なお、アパーチャ一体型光電素子としては、図10に示されるタイプに限らず、例えば図19(A)に示されるように、図10の光電素子136において、アパーチャ58a内の空間が光透過膜148で埋められたタイプの光電素子136bを用いることもできる。光電素子136bにおいて、光透過膜148の代わりに、基材134の一部がアパーチャ58a内の空間を埋めるようにすることもできる。

[0148] この他、図19(B)に示されるように、基材134の上面（光入射面）にクロムの蒸着によりアパーチャ58aを有する遮光膜58を形成し、基材134の下面（光射出面）に光電層60を形成したタイプの光電素子136c、あるいは図19(C)に示されるように、図19(B)の光電素子136cにおいて、アパーチャ58a内の空間が光透過膜148で埋められたタイプの光電素子136dを用いることもできる。

[0149] この他、図19(D)に示されるように、基材134の下面に光電層60を形成し、光電層60の下面にアパーチャ58aを有するクロム膜58を形

成したタイプの光電素子 136 e が存在する。なお、図 19 (D) のクロム膜 58 は、光ではなく、電子を遮蔽する役目を有している。

[0150] これまでに説明したアパーチャ一体型光電素子 136、136 a、136 b、136 c、136 d、136 e のいずれにおいても、基材 134 を石英のみでなく、石英と光透過膜（単層、又は多層）の積層体によって構成しても良い。

[0151] なお、アパーチャ別体型光電素子を、例えば図 18 (A) に示される光電素子 140 とともに構成するために光電素子 140 とともに用いることができる、アパーチャ板は、アパーチャ板 142 のようにアパーチャを有する遮光部材のみから成るタイプに限らず、基材と遮光膜とが一体のアパーチャ板を用いることもできる。このタイプのアパーチャ板としては、例えば図 18 (B) に示されるように、例えば石英から成る基材 144 の下面（光射出面）にクロムの蒸着によりアパーチャ 58 a を有する遮光膜 58 が形成されたアパーチャ板 142 a、図 18 (C) に示されるように、石英から成る板部材 146 と光透過膜 148 とから成る基材 150 と、この基材 150 の下面（光射出面）にクロムの蒸着によりアパーチャ 58 a を有する遮光膜 58 が形成されたアパーチャ板 142 b、図 18 (D) に示されるように、アパーチャ板 142 a において、アパーチャ 58 a 内の空間が光透過膜 148 で埋められたアパーチャ板 142 c、図 18 (E) に示されるように、アパーチャ板 142 a において、アパーチャ 58 a 内の空間が、基材 144 の一部によって埋められているアパーチャ板 142 d を用いることができる。なお、アパーチャ板 142、142 a、142 b、142 c、142 d は、いずれも上下反転して用いることもできる。

[0152] また、これまでに説明した光電素子 54、136、136 a～136 e 及びアパーチャ板 142、142 a～142 d の複数のアパーチャ 58 a は、全てが同一サイズ、同一形状であっても良いが、複数のアパーチャ 58 a の全てのサイズが同一でなくても良いし、形状も全てのアパーチャ 58 a で同一でなくても良い。要は、アパーチャ 58 a は、対応するビームがその全域

に照射されるように、その対応するビームのサイズより小さければ良い。

[0153] なお、上述した第 1 の実施形態の変形例 1 又は変形例 2 のアパーチャー体型光電素子が、X Y 平面内で移動可能な場合、そのアパーチャー体型光電素子に発光デバイスからの光ビームを受光してその強度を検出するセンサを取り付けても良い。例えば、図 1 1 及び図 1 5 に示されるように、光電素子 1 3 6 の基材の上面の一端部にセンサ 1 3 5 を設け、アクチュエータによって光電素子 1 3 6 を移動することでセンサ 1 3 5 を X Y 平面内の所望の位置に移動可能に構成しても良い。また、例えば X Y 平面内で移動可能な前述のアパーチャ板 1 4 2 を備えている場合には、そのアパーチャ板にセンサを取付けても良い。

[0154] なお、これまでは、光ビーム照射装置（8 0 又は 1 8 0）が、半導体基板に垂直な方向に光を出射する発光部、例えば放射放出ダイオード、V C S E L あるいは V E C S E L などを複数有する自発光型コントラストデバイスアレイを、発光デバイスとして備えている場合について説明したが、これに限らず、次に説明する変形例 4 のように、半導体基板に平行に光を出射する発光部を複数有する自発光型コントラストデバイスアレイを、発光デバイスとして用いて光ビーム照射装置を構成することもできる。

[0155] 《第 1 の実施形態の変形例 4》

図 2 0 には、変形例 4 に係る露光装置が備える光学システム 1 8 を構成する 4 5 の光電光学ユニット 4 1 7 のうちの 1 つが示されている。

[0156] 光電光学ユニット 4 1 7 は、前述の光ビーム照射装置 8 0 の代わりに、光ビーム照射装置 2 8 0 が、ベースプレート 3 8 の貫通孔 3 8 a に挿入されている。光電光学ユニット 4 1 7 では、光ビーム照射装置 2 8 0 が、鏡筒 1 0 4 の内部と外部とを隔離する真空隔壁を兼ねている。

[0157] 光ビーム照射装置 2 8 0 は、図 2 1 に拡大して示されるように、自発光型コントラストデバイスアレイを主体とする発光デバイス 2 8 4 と、光電素子 5 4 とが、一体化されたものである。以下では、発光デバイス 2 8 4 と同一の符号を用いて、適宜自発光型コントラストデバイスアレイ 2 8 4 と表記

する。自発光型コントラストデバイスアレイ 284 は、発光部として、半導体基板上に作り込まれ、XY 2 次元アレイ状に配置されたダブルヘテロ構造を有する複数のフォトリソニック結晶レーザ（以下、適宜、フォトリソニックレーザと称する）284 a と、複数のフォトリソニックレーザ 284 a を個別に駆動する複数の CMOS 駆動回路 284 b とを有する。

[0158] フォトリソニックレーザは、半導体基板の内部で基板の面に平行な方向に光ビーム LB を放出する端面発光レーザであるため、自発光型コントラストデバイスアレイ 284 で用いるためには、その光ビーム LB を面外に取り出す必要がある。この取り出し方法として、光導波路の末端部に平面回折格子型結合器を形成する方法（便宜上、方法 1 と呼ぶ）、光導波路の末端部の先に斜めミラーを形成して光を基板の面に垂直な方向に反射させる方法（便宜上、方法 2 と呼ぶ）、及び例えばシリコン細線光導波路自体を上方に立体的に湾曲させる方法（便宜上、方法 3 と呼ぶ）などが知られている。

[0159] これら 3 つの方法のいずれの方法を採用しても良い。本実施形態では、方法 3 を採用している。方法 3 は、方法 1 のような波長帯域の制約がなく、方法 2 のように光導波路端とミラーの間の空間に起因する結合損失の増大という問題もない優れた方法だからである。

[0160] 方法 3 として、シリコン細線光導波路の上部にプラズマ CVD でシリコン酸化膜を形成し、シリコン細線光導波路の下地の熱酸化シリコン酸化膜との残留応力の差を利用して自発的に湾曲させる方法も知られているが、ここでは、半導体製造プロセスを用いて、シリコン細線光導波路の一端が、光導波路を形成する平面端から片持ち梁状に自由空間中に伸長している構造を形成し、片持ち梁構造を形成したシリコン基板（シリコン細線光導波路）に、基板上方の特定の方位からイオンビームを照射し、片持ち梁構造を上方に（面外に向けて）湾曲させる方法を採用した。かかる方法の詳細については、例えば特開 2013-178333 号公報に開示されている。この方法は、前述したシリコン細線光導波路を上下の酸化膜で挟み込む方法とは異なり、シリコン細線自体の内部ひずみ応力を利用しているため、上下の酸化膜が不要

であるなどの利点がある。

- [0161] 図 21 において、符号 285 は、上記の方法によって加工されたシリコン細線光導波路（光導波路と称する）を示す。導波路 285 の湾曲された末端部は、基板上に形成された低屈折材料層に埋設されている。
- [0162] 変形例 4 に係る露光装置は、光電光学ユニット 417 のその他の部分の構成、及び光電光学ユニット 417 以外の構成は、前述した第 1 の実施形態に係る露光装置 100 と同様になっている。
- [0163] したがって、変形例 3 に係る露光装置では、前述した第 1 の実施形態に係る露光装置 100 と同等の効果を得ることができる。
- [0164] なお、発光部としてフォトリソレーザを用いる光ビーム照射装置を備えた変形例 4 に係る露光装置においても、自発光型コントラストデバイスアレイ 284 と、光電素子 54 とを、別体で作ることにより、前述した変形例 1、変形例 2 又は変形例 3 と同様の、光電光学ユニットの構成を採用することが可能になる。かかる構成を採用することにより、変形例 1、変形例 2 又は変形例 3 に係る露光装置と同等の効果を得ることができる。
- [0165] なお、変形例 4 に係る露光装置において、鏡筒 104 内部（及び真空室 33）の真空隔壁を兼ねる光ビーム照射装置 280 に代えて、真空隔壁を兼ねる自発光型コントラストデバイスアレイ 284 を設け、その自発光型コントラストデバイスアレイ 284 の下に所定のクリアランスを介して前述した種々のタイプのアパーチャー体型光電素子、又はアパーチャ別体型光電素子を配置し、鏡筒 104 の内部に収納しても良い。この場合、アパーチャー体型光電素子 136（136a～136d）の駆動機構、又は光電素子 140 とアパーチャ板 142（142a～142d）との少なくとも一方を移動する駆動機構を設けても良い。あるいは真空隔壁を兼ねる光ビーム照射装置 280 に代えて、ベースプレート 38 の貫通孔 38a を光透過部材から成る真空隔壁で閉塞し、真空隔壁の下に所定のクリアランスを介して前述した種々のタイプのアパーチャー体型光電素子、又はアパーチャ別体型光電素子を配置し、鏡筒 104 の内部に収納しても良い。この場合、前述した自発光型コン

トラストデバイスアレイ 284 を、その真空隔壁の外部に配置するとともに、自発光型コントラストデバイスアレイ 284 を移動する駆動機構を設けても良い。あるいは、自発光型コントラストデバイスアレイ 284 を移動する駆動機構に代えて、あるいはこれとともに、アパーチャー体型光電素子 136 (136a~136d) の駆動機構、又は光電素子 140 とアパーチャ板 142 (142a~142d) との少なくとも一方を移動する駆動機構を設けても良い。

[0166] なお、変形例を含む上記第 1 の実施形態（以下、各実施形態と称する）では、露光装置 100 が備える光学系が、複数のマルチビーム光学システムを備えるマルチカラムタイプである場合について説明したが、これに限らず、光学系は、シングルカラムタイプのマルチビーム光学系であっても良い。かかるシングルカラムタイプのマルチビーム光学系であっても、上で説明したドーズ制御、倍率制御、パターンの結像位置ずれの補正、ディストーション等の各種の収差の補正、及び光電素子又はアパーチャ板を用いた各種要素の補正、光電層の長寿命化などは適用可能である。シングルビームをターゲットに照射するシングルカラムタイプの装置に適用可能である。また、図 15、図 16 の露光装置において、発光デバイスと光電素子との間に縮小光学系（投影光学系、結像光学系）を配置しても良い。

[0167] なお、上記各実施形態において、周壁部 76 に開口を設けて、真空室 33 と、ステージチャンバ 10 の内部とを 1 つの真空室としても良い。あるいは、周壁部 76 の上端部の一部のみを残すとともに、クーリングプレート 74 を取り去って、真空室 33 と、ステージチャンバ 10 の内部とを 1 つの真空室としても良い。

[0168] また、上記各実施形態では、ウエハ W が単独でウエハステージ WST 上に搬送され、そのウエハステージ WST を走査方向に移動しつつ、マルチビーム光学システムからウエハ W にビームを照射して露光を行う露光装置 100 について説明したが、これに限らず、ウエハ W がシャトルと呼ばれるウエハと一体で搬送可能なテーブル（ホルダ）と一体でステージ上で交換されるタ

タイプの露光装置にも、上記各実施形態（ウエハステージW S Tを除く）は適用が可能である。

[0169] また、上記各実施形態では、ウエハステージW S Tが、Xステージに対して6自由度方向に移動可能な場合について説明したが、これに限らず、ウエハステージW S TはX Y平面内でのみ移動可能であっても良い。この場合、ウエハステージW S Tの位置情報を計測する位置計測系28も、X Y平面内の3自由度方向に関する位置情報を計測可能であっても良い。

[0170] 上記各実施形態では、光学システム18が、ステージチャンバ10の天井部を構成するフレーム16を介して床面上に支持される場合について説明したが、これに限らず、クリーンルームの天井面又は真空チャンバの天井面に、防振機能を備えた吊り下げ支持機構によって例えば3点で吊り下げ支持されていても良い。

[0171] また、コンプリメンタリ・リソグラフィを構成する露光技術は、A r F光源を用いた液浸露光技術と、荷電粒子ビーム露光技術との組み合わせに限られず、例えば、ラインアンドスペースパターンをA r F光源やK r F等のその他の光源を用いたドライ露光技術で形成しても良い。

[0172] なお、上記各実施形態では、ターゲットが半導体素子製造用のウエハである場合について説明したが、上記各実施形態に係る露光装置100は、ガラス基板上に微細なパターンを形成してマスクを製造する際にも好適に適用できる。

[0173] 半導体素子などの電子デバイス（マイクロデバイス）は、図22に示されるように、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、リソグラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成するウエハ処理ステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。ウエハ処理ステップは、リソグラフィステップ（ウエハ上にレジスト（感応材）を塗布する工程、前述した実施形態に係る電子ビーム露光装置及びその露光方法によりウエハに対する露光（設計されたパターンデ

ータに従ったパターンの描画)を行う工程、露光されたウエハを現像する工程を含む)、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去るエッチングステップ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト除去ステップなどを含む。ウエハ処理ステップは、リソグラフィステップに先立って、前工程の処理(酸化ステップ、CVDステップ、電極形成ステップ、イオン打ち込みステップなどをさらに含んでも良い。この場合、リソグラフィステップで、上記各実施形態の電子ビーム露光装置100、1000を用いて前述の露光方法を実行することで、ウエハ上にデバイスパターンが形成されるので、高集積度のマイクロデバイスを生産性良く(歩留まり良く)製造することができる。特に、リソグラフィステップ(露光を行う工程)で、前述したコンプリメンタリ・リソグラフィを行い、その際に上記各実施形態の電子ビーム露光装置100、1000を用いて前述の露光方法を実行することで、より高集積度の高いマイクロデバイスを製造することが可能になる。

[0174] なお、上記各実施形態では、電子ビームを使用する露光装置について説明したが、露光装置に限らず、溶接など電子ビームを用いてターゲットに対する所定の加工及び所定の処理の少なくとも一方を行う装置、あるいは電子ビームを用いる検査装置などにも上記実施形態の電子ビーム装置は適用することができる。

[0175] なお、上記各実施形態では、光電層60がアルカリ光電変換膜によって形成される場合について説明したが、電子ビーム装置の種類、用途によっては、光電層として、アルカリ光電変換膜に限らず、その他の種類の光電変換膜を用いて光電素子を構成しても良い。

[0176] また、上述の各実施形態では、部材、開口、穴などの形状を、円形、矩形などを用いて説明している場合があるが、これらの形状に限られないことは言うまでもない。

[0177] なお、上記各実施形態の複数の構成要件は適宜組み合わせることができる。したがって、上述の複数の構成要件のうちの一部が用いられなくても良い。

。

[0178] なお、上記実施形態で引用した露光装置などに関する全ての公報、国際公開、米国特許出願公開明細書及び米国特許明細書などの開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

符号の説明

[0179] 10…ステージチャンバ、54…光電素子、56…板部材、58…遮光膜、58a…アパーチャ、58b…アパーチャ、60…光電層、70…電子ビーム光学系、82…真空隔壁、84…発光デバイス（自発光型コントラストデバイスアレイ）、84a…発光部（マイクロLED）、100…露光装置、110…主制御装置、112…引き出し電極、134…基材、136…光電素子、140…光電素子、142…アパーチャ部材、144…基材、184…自発光型コントラストデバイスアレイ（発光デバイス）、284a…フォトリソグラフィ結晶レーザ、1000…露光装置、EB…電子ビーム、LB…レーザビーム、W…ウエハ、WST…ウエハステージ。

請求の範囲

[請求項1] 光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、

複数の発光部と、

前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、

前記複数の発光部それぞれからの光は、空間を介さずに前記光電変換層に入射する電子ビーム装置。

[請求項2] 光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、

複数の発光部と、

前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、

前記複数の発光部それぞれからの光は、気体空間を介さずに前記光電変換層に入射する電子ビーム装置。

[請求項3] 前記複数の発光部それぞれからの光は、真空空間を介さずに前記光電変換層に入射する請求項2に記載の電子ビーム装置。

[請求項4] 光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、

複数の発光部と、

前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが

前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、

前記複数の発光部それぞれからの光は、真空空間を介さずに前記光電変換層に入射する電子ビーム装置。

[請求項5] 前記複数の発光部は発光デバイスの一部である請求項1～4のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項6] 前記発光デバイスの少なくとも一部は、前記光電変換層の電子放出面が配置される真空室の隔壁を兼ねる請求項5に記載の電子ビーム装置。

[請求項7] 光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、

複数の発光部を有する発光デバイスと、

前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、

前記発光デバイスの少なくとも一部が、前記光電変換層の電子放出面が配置される真空室の隔壁を兼ねる電子ビーム装置。

[請求項8] 前記複数の発光部と前記光電変換層との間の光路上に複数の光学部材が配置され、

前記複数の光学部材は、前記電子ビーム光学系の光軸に交差する方向に並置され、

前記複数の光学部材のそれぞれは、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光を集光して、前記光電変換層に入射する前記複数の光ビームのうちの1つを射出する請求項5～7のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

- [請求項9] 前記発光デバイスは、前記複数の光学部材と一体である請求項8に記載の電子ビーム装置。
- [請求項10] 前記複数の光学部材のそれぞれには、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光が空間を介さずに入射する請求項8又は9に記載の電子ビーム装置。
- [請求項11] 前記光電変換層を有する光電素子を備える請求項5～10のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項12] 前記発光デバイスは、前記光電素子の光入射面側に、前記光電素子と一体成形されている請求項11に記載の電子ビーム装置。
- [請求項13] 前記発光デバイスは、前記光電素子の光入射面側に、前記電子ビーム光学系の光軸方向に関して前記光電素子から離れて配置されている請求項11に記載の電子ビーム装置。
- [請求項14] 前記光電素子は、前記電子ビーム光学系の光軸方向に関して、前記光電変換層の電子放出面が配置される真空室の真空隔壁に対して前記発光デバイスとは反対側に配置されている請求項13に記載の電子ビーム装置。
- [請求項15] 前記光電素子の少なくとも一部は、前記光電変換層の電子放出面が配置される真空室の真空隔壁を兼ねる請求項13に記載の電子ビーム装置。
- [請求項16] 前記発光デバイスと前記光電素子とは、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する面内の少なくとも1方向に関して相対移動可能である請求項13～15のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項17] 前記光電素子を、前記少なくとも1方向に移動するアクチュエータをさらに備える請求項16に記載の電子ビーム装置。
- [請求項18] 前記発光デバイスは、自発光型コントラストデバイスアレイを含む請求項5～17のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項19] 光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であっ

て、

複数の発光部を有する発光デバイスと、

前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子ビーム光学系と、を備え、

前記発光デバイスは、自発光型コントラストデバイスアレイを含む電子ビーム装置。

[請求項20] 前記光電変換層を有する光電素子を備える請求項1～4のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項21] 前記光電素子の少なくとも一部は、前記光電変換層の電子放出面が配置される真空室の隔壁を兼ねる請求項20に記載の電子ビーム装置。

[請求項22] 前記複数の発光部と前記光電変換層との間の光路上に配置された複数の光学部材を備え、

前記複数の光学部材は、前記電子ビーム光学系の光軸に交差する方向に並置され、

前記複数の光学部材のそれぞれは、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光を集光して、前記光電変換層に入射する前記複数のビームのうちの1つを射出する請求項20又は21に記載の電子ビーム装置。

[請求項23] 前記複数の光学部材のそれぞれには、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光が空間を介さずに入射する請求項22に記載の電子ビーム装置。

[請求項24] 前記光電素子は、前記光ビームを透過可能な光透過部材と、該光透過部材の光射出側の面に形成された前記光電変換層とを有する請求項11～23のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項25] 前記光透過部材の一側には遮光層が配置され、

前記遮光層には複数のアパーチャが形成され、

前記複数のアパーチャの少なくとも一部を通過した複数の光ビームが前記光電変換層に入射する請求項 2 4 に記載の電子ビーム装置。

[請求項26] 前記遮光層は、前記光透過部材の光射出面側に配置されている請求項 2 5 に記載の電子ビーム装置。

[請求項27] 前記遮光層に形成された複数のアパーチャに前記光電変換層が配置されている請求項 2 5 又は 2 6 に記載の電子ビーム装置。

[請求項28] 前記遮光層は、前記光透過部材の光入射面側に配置されている請求項 2 5 に記載の電子ビーム装置。

[請求項29] アパーチャ部材の複数のアパーチャの少なくとも一部を通過した複数の光ビームが前記光電変換層に照射される請求項 1 1 ～ 2 4 のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項30] 前記アパーチャ部材を備える請求項 2 9 に記載の電子ビーム装置。

[請求項31] 前記アパーチャ部材は、前記光ビームを透過可能な光透過部材と、前記光透過部材の一側に配置された遮光層を有し、
前記複数のアパーチャは、前記遮光層に形成されている請求項 2 9 又は 3 0 に記載の電子ビーム装置。

[請求項32] 前記遮光層は、前記光透過部材の光射出面側に配置されている請求項 3 1 に記載の電子ビーム装置。

[請求項33] 前記アパーチャ部材は、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する方向に移動可能である請求項 2 9 ～ 3 2 のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項34] 前記アパーチャ部材と前記複数の発光部は、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する方向に相対移動可能である請求項 2 9 ～ 3 3 のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項35] 前記アパーチャ部材と前記光電素子は、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する方向に相対移動可能である請求項 2 9 ～ 3 4 のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

- [請求項36] 前記アパーチャ部材と前記光電素子は、前記アパーチャ部材と前記光電素子の位置関係を維持しつつ、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する方向に移動可能である請求項29～35のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項37] 前記光電変換層は、前記光ビームを透過可能な光透過部材の光射出面側に配置され、
前記光透過部材の一側には遮光層が配置され、
前記遮光層には複数のアパーチャが形成され、
前記複数のアパーチャを通過した複数の光ビームが前記光電変換層に入射する請求項1～10のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項38] 前記遮光層は、前記光透過部材の光射出面側に配置されている請求項37に記載の電子ビーム装置。
- [請求項39] 前記遮光層に形成された複数のアパーチャに光電変換層が配置されている請求項38に記載の電子ビーム装置。
- [請求項40] 前記遮光層は、前記光透過部材の光入射面側に配置されている請求項37に記載の電子ビーム装置。
- [請求項41] 前記ターゲットは、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する第1方向に移動しながら前記電子ビームが照射され、
前記複数のアパーチャは、前記電子ビーム光学系の光軸に直交するとともに、前記第1方向に直交する第2方向に対応する方向に第1ピッチで配置された複数のアパーチャを含む第1グループと、前記第2方向に対する方向に第2ピッチで配置された複数のアパーチャを含む第2グループと、を含み、
前記第1グループと前記第2グループは、前記第1方向に対応する方向に離れている請求項25～40のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項42] 前記複数の発光部は、前記第2方向に対応する方向に前記第1ピッチで配置された複数の発光部を含む第1グループと、前記第2方向に

対する方向に前記第 2 ピッチで配置された複数の発光部を含む第 2 グループと、を含み、

前記第 1 グループの発光部と、前記第 2 グループの発光部とは、前記第 1 方向に対応する方向に離れている請求項 4 1 に記載の電子ビーム装置。

[請求項43] 前記第 1 グループに含まれる前記複数のアパーチャの少なくとも 1 つを通過した光ビームが前記光電変換層に照射される第 1 状態と、前記第 2 グループに含まれる前記複数のアパーチャの少なくとも 1 つを通過した光ビームが前記光電変換層に照射される第 2 状態との一方から他方へ切り換え可能である請求項 4 1 又は 4 2 に記載の電子ビーム装置。

[請求項44] 前記複数のアパーチャは、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する面内に配置される請求項 2 5 ～ 4 3 のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項45] 前記複数のアパーチャのそれぞれのサイズは、対応する光ビームの断面のサイズよりも小さい請求項 2 5 ～ 4 4 のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項46] 前記複数のアパーチャのそれぞれは、対応する光ビームを制限し、
前記複数のアパーチャのそれぞれを通過した複数の光ビームが、前記光電変換層に入射する請求項 2 5 ～ 4 5 のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項47] 前記複数のアパーチャの少なくとも 1 つの形状は、前記複数のアパーチャのそれぞれを通過した複数の光ビームが前記光電変換層に入射することによって生成される前記複数の電子ビームの、前記ターゲット上での照射領域の形状と異なる請求項 2 5 ～ 4 6 のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項48] 前記複数の電子ビームのそれぞれの、前記ターゲット上での照射領域が矩形となるように、前記少なくとも 1 つのアパーチャの形状が決

定される請求項47に記載の電子ビーム装置。

[請求項49] 前記ターゲット上での照射領域の角部の丸まりを抑えるように前記少なくとも1つのアパーチャのそれぞれの形状が決定される請求項48に記載の電子ビーム装置。

[請求項50] 前記少なくとも1つのアパーチャの形状は、前記複数の電子ビームが前記ターゲットに照射されたときに生じる、電子の前方散乱を考慮して決定される請求項47～49のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項51] 前記複数のアパーチャの配置は、前記電子ビーム光学系の光学特性に基づいて決定される請求項25～50のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項52] 前記複数のアパーチャの配置は、前記電子ビーム光学系の歪曲収差に基づいて決定される請求項25～51のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項53] 前記複数のアパーチャの配置は、前記複数の電子ビームに対する前記電子ビーム光学系の収差の影響を打ち消すように、又は低減するように決定される請求項25～52のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項54] 前記複数の発光部と前記光電変換層との間の光路上に配置された複数の光学部材を備え、

前記複数の光学部材は、前記電子ビーム光学系の光軸に交差する方向に並置され、

前記複数の光学部材のそれぞれは、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光ビームを集光して、前記複数の光ビームのうちの1つを射出する請求項1～4のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項55] 前記複数の光学部材のそれぞれには、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光ビームが空間を介さずに入射する請求

項54に記載の電子ビーム装置。

[請求項56] 前記ターゲットは、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する第1方向に移動しながら前記電子ビームが照射され、

前記複数の発光部は、前記電子ビーム光学系の光軸に直交するとともに、前記第1方向に直交する第2方向に対応する方向に第1ピッチで配置された複数の発光部を含む第1グループと、前記第2方向に対応する方向に第2ピッチで配置された複数の発光部を含む第2グループと、を含み、

前記第1グループと前記第2グループは、前記第1方向に対応する方向に離れて配置されている請求項1～24のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項57] 前記光電変換層は湾曲している請求項1～56のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項58] 前記光電変換層は、前記電子ビーム光学系に向かって凹状に湾曲している請求項57に記載の電子ビーム装置。

[請求項59] 前記光電変換層は、前記複数の電子ビームに対する前記電子ビーム光学系の収差の影響を打ち消すように、又は低減するように湾曲している請求項57又は58に記載の電子ビーム装置。

[請求項60] 前記光電変換層を湾曲させることによって、前記電子ビーム光学系の像面湾曲の少なくとも一部を補償する請求項57～59のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項61] 前記ターゲットは、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する第1方向に移動しながら前記複数のビームが照射され、

前記光電変換層は、前記電子ビーム光学系の光軸に直交するとともに前記第1方向に直交する第2方向に対応する方向において湾曲している請求項57～60のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項62] 前記光電変換層の電子放出面は、第1部分と第2部分を有し、前記第2光学系の光軸方向において、前記第1部分の位置と前記第

2部分の位置が異なる請求項1～61のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項63] 前記光電変換層は、光電変換効率の分布を有し、
前記光電変換効率の分布に基づいて前記光ビームの強度の調整が行われる請求項1～62のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項64] 前記光電変換層は、第1の光電変換効率を有する第1部分と、第2の光電変換効率を有する第2部分とを有し、
前記第1、及び第2の光電変換効率の違いを補償するように前記第1部分に照射される光ビームの強度と前記第2部分に照射される光ビームの強度を調整する請求項1～63のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項65] 前記ターゲットは、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する第1方向に移動しながら前記電子ビームが照射され、
前記電子ビーム光学系の光軸に直交するとともに、前記第1方向に直交する第2方向に対応する方向に第1のピッチで前記複数の光ビームを前記光電変換層に照射可能な第1状態と、前記第2方向に対応する方向に第2のピッチで前記複数の光ビームを前記光電変換層に照射可能な第2状態の一方から他方へ切り換え可能である請求項1～64のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

[請求項66] 前記複数の発光部は、前記第2方向に並ぶ複数の発光部を含む第1列と、前記第2方向に並ぶ複数の発光部を含む第2列とを含み、
前記第1列と前記第2列は、前記第1方向に対応する方向に離れている請求項65に記載の電子ビーム装置。

[請求項67] 前記第2列は、前記第1列のバックアップとして機能する請求項66に記載の電子ビーム装置。

[請求項68] 前記光電変換層に照射される前記複数の光ビームのうちの少なくとも1つの強度を変更可能である請求項1～67のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。

- [請求項69] 前記強度の変更は、前記1つ又は2以上の照明光の強度と強度分布の少なくとも一方の変更を含む請求項68に記載の電子ビーム装置。
- [請求項70] 前記複数の光ビームを前記光電変換層に照射することによって生成される複数の電子ビームの強度がほぼ同一となるように、前記強度の調整が行われる請求項1～69のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項71] 前記複数の電子ビームが前記ターゲットに照射されたときに生じる、電子の前方散乱と後方散乱の少なくとも一方を考慮して、前記複数の光ビームのうちの少なくとも1つの光ビームの強度を調整する請求項68～70のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項72] 前記複数の発光部は、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する面内でアレイ状に配置された複数のビームを提供可能である請求項1～71のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項73] 前記複数の光ビームは、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する面内で2次元アレイ状に配置される請求項72に記載の電子ビーム装置。
- [請求項74] 前記電子ビーム光学系は、静電偏向レンズを有する請求項1～73のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項75] 前記静電偏向レンズは、前記電子ビーム光学系の縮小倍率の調整と、前記ターゲットに照射される前記複数の電子ビームの位置の調整の少なくとも一方に用いられる請求項74に記載の電子ビーム装置。
- [請求項76] 前記ターゲットは、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する第1方向に移動しながら前記電子ビームで照射され、
前記電子ビーム光学系は、前記第1方向の長さが a 、前記電子ビーム光学系の光軸にほぼ直交し、前記第1方向に直交する第2方向の長さが b の矩形の露光フィールド有し、
前記電子ビーム光学系からの複数の電子ビームは、前記露光フィールド内に照射される請求項74又は75に記載の電子ビーム装置。

- [請求項77] 前記矩形の露光フィールドのアスペクト比 a/b は、 $1/1.2 \sim 1/4$ である請求項76に記載の電子ビーム装置。
- [請求項78] 前記露光フィールドは、前記電子ビーム光学系の光軸を含むように設定される請求項76又は77に記載の電子ビーム装置。
- [請求項79] 前記電子ビーム光学系は、縮小光学系であり、
前記露光フィールドは、前記電子ビーム光学系の収差有効領域内に設定される請求項76～78のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項80] 前記光電変換層の電子放出面、及び前記電子ビーム光学系が配置される真空室をさらに備え、
前記真空室内で、前記複数の電子ビームが前記ターゲットに照射される請求項1～79のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項81] 前記真空室は、前記電子放出面が配置される第1室と、前記電子ビーム光学系が配置される第2室を含む請求項80に記載の電子ビーム装置。
- [請求項82] 前記複数の発光部と前記電子ビーム光学系のそれぞれを複数備えた請求項1～81のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項83] 前記ターゲットを支持する可動ステージをさらに備え、
前記ステージの移動を制御するとともに、前記ターゲットに照射される前記電子ビームの照射状態を調整する制御装置を、さらに備える請求項1～82のいずれか一項に記載の電子ビーム装置。
- [請求項84] 光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する電子ビーム装置であって、
複数の発光部と、
前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射可能な電子

ビーム光学系と、

前記複数の発光部と前記光電変換層との間の光路上に配置された複数の光学部材と、を備え、

前記複数の光学部材は、前記電子ビーム光学系の光軸に交差する方向に並置され、

前記複数の光学部材のそれぞれは、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光を集光して、前記複数の光ビームのうちの1つを射出可能である電子ビーム装置。

[請求項85] 前記複数の光学部材のそれぞれには、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光ビームが空間を介さずに入射する請求項84に記載の電子ビーム装置。

[請求項86] リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、
前記リソグラフィ工程は、ターゲット上にラインアンドスペースパターンを形成することと、請求項1～85のいずれか一項に記載の電子ビーム装置を用いて、前記ラインアンドスペースパターンを構成するラインパターンの切断を行うことと、を含むデバイス製造方法。

[請求項87] 光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、
光学デバイスの複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを前記光電変換層に照射することと、

前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を、電子ビーム光学系を介して複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射することと、を含み、

前記複数の発光部それぞれからの光は、空間を介さずに前記光電変換層に入射する露光方法。

[請求項88] 光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、
光学デバイスの複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の

光ビームを前記光電変換層に照射することと、

前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を、電子ビーム光学系を介して複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射することと、を含み、

前記複数の発光部それぞれからの光は、気体空間を介さずに前記光電変換層に入射する露光方法。

[請求項89]

光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、

光学デバイスの複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを前記光電変換層に照射することと、

前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を、電子ビーム光学系を介して複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射することと、を含み、

前記複数の発光部それぞれからの光は、真空空間を介さずに前記光電変換層に入射する露光方法。

[請求項90]

光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、

複数の発光部を有し、少なくとも一部が、前記光電変換層の電子放出面が配置される真空室の隔壁を兼ねる発光デバイスの、前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを前記光電変換層に照射することと、

前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を、電子ビーム光学系を介して複数の電子ビームとして前記ターゲットに照射することと、を含む露光方法。

[請求項91]

光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、

複数の発光部を有する自発光型コントラストデバイスアレイを含む

発光デバイスの、前記複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを前記光電変換層に照射することと、

前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を複数の電子ビームとして、電子ビーム光学系を介して前記ターゲットに照射することと、を含む露光方法。

[請求項92] 光電変換層に光を照射するとともに、前記光電変換層から発生する電子を電子ビームとしてターゲットに照射する露光方法であって、

複数の発光部の少なくとも一部の発光により複数の光ビームを、前記複数の発光部と前記光電変換層との間の光路上に配置された複数の光学部材の少なくとも一部を介して前記光電変換層に照射することと、

前記複数の光ビームが前記光電変換層に照射されることによって前記光電変換層から放出される電子を、電子ビーム光学系を介して前記ターゲットに照射することと、を含み、

前記複数の光学部材は、前記電子ビーム光学系の光軸に交差する方向に並置され、

前記複数の光学部材のそれぞれは、前記複数の発光部のうちの少なくとも1つの発光部からの光ビームを集光して、前記複数の光ビームのうちの1つを射出可能である露光方法。

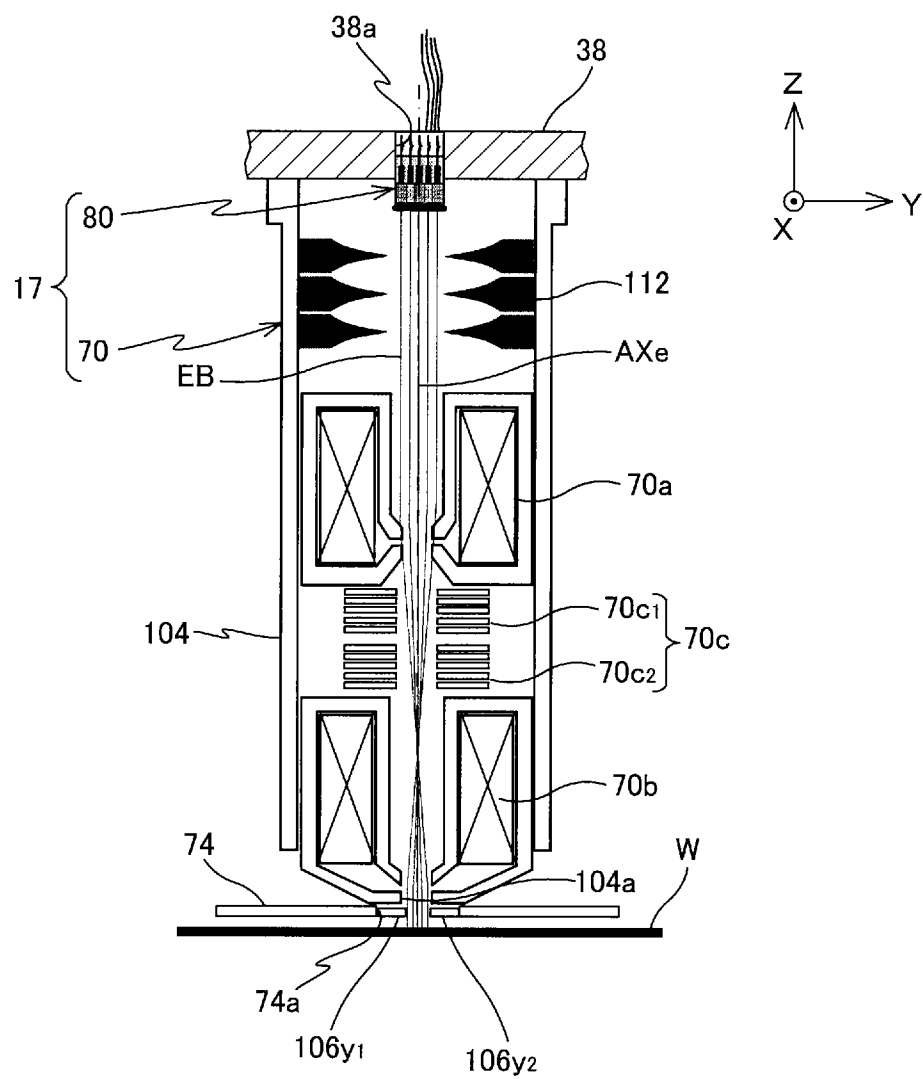
[請求項93] 前記ターゲットは、前記電子ビーム光学系の光軸に直交する第1方向に移動しながら前記電子ビームで照射される請求項87～92のいずれか一項に記載の露光方法。

[請求項94] リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、

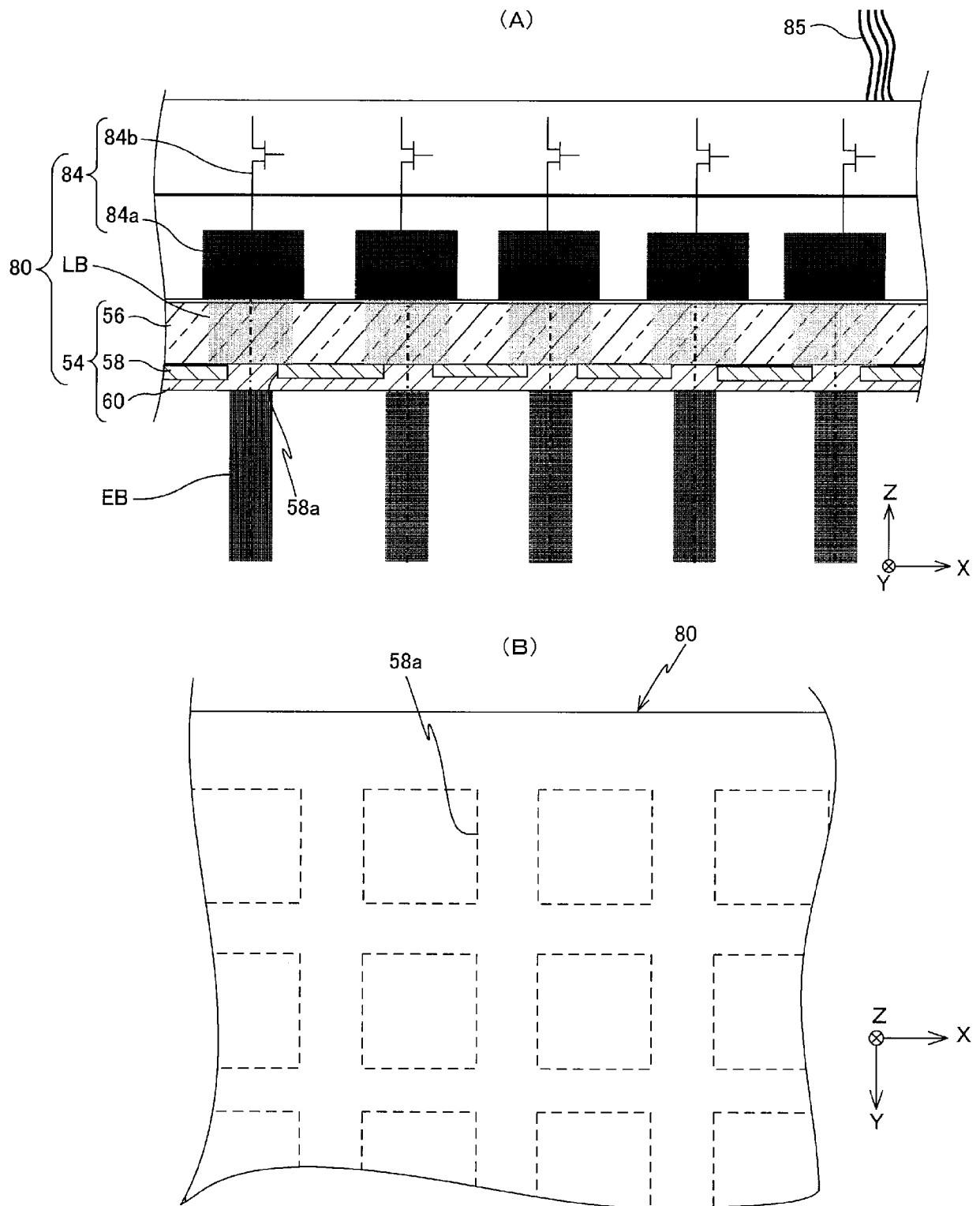
前記リソグラフィ工程は、ターゲット上にラインアンドスペースパターンを形成することと、請求項87～93のいずれかに記載の露光方法を用いて、前記ラインアンドスペースパターンを構成するラインパターンの切断を行うことと、を含むデバイス製造方法。

- [請求項95] 光の照射により電子を放出する光電変換層を有する光電素子であって、
複数の発光部と、
光透過部材と、
前記光透過部材の光射出側に形成された前記光電変換層と、を備え、
前記複数の発光部の少なくとも1つからの光を、気体空間を介さずに、前記光電変換層に照射する光電素子。
- [請求項96] 光の照射により電子を放出する光電変換層を有する光電素子であって、
複数の発光部と、
光透過部材と、
前記光透過部材の光射出側に形成された前記光電変換層と、を備え、
前記複数の発光部の少なくとも1つからの光を、真空空間を介さずに、前記光電変換層に照射する光電素子。
- [請求項97] 複数のアパーチャをさらに備え、
前記複数の発光部の少なくとも1つで発せられ、前記複数のアパーチャの少なくとも1つを通過した光が前記光電変換層に入射する請求項95又は96に記載の光電素子。
- [請求項98] 前記複数のアパーチャを形成する遮光層を有する請求項97に記載の光電素子。

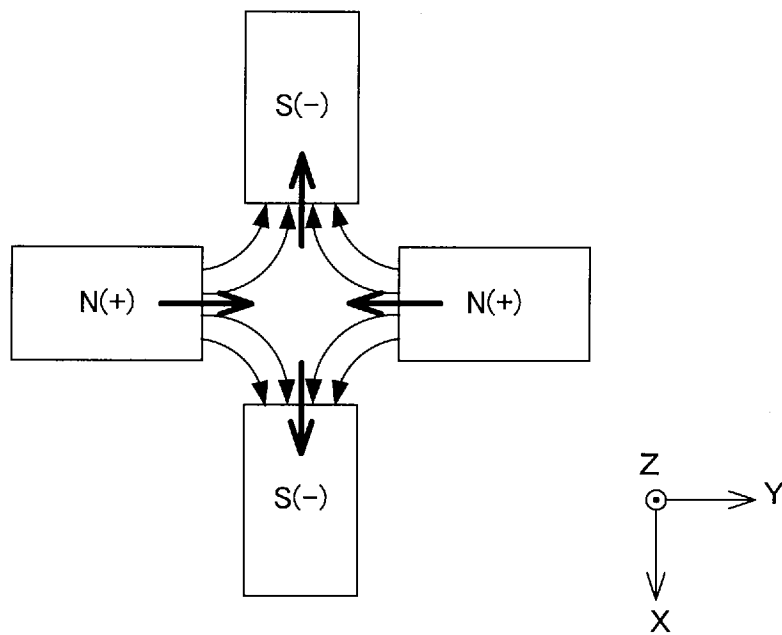
[図2]



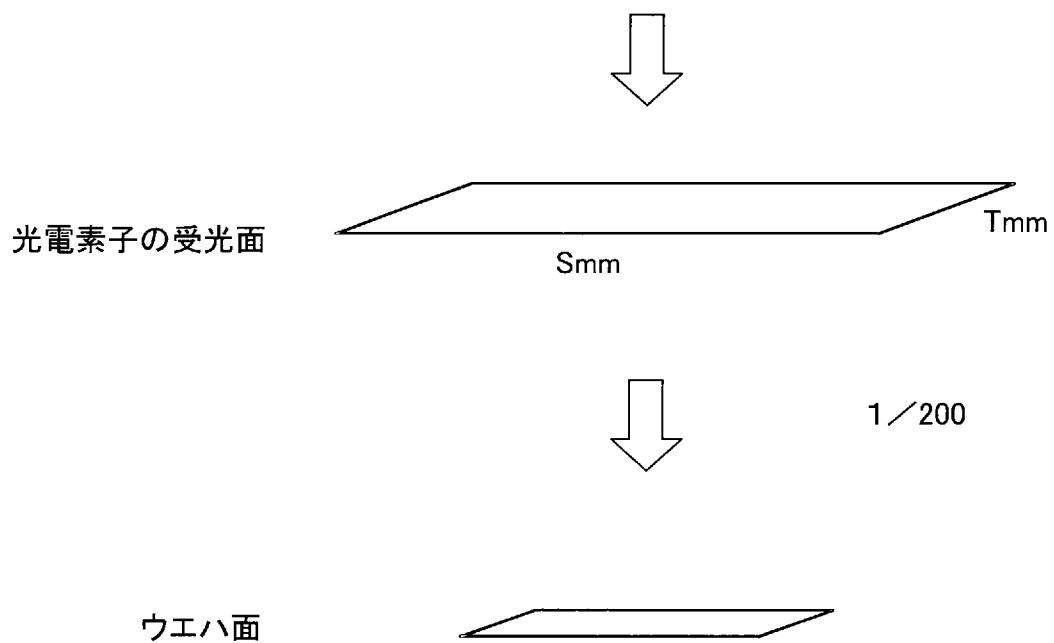
[図3]



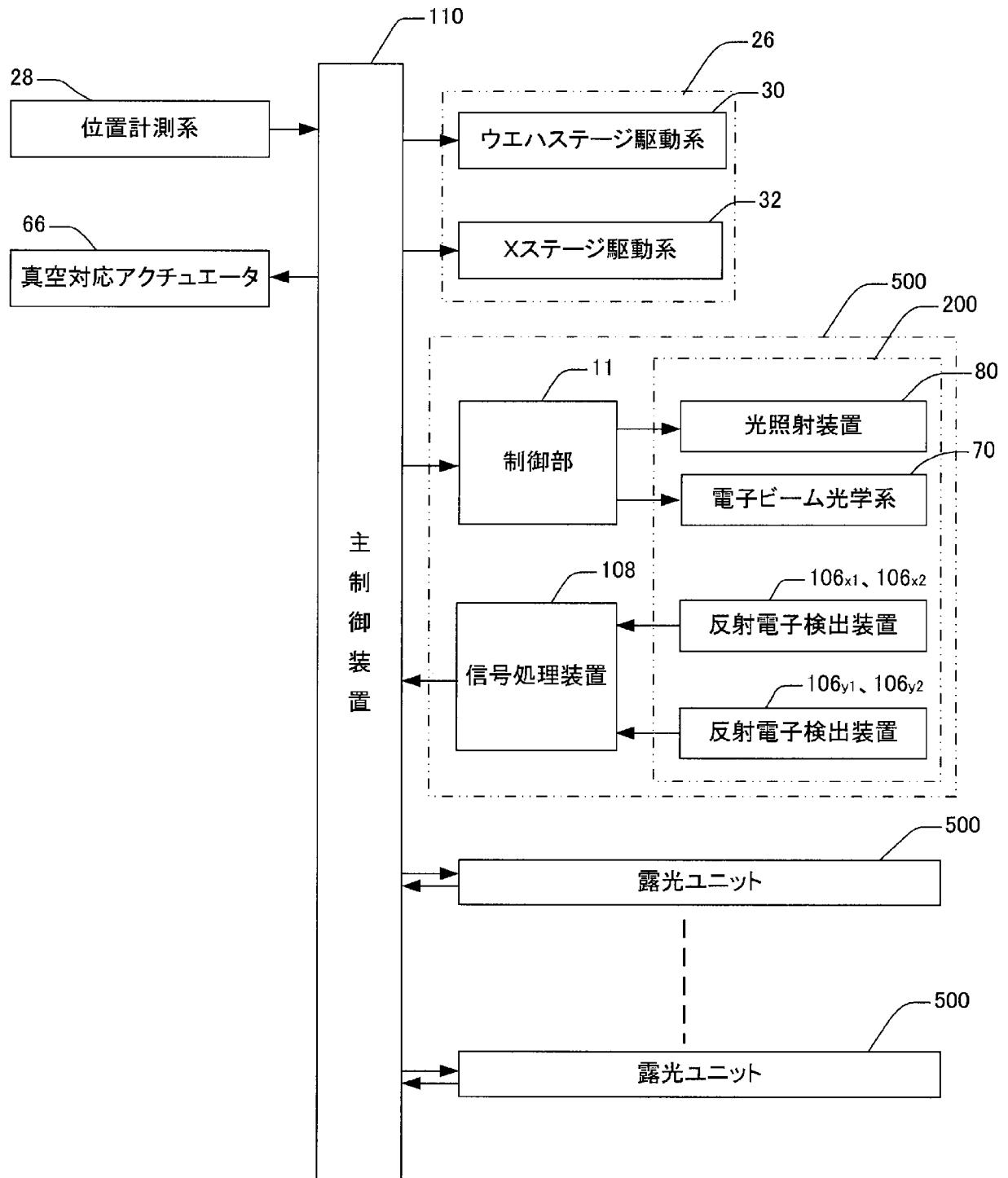
[図4]



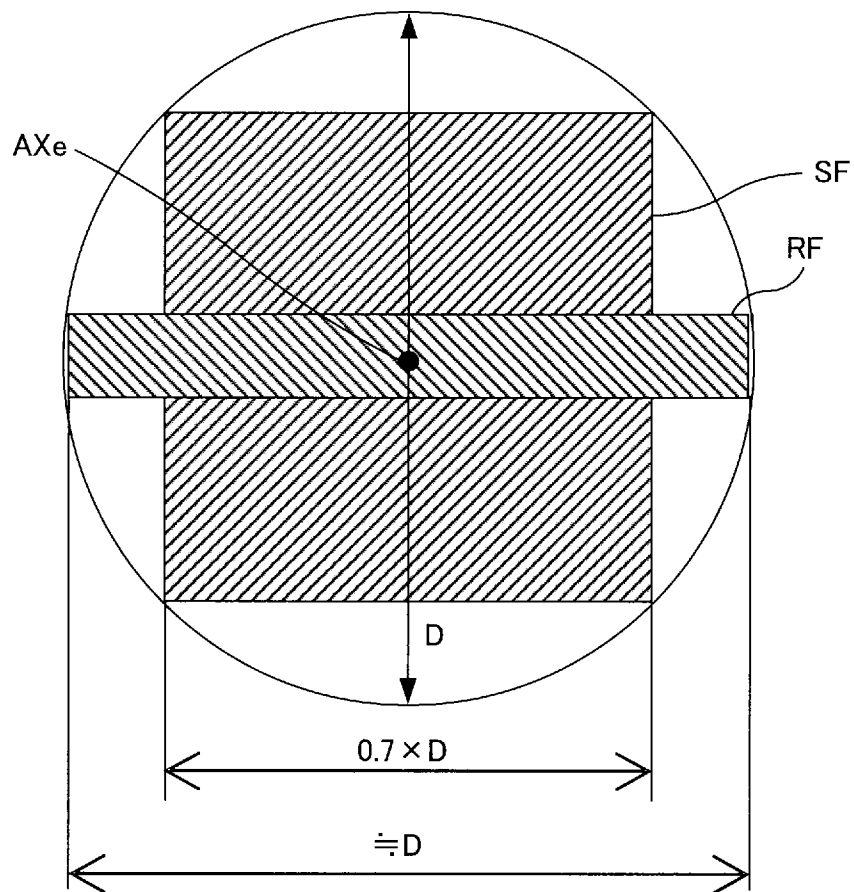
[図5]



[図6]

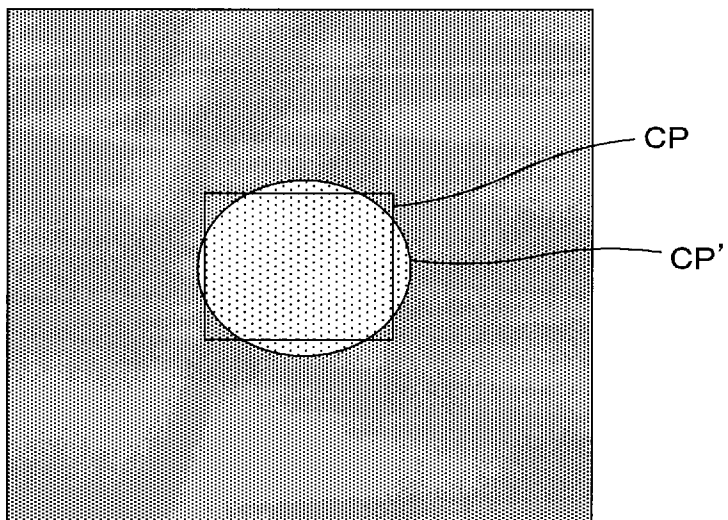


[図7]

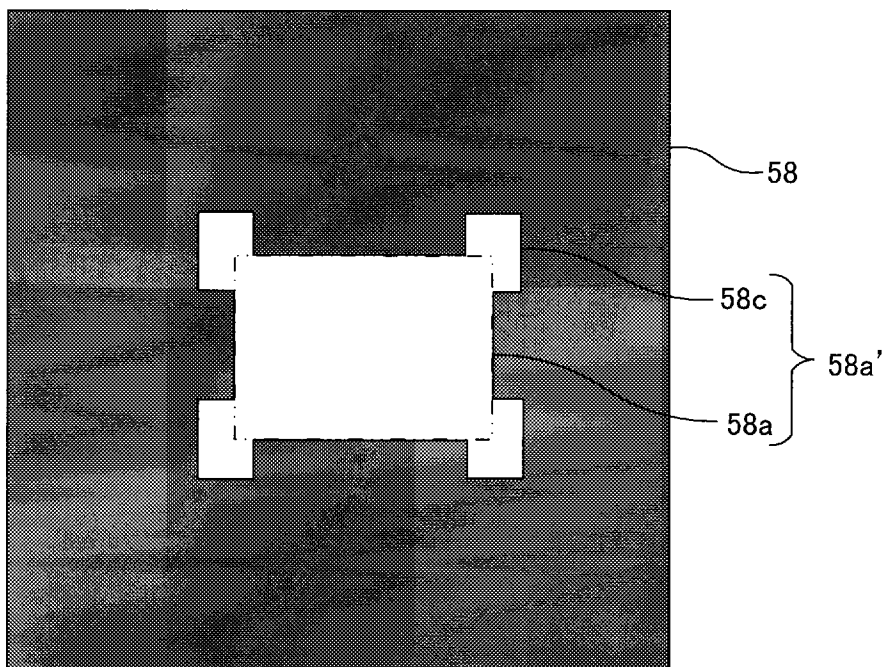


[図8]

(A)

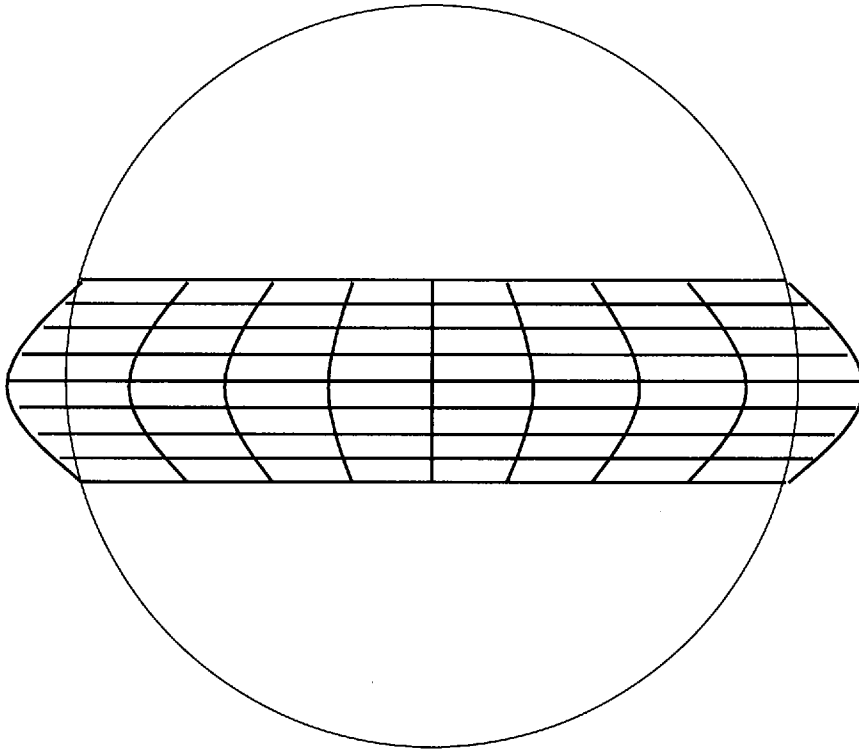


(B)

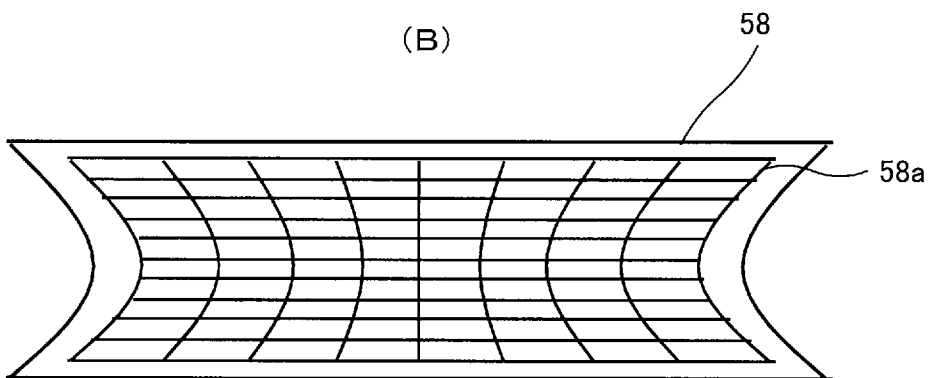


[図9]

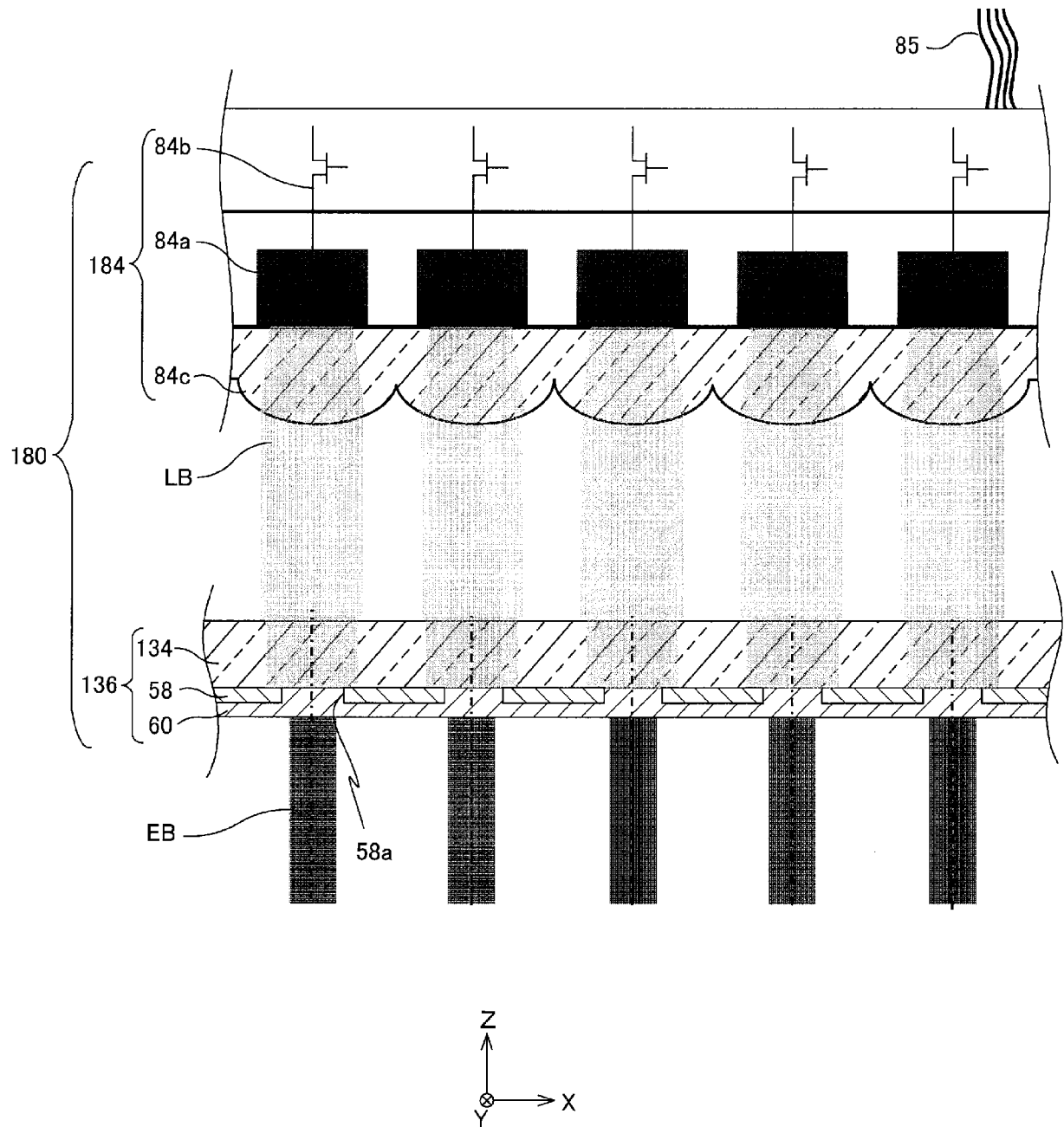
(A)



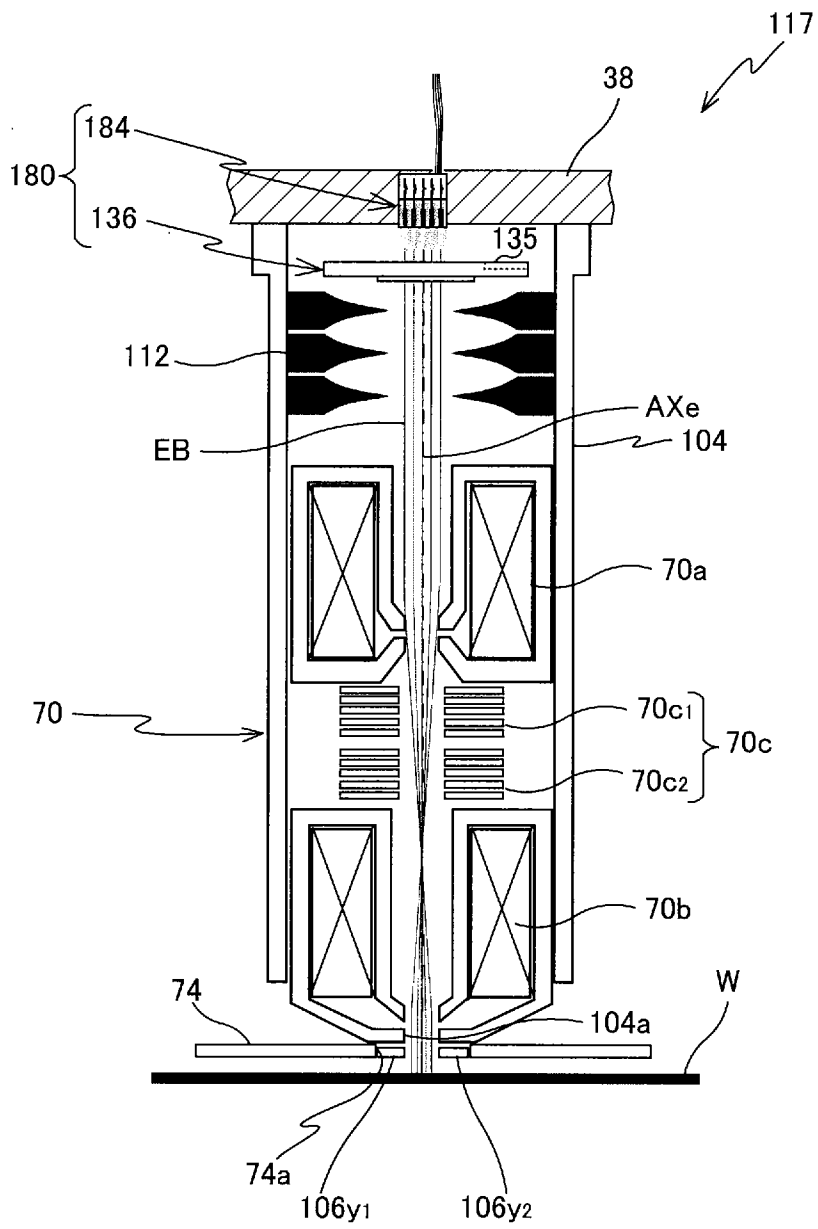
(B)



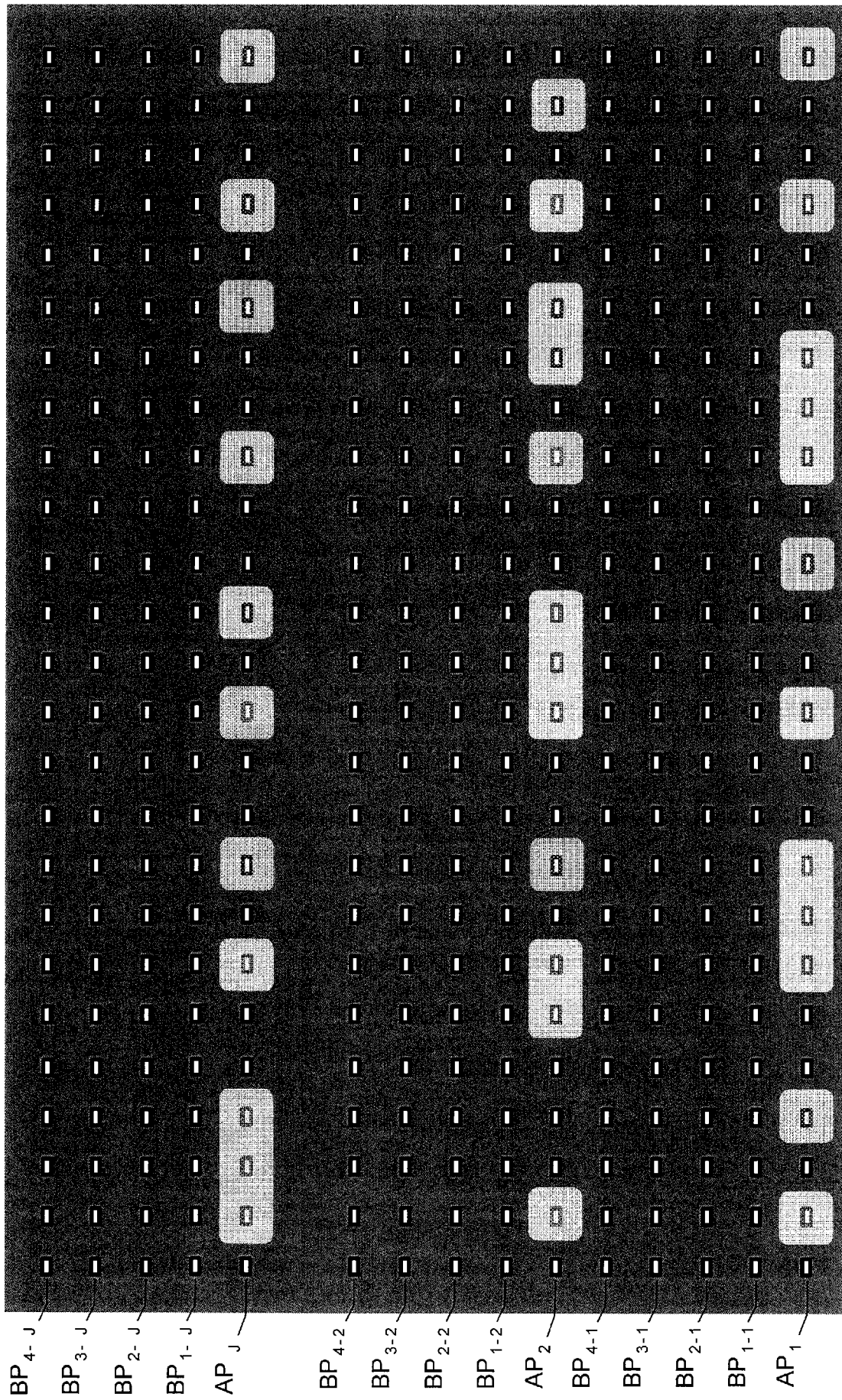
[図10]



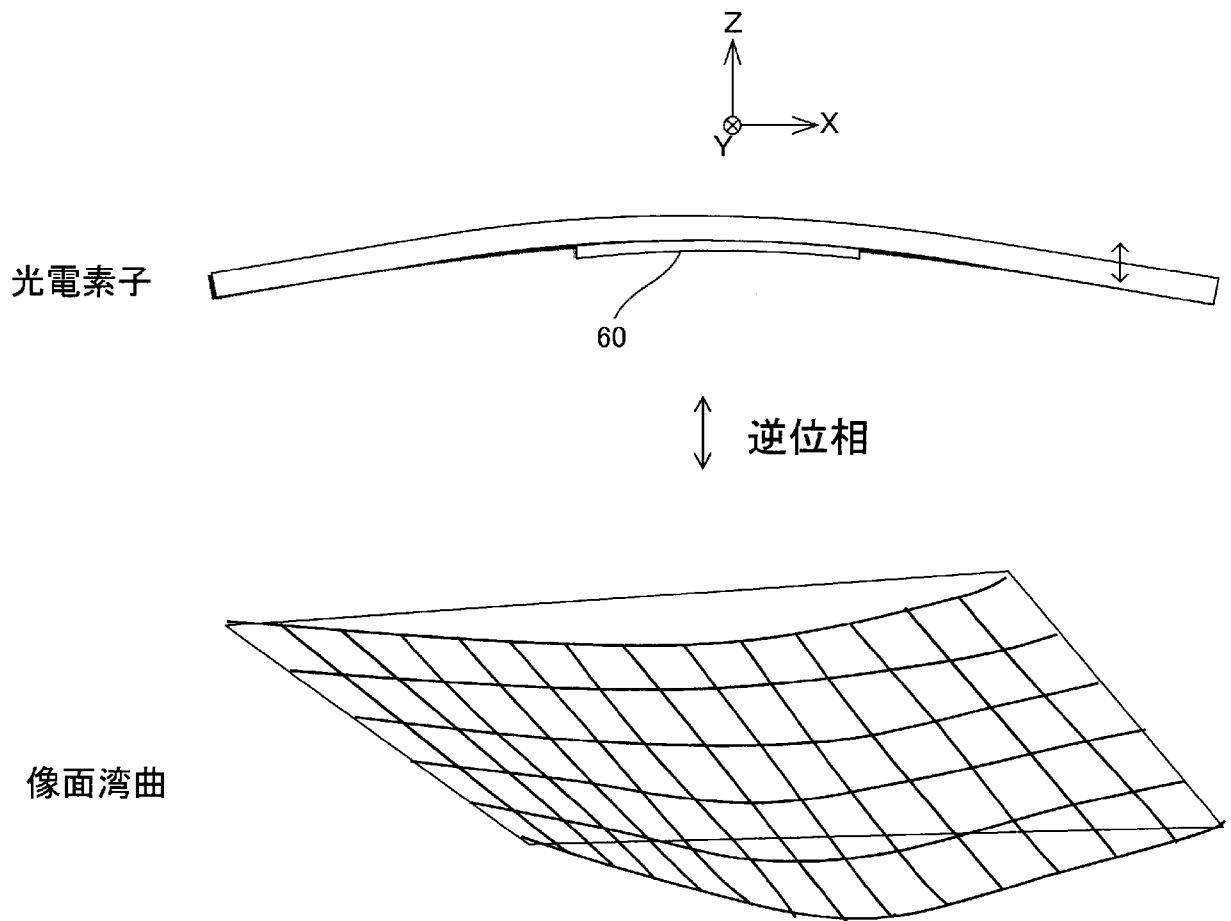
[図11]



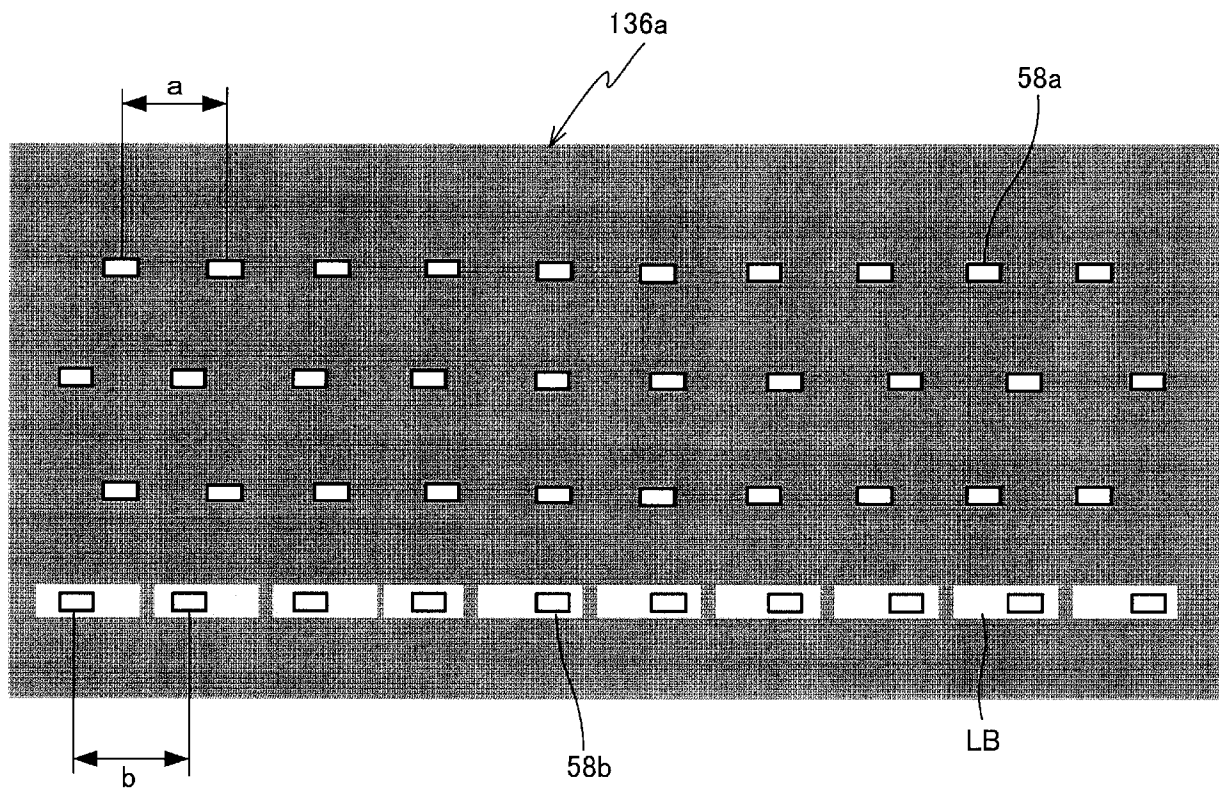
[図12]



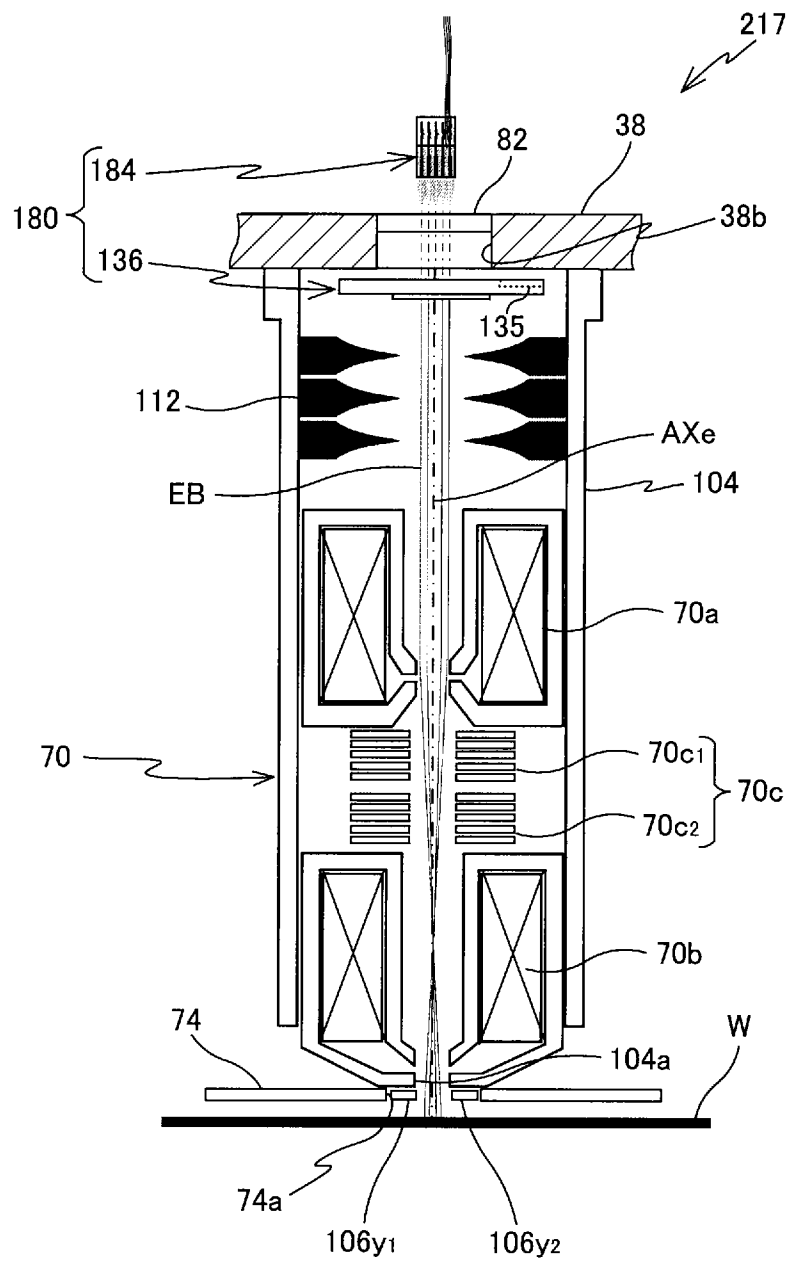
[図13]



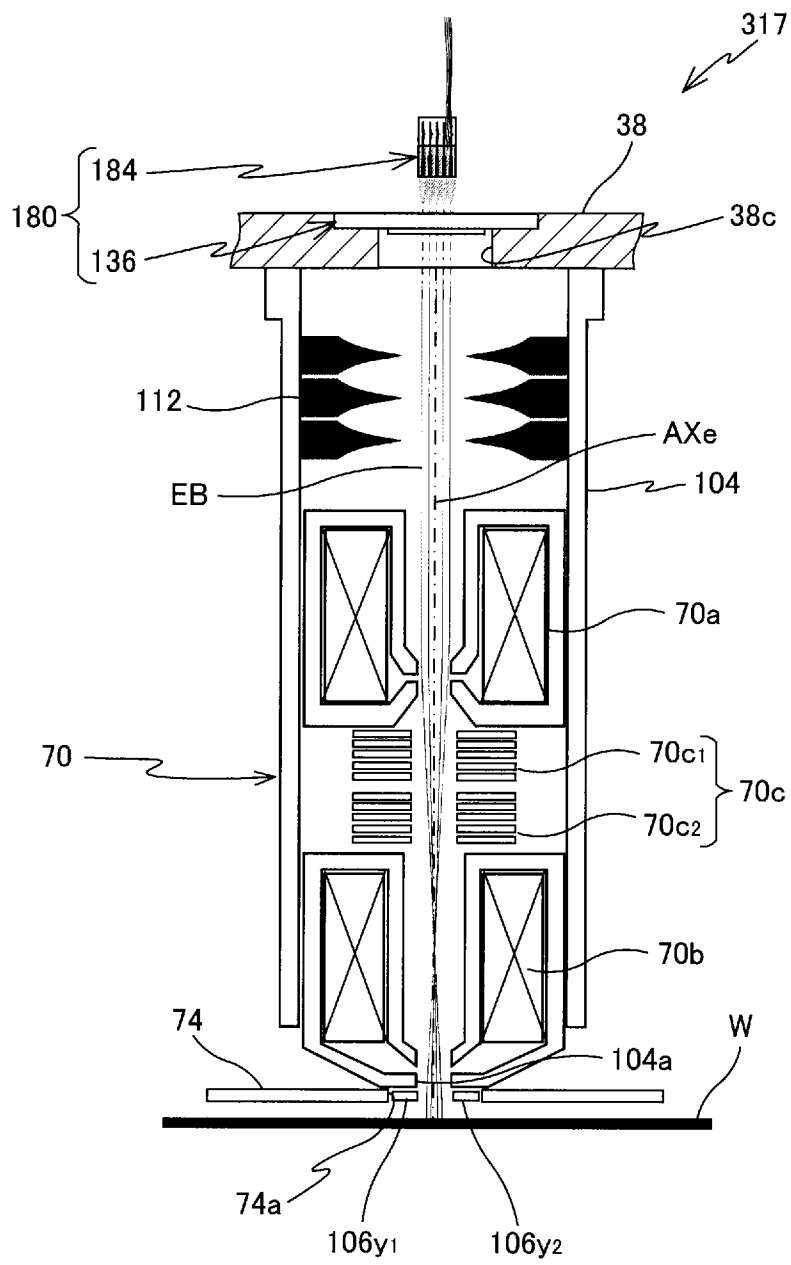
[図14]



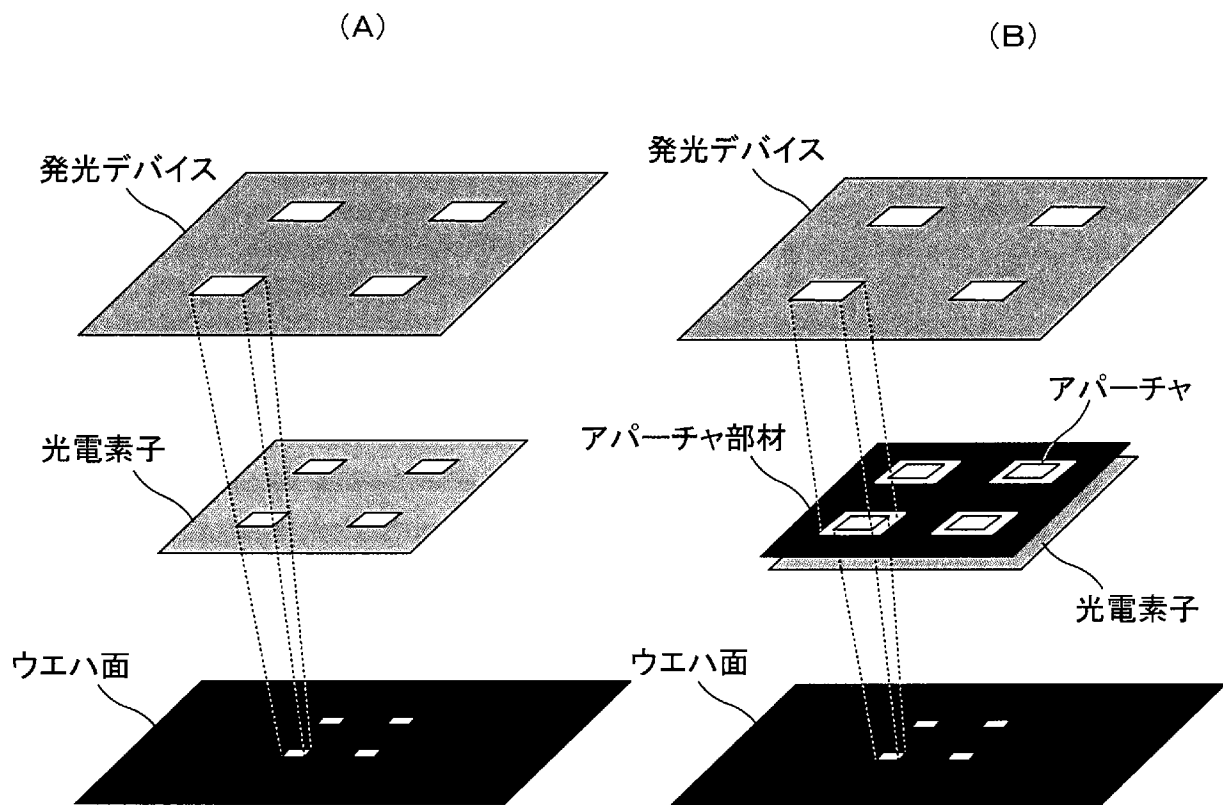
[図15]



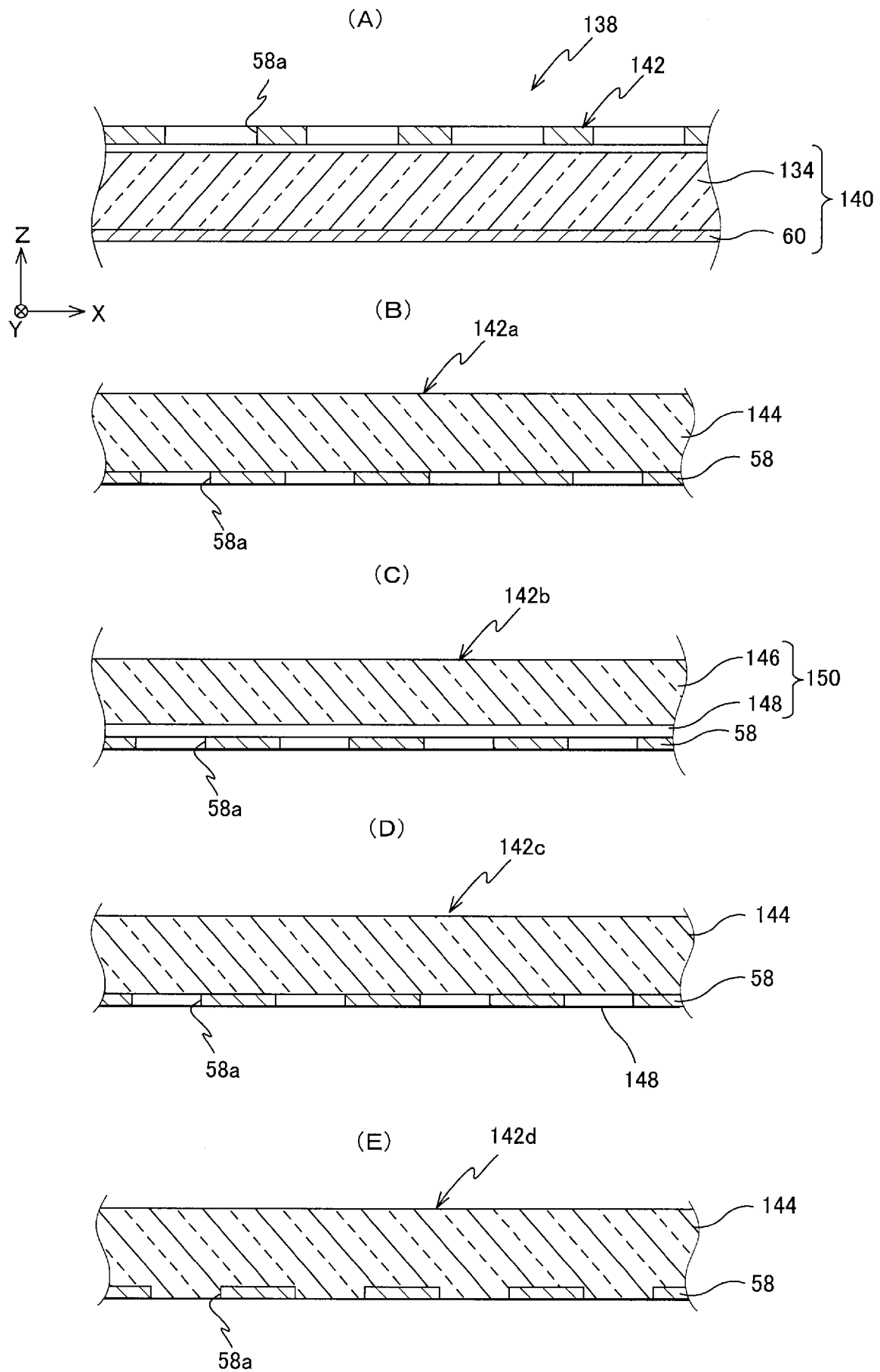
[図16]



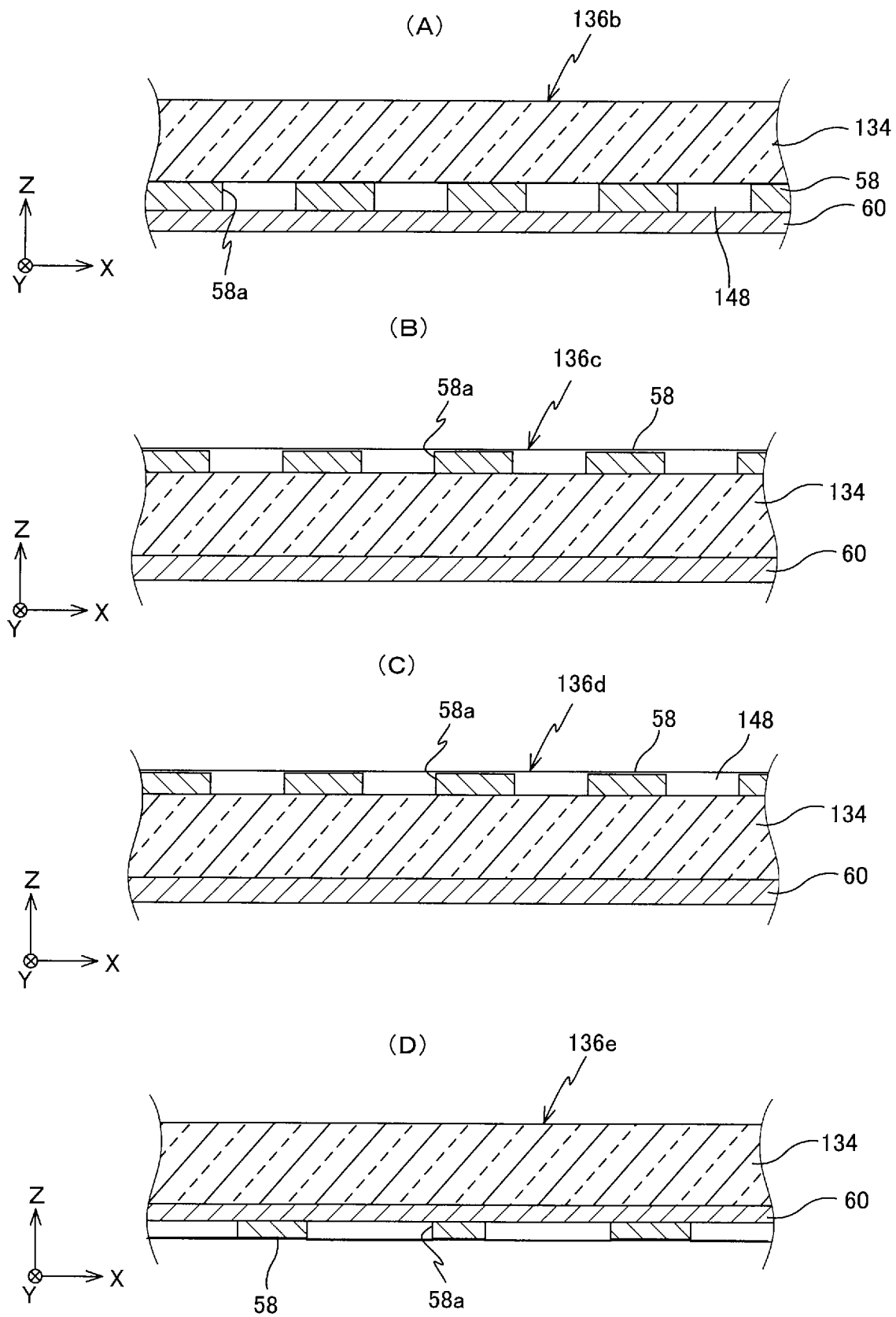
[図17]



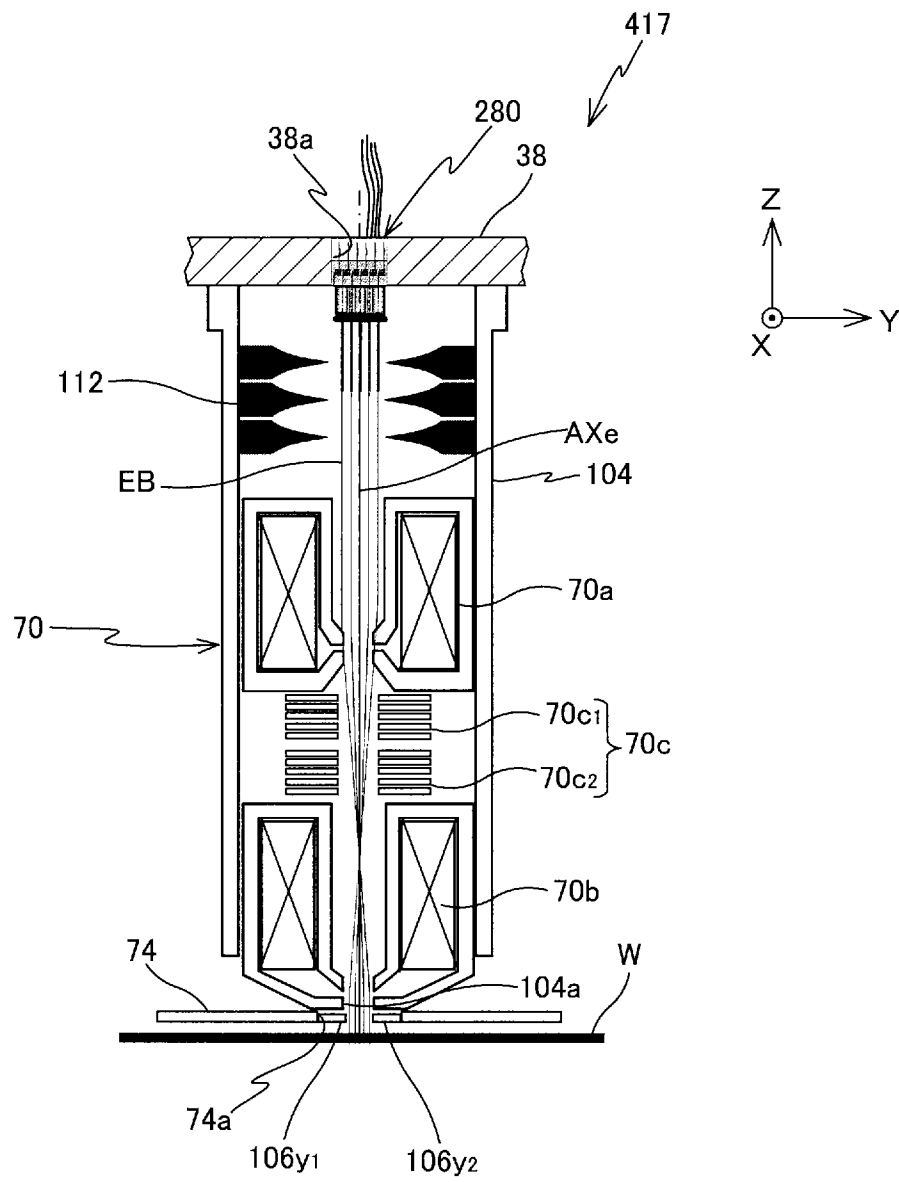
[図18]



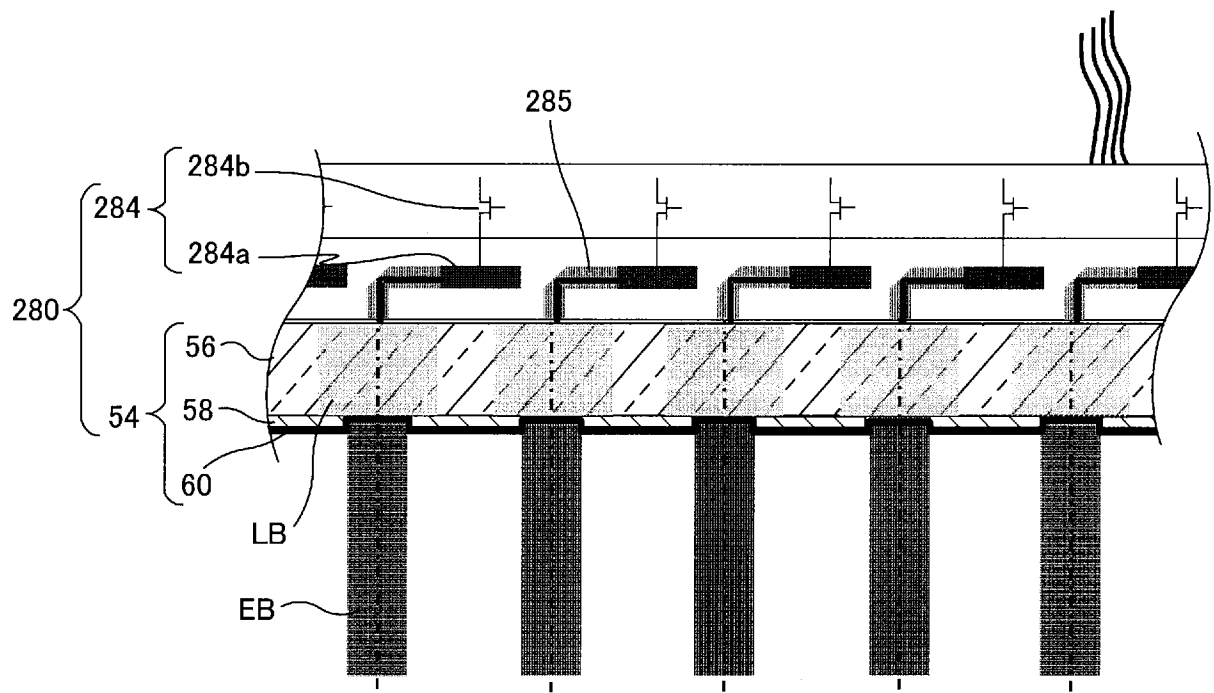
[図19]



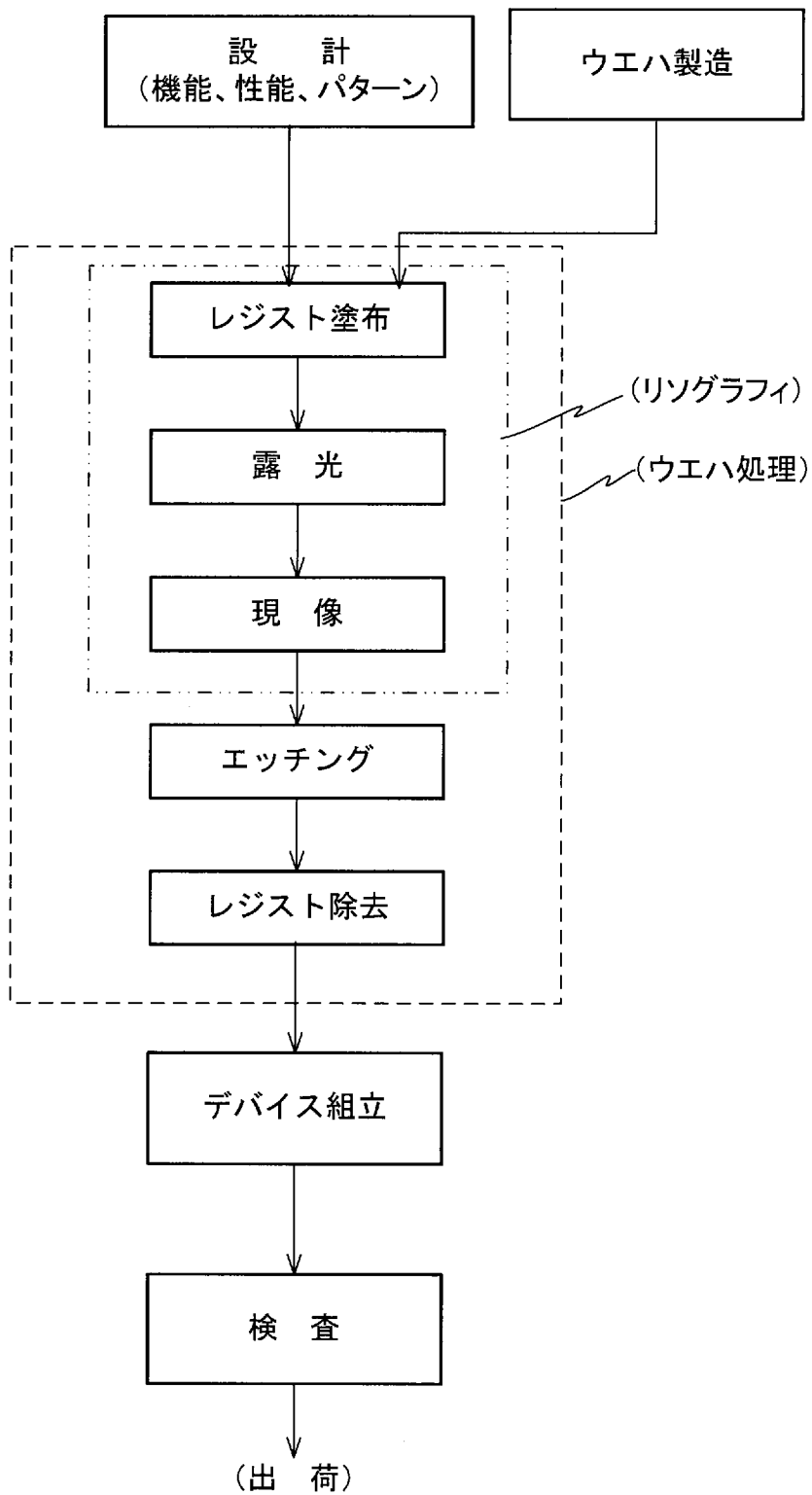
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/035598

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H01L21/027(2006.01) i, G03F7/20(2006.01) i, H01J37/073(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. H01L21/027, G03F7/20, H01J37/073

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	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	1994-2017

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 2000-123716 A (FUJITSU LIMITED) 28 April 2000, paragraphs [0003], [0022]-[0040], fig. 1-10 (Family: none)	1, 5, 8-13, 16-18, 20, 24, 62, 72-75, 80-81, 86-87, 94
Y		14-15, 25-40, 44-47, 57-58, 68-69, 76-79, 82-83, 93
A		6-7, 41-43, 48-53, 56, 59-61, 63-67, 70-71, 90



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11.12.2017

Date of mailing of the international search report
19.12.2017

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/JP2017/035598

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-506828 A (ETEC SYSTEMS, INC.) 18 February 2003, paragraph [0021], fig. 1, 2A & US 6448568 B1 & WO 2001/009920 A1, page 8, lines 20-30 & EP 1200978 A1 & AU 6385500 A	14-15
Y	JP 9-275068 A (NIKON CORPORATION) 21 October 1997, paragraph [0008], fig. 6 (Family: none)	25-40, 44-47
Y	JP 2006-134876 A (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 25 May 2006, fig. 3 & US 2006/0098782 A1, fig. 3 & DE 102005052616 A1 & NL 1030301 A & CN 1788682 A	57-58
Y	JP 6-236840 A (HITACHI, LTD.) 23 August 1994, paragraph [0018], fig. 4 (Family: none)	68-69
Y	JP 11-224840 A (NIKON CORPORATION) 17 August 1999, paragraph [0010] (Family: none)	76-79
Y	JP 2002-352763 A (EBARA CORPORATION) 06 December 2002, fig. 1 (Family: none)	82-83, 93

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/035598

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, 5-18, 20, 24-53, 56-83, 86-87, 90, 93-94

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/JP2017/035598

(Continuation of Box No. III)

Document 1: JP 2000-123716 A (FUJITSU LIMITED) 28 April 2000, paragraphs [0022]-[0037], fig. 1-8

(Family: none)

(Invention 1) Claims 1, 5-18, 20, 24-53, 56-83, 86-87, 90, 93-94

Document 1 describes an "electron beam apparatus wherein light emitted from each of two-dimensional layer beam arrays 10b (a plurality of light-emitting sections) enters an electron-emitting element 20 (photoelectric conversion layer) via no space", and claims 1, 5, and 87 lack novelty in light of document 1 and thus do not have a special technical feature. However, claim 6 that is a dependent claim of claim 1 has a special technical feature wherein "at least a part of a light-emitting device serves as a partition in a vacuum chamber in which an electron-emitting surface of a photoelectric conversion layer is arranged", and claims 7-18, 24-53, 56-83, 86, 90, and 93-94 also have the same technical feature of claim 6. Claim 20 is a dependent claim of claim 1 and is thus classified as invention 1.

Claims 1, 5-18, 20, 24-53, 56-83, 86-87, 90, 93-94 are thus classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 2-3, 88, 95, and 97-98

Claims 2-3, 88, 95, and 97-98 cannot be said to have the same or corresponding technical feature of claims 1, 5-18, 20, 24-53, 56-83, 86-87, 90, 93-94 classified as invention 1. Moreover, claims 2-3, 88, 95, and 97-98 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Claims 2-3, 88, 95, and 97-98 thus cannot be classified as invention 1.

Furthermore, claims 2-3, 88, 95, and 97-98 have a special technical feature wherein "light emitted from each of a plurality of light-emitting sections enters a photoelectric conversion layer via no gas space" and are thus classified as invention 2.

(Invention 3) Claims 4, 89, and 96

Claims 4, 89, and 96 cannot be said to have the same or corresponding technical feature of claims 1, 5-18, 20, 24-53, 56-83, 86-87, 90, 93-94 classified as invention 1 and claims 2-3, 88, 95, and 97-98 classified as invention 2.

Moreover, claims 4, 89, and 96 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1 or 2.

Claims 4, 89, and 96 thus cannot be classified as either of inventions 1 and 2.

Claims 4, 89, and 96 have a special technical feature wherein "light emitted from each of a plurality of light-emitting sections enters a photoelectric conversion layer via no vacuum space" and are thus classified as invention 3.

(Invention 4) Claims 19 and 91

Claims 19 and 91 cannot be said to have the same or corresponding technical feature of invention 1, 2, or 3. Moreover, claims 19 and 91 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1, 2, or 3.

Claims 19 and 91 thus cannot be classified as any of inventions 1, 2, and 3.

Claims 19 and 91 have a special technical feature wherein "the light-emitting device includes a light emission type contrast device array" and are thus classified as invention 4.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/035598

(Continuation of Box No. III)

(Invention 5) Claim 21

Claim 21 cannot be said to have the same or corresponding technical feature of invention 1, 2, 3, or 4. Moreover, claim 21 is not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1, 2, 3, or 4.

Furthermore, claim 21 is a dependent claim of claim 1 classified as invention 1. However, "at least a part of a light-emitting device serves as a partition in a vacuum chamber" that is a technical feature added to claim 1 has little technical relevance to "light emitted from each of a plurality of light-emitting sections enters a photoelectric conversion layer via no gas space" that is a technical feature of claim 1. Claim 21 thus is not considered to have relevance to claim 1 as an invention.

Claim 21 thus cannot be classified as any of inventions 1, 2, 3, and 4.

Claim 21 has a special technical feature wherein "at least a part of a light-emitting device serves as a partition in a vacuum chamber" and is thus classified as invention 5.

(Invention 6) Claims 22-23, 54-55, 84-85, and 92

Claims 22-23, 54-55, 84-85, and 92 cannot be said to have the same or corresponding technical feature of invention 1, 2, 3, 4, or 5. Moreover, claims 22-23, 54-55, 84-85, and 92 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1, 2, 3, 4, or 5.

Furthermore, claims 22-23 are dependent claims of claim 1 classifies as invention 1. However, "including a plurality of optical members arranged on an optical path between a plurality of light-emitting sections and a photoelectric conversion layer" that is a technical feature added to claim 1 has little technical relevance to "light emitted from each of a plurality of light-emitting sections enters a photoelectric conversion layer via no gas space" that is a technical feature of claim 1. Claims 22-23 thus are not considered to have relevance to claim 1 as an invention.

Claims 22-23, 54-55, 84-85, and 92 thus cannot be classified as any of inventions 1, 2, 3, 4, and 5.

Claims 22-23, 54-55, 84-85, and 92 have a special technical feature of "including a plurality of optical members arranged on an optical path between a plurality of light-emitting sections and a photoelectric conversion layer" and are thus classified as invention 6.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/027(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, H01J37/073(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H01L21/027, G03F7/20, H01J37/073

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2000-123716 A (富士通株式会社) 2000.04.28, [0003], [0022] - [0040]、図1-10（ファミリーなし）	1, 5, 8-13, 16-18, 20, 24, 62, 72-75, 80-81, 86-87, 94
Y		14-15, 25-40, 44-47, 57-58, 68-69, 76-79,

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.12.2017

国際調査報告の発送日

19.12.2017

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）

鳥居 祐樹

2G

4070

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A		82-83, 93 6-7, 41-43, 48-53, 56, 59-61, 63-67, 70-71, 90
Y	JP 2003-506828 A (エテック システムズ インコーポレイテッド) 2003.02.18, [0021]、図1, 2 A & US 6448568 B1 & W0 2001/009920 A1, page 8, lines 20-30 & EP 1200978 A1 & AU 6385500 A	14-15
Y	JP 9-275068 A (株式会社ニコン) 1997.10.21, [0008]、図6 (フ ァミリーなし)	25-40, 44-47
Y	JP 2006-134876 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2006.05.25, 図3 & US 2006/0098782 A1, figure 3 & DE 102005052616 A1 & NL 1030301 A & CN 1788682 A	57-58
Y	JP 6-236840 A (株式会社日立製作所) 1994.08.23, [0018]、 図4 (ファミリーなし)	68-69
Y	JP 11-224840 A (株式会社ニコン) 1999.08.17, [0010] (フ ァミリーなし)	76-79
Y	JP 2002-352763 A (株式会社荏原製作所) 2002.12.06, 図1 (フ ァミリーなし)	82-83, 93

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。

請求項 1, 5-18, 20, 24-53, 56-83, 86-87, 90, 93-94

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。

第 I I I 欄続き

文献 1 : JP 2000-123716 A (富士通株式会社) 2000.04.28, [0022] - [0037]、図 1-8 (ファミリーなし)

(発明 1) 請求項 1, 5-18, 20, 24-53, 56-83, 86-87, 90, 93-94

文献 1 には「2次元レーザアレイ 10b (複数の発光部) それぞれからの光は、空間を介さずに電子放出素子 20 (光電変換層) に入射する電子ビーム装置」が記載されており、請求項 1, 5, 87 は、文献 1 により新規性が欠如しているため、特別な技術的特徴を有しない。しかしながら、請求項 1 の従属請求項である請求項 6 は、「発光デバイスの少なくとも一部は、光電変換層の電子放出面が配置される真空室の隔壁を兼ねる」という特別な技術的特徴を有しており、請求項 7-18, 24-53, 56-83, 86, 90, 93-94 も、請求項 6 と同一の技術的特徴を有している。請求項 20 は請求項 1 の従属請求項であるため発明 1 に区分する。

したがって、請求項 1, 5-18, 20, 24-53, 56-83, 86-87, 90, 93-94 を発明 1 に区分する。

(発明 2) 請求項 2-3, 88, 95, 97-98

請求項 2-3, 88, 95, 97-98 は、発明 1 に区分された請求項 1, 5-18, 20, 24-53, 56-83, 86-87, 90, 93-94 と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。さらに、請求項 2-3, 88, 95, 97-98 は、発明 1 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 2-3, 88, 95, 97-98 は発明 1 に区分できない。

そして、請求項 2-3, 88, 95, 97-98 は、「前記複数の発光部それぞれからの光は、気体空間を介さずに前記光電変換層に入射する」という特別な技術的特徴を有しているので、発明 2 に区分する。

(発明 3) 請求項 4, 89, 96

請求項 4, 89, 96 は、発明 1 に区分された請求項 1, 5-18, 20, 24-53, 56-83, 86-87, 90, 93-94 又は発明 2 に区分された請求項 2-3, 88, 95, 97-98 と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。

さらに、請求項 4, 89, 96 は、発明 1 又は発明 2 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 4, 89, 96 は発明 1 及び発明 2 のいずれにも区分できない。

そして、請求項 4, 89, 96 は、「前記複数の発光部それぞれからの光は、真空空間を介さずに前記光電変換層に入射する」という特別な技術的特徴を有しているので、発明 3 に区分する。

(発明 4) 請求項 19, 91

請求項 19, 91 は、発明 1、2 又は 3 と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。さらに、請求項 19, 91 は、発明 1、2 又は 3 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 19, 91 は発明 1、2 又は 3 のいずれにも区分できない。

そして、請求項 19, 91 は、「前記発光デバイスは、自発光型コントラストデバイスアレイを含む」という特別な技術的特徴を有しているので、発明 4 に区分する。

(発明5) 請求項 21

請求項21は、発明1、2、3又は4と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。さらに、請求項21は、発明1、2、3又は4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。

また、請求項21は、発明1に区分された請求項1の従属請求項であるが、請求項1に対して追加された技術的特徴である「光電素子の少なくとも一部が真空室の隔壁を兼ねる」は、請求項1の技術的特徴である「複数の発光部それぞれからの光は、気体空間を介さずに光電変換層に入射する」と、技術的関連性が低い。このため、請求項21が請求項1に対して発明の連関性を有しているとは認められない。

したがって、請求項21は発明1、2、3又は4のいずれにも区分できない。

そして、請求項21は、「光電素子の少なくとも一部が真空室の隔壁を兼ねる」という特別な技術的特徴を有しているので、発明5に区分する。

(発明6) 請求項 22-23, 54-55, 84-85, 92

請求項22-23, 54-55, 84-85, 92は、発明1、2、3、4又は5と、同一の又は対応する技術的特徴を有しているとはいえない。さらに、請求項22-23, 54-55, 84-85, 92は、発明1、2、3、4又は5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。

また、請求項22-23は、発明1に区分された請求項1の従属請求項であるが、請求項1に対して追加された技術的特徴である「複数の発光部と光電変換層との間の光路上に配置された複数の光学部材を備える」は、請求項1の技術的特徴である「複数の発光部それぞれからの光は、気体空間を介さずに光電変換層に入射する」と、技術的関連性が低い。このため、請求項22-23が請求項1に対して発明の連関性を有しているとは認められない。

したがって、請求項22-23, 54-55, 84-85, 92は発明1、2、3、4又は5のいずれにも区分できない。

そして、請求項22-23, 54-55, 84-85, 92は、「複数の発光部と光電変換層との間の光路上に配置された複数の光学部材を備える」という特別な技術的特徴を有しているので、発明6に区分する。