

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-69813

(P2013-69813A)

(43) 公開日 平成25年4月18日(2013.4.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 4 1 C	5 C 0 3 3
G O 3 F 7/20 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 4 1 W	5 C 0 3 4
H O 1 J 37/305 (2006.01)	G O 3 F 7/20 5 2 1	5 F 0 5 6
H O 1 J 37/147 (2006.01)	H O 1 J 37/305 B	
	H O 1 J 37/147 C	
審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 15 頁)		

(21) 出願番号 特願2011-206558 (P2011-206558)
(22) 出願日 平成23年9月21日 (2011. 9. 21)

(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74) 代理人 100076428
弁理士 大塚 康德
(74) 代理人 100112508
弁理士 高柳 司郎
(74) 代理人 100115071
弁理士 大塚 康弘
(74) 代理人 100116894
弁理士 木村 秀二
(74) 代理人 100130409
弁理士 下山 治
(74) 代理人 100134175
弁理士 永川 行光

最終頁に続く

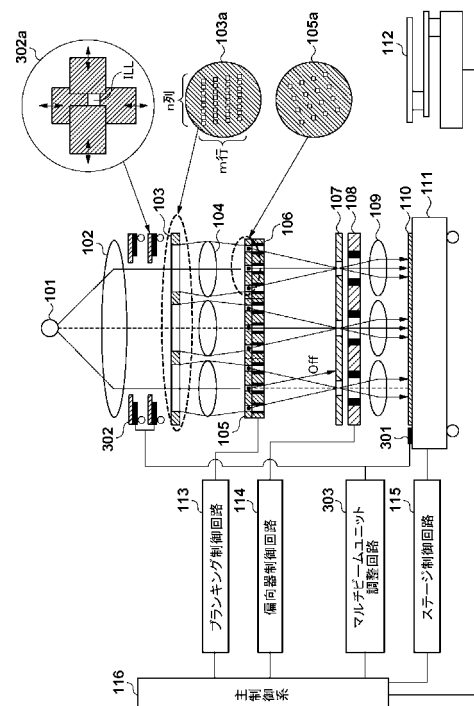
(54) 【発明の名称】 描画装置、および、物品の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】マルチビーム方式の描画装置で、異常な荷電粒子線が存在しても描画に有利な技術を提供する。

【解決手段】描画装置は、荷電粒子光学系と制限部と制御部とを備える。荷電粒子光学系は、第1方向に沿って第1ピッチで配置された n 以上の N 本の荷電粒子線を含む行が、第1方向に直交する第2方向に沿って第2ピッチで m 以上の M 行存在し、 M 行のうち1番目から m 番目の行は、各行の先頭の荷電粒子線の第1方向における位置が第1ピッチの $(1/m)$ ずつずれ、かつ、 $(m+i)$ 番目の行の先頭の荷電粒子線の第1方向における位置が i 番目の行の先頭の荷電粒子線の第1方向における位置と同じに配列された $(M \times N)$ 本の荷電粒子線を生成する。制御部は、 $(M \times N)$ 本の荷電粒子線の中に異常線が存在する場合、該異常線を含まず連続する n 本の荷電粒子線を含む行が、 m の約数分の行だけ第2方向に沿って連続して使用できるように、制限部を制御する。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であって、

m 、 n 、 i をそれぞれ自然数とし、 M を m 以上の自然数とし、 N を n 以上の自然数とするとき、第 1 方向に沿って第 1 ピッチで配置された N 本の荷電粒子線を含む行が、前記第 1 方向に直交する第 2 方向に沿って第 2 ピッチで M 行存在し、前記 M 行のうち第 1 番目から第 m 番目の行は、各行の先頭の荷電粒子線の前記第 1 方向における位置が前記第 1 ピッチの $(1/m)$ ずつずれ、かつ、第 $(m+i)$ 番目の行の先頭の荷電粒子線の前記第 1 方向における位置が第 i 番目の行の先頭の荷電粒子線の前記第 1 方向における位置と同じであるように配列された $(M \times N)$ 本の荷電粒子線を生成する荷電粒子光学系と、

10

前記基板を保持して前記第 2 方向に沿って移動する基板ステージと、

前記荷電粒子光学系が前記基板に対して射出する荷電粒子線の本数を制限する制限部と

、
前記 $(M \times N)$ 本の荷電粒子線の中に使用条件を満たさない異常線が存在する場合、該異常線を含まず連続する n 本の荷電粒子線を含む行が、 m の約数分の行だけ前記第 2 方向に沿って連続して使用できるように、前記制限部を制御する制御部と、
を備えることを特徴とする描画装置。

【請求項 2】

荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であって、

m 、 n 、 i をそれぞれ自然数とし、 M を m 以上の自然数とし、 N を n 以上の自然数とするとき、第 1 方向に沿って第 1 ピッチで配置された N 本の荷電粒子線を含む行が、前記第 1 方向に直交する第 2 方向に沿って第 2 ピッチで M 行存在し、前記 M 行のうち第 1 番目から第 m 番目の行は、各行の先頭の荷電粒子線の前記第 1 方向における位置が前記第 1 ピッチの $(1/m)$ ずつずれ、かつ、第 $(m+i)$ 番目の行の先頭の荷電粒子線の前記第 1 方向における位置が第 i 番目の行の先頭の荷電粒子線の前記第 1 方向における位置と同じであるように配列された $(M \times N)$ 本の荷電粒子線を生成する荷電粒子光学系と、

20

前記基板を保持して前記第 2 方向に沿って移動する基板ステージと、

前記荷電粒子光学系が前記基板に対して射出する荷電粒子線の本数を制限する制限部と

、
前記 $(M \times N)$ 本の荷電粒子線の中に使用条件を満たさない異常線が存在する場合、該異常線を含まず連続する n 本の荷電粒子線を含む行が、 m の倍数分の行だけ前記第 2 方向に沿って連続して使用できるように、前記制限部を制御する制御部と、
を備えることを特徴とする描画装置。

30

【請求項 3】

前記制限部は、前記 $(M \times n)$ 本の荷電粒子線を個別にブランキングする偏向器を含む、ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の描画装置。

【請求項 4】

前記制限部は、前記 $(M \times n)$ 本の荷電粒子線の一部を遮断するシャッターを含む、ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の描画装置。

【請求項 5】

前記シャッターは、前記シャッターを通過する前記第 1 方向における荷電粒子線の本数を規定するブレードと、前記シャッターを通過する前記第 2 方向における荷電粒子線の本数を規定するブレードとを含む、ことを特徴とする請求項 4 に記載の描画装置。

40

【請求項 6】

前記荷電粒子光学系に入射する荷電粒子線を発生する荷電粒子源を備え、

前記制限部は、前記荷電粒子源の特性を調整する調整部を含む、

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の描画装置。

【請求項 7】

前記特性は、前記荷電粒子源が発生する前記荷電粒子線のクロスオーバーの径、放射角および輝度の少なくとも 1 つを含む、ことを特徴とする請求項 6 に記載の描画装置。

50

【請求項 8】

前記荷電粒子光学系は、入射した荷電粒子線を複数の荷電粒子線に分割するアパーチャアレイを含み、

前記制限部は、前記アパーチャアレイに対する荷電粒子線の入射範囲を変更する偏向器を含む、

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の描画装置。

【請求項 9】

前記荷電粒子光学系に入射する荷電粒子線を発生する荷電粒子源を備え、

前記荷電粒子光学系は、入射した荷電粒子線を複数の荷電粒子線に分割するアパーチャアレイを含み、

前記制限部は、前記荷電粒子源と前記アパーチャアレイとの間隔を変更させて前記アパーチャアレイに対する荷電粒子線の入射範囲を変更する、

ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の描画装置。

【請求項 10】

請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 項に記載の描画装置を用いて基板に描画を行う工程と、

前記工程で描画を行われた前記基板を現像する工程と、

を含むことを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、複数の荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置、および、物品の製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

回路パターンの超微細化、高集積化に伴って、基板上にパターンを直接描画する描画装置において、高精度化のみならず高スループット化が強く求められるようになってきた。これらの要求に応える描画装置として、複数の荷電粒子線を用いて基板上にパターンを描画するマルチビーム方式の描画装置がある。特許文献 1 では、複数の荷電粒子線をさらに分割したサブビームを描画したいパターンに応じて個別にオンオフして偏向走査させることで、基板上に連続したストライプ領域を描画する描画装置が提案されている。発生する荷電粒子線、サブビームに不良なものが含まれる場合には、基板上に所望のパターンを描画することができないが、特許文献 1 にはその対処方法について言及されていない。特許文献 1 で提案されている描画装置とは異なり、複数の荷電粒子線がそれぞれの担当領域を基板上に描画するマルチビーム方式の描画装置において、異常な荷電粒子線を基板に対して遮断する描画装置が特許文献 2、3 では提案されている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】国際公開 2009 / 147202 号

【特許文献 2】特許第 4313145 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 245176 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

特許文献 1 に記載されているマルチビーム方式の描画装置において、特許文献 2、3 に記載されているように、特定の荷電粒子線（群）を基板に対して遮断すると、不良ストライプの発生は避けられるが、連続するストライプ領域を描画することができない。本発明は、この方式の描画装置において異常な荷電粒子線が存在しても描画に有利な技術を提供することを例示的目的とする。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一つの側面は、荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であって、 m 、 n 、 i をそれぞれ自然数とし、 M を m 以上の自然数とし、 N を n 以上の自然数とすると、第1方向に沿って第1ピッチで配置された N 本の荷電粒子線を含む行が、前記第1方向に直交する第2方向に沿って第2ピッチで M 行存在し、前記 M 行のうち第1番目から第 m 番目の行は、各行の先頭の荷電粒子線の前記第1方向における位置が前記第1ピッチの $(1/m)$ ずつずれ、かつ、第 $(m+i)$ 番目の行の先頭の荷電粒子線の前記第1方向における位置が第 i 番目の行の先頭の荷電粒子線の前記第1方向における位置と同じであるように配列された $(M \times N)$ 本の荷電粒子線を生成する荷電粒子光学系と、前記基板を保持して前記第2方向に沿って移動する基板ステージと、前記荷電粒子光学系が前記基板に対して射出する荷電粒子線の本数を制限する制限部と、前記 $(M \times N)$ 本の荷電粒子線の中に使用条件を満たさない異常線が存在する場合、該異常線を含まず連続する n 本の荷電粒子線を含む行が、 m の約数分の行だけ前記第2方向に沿って連続して使用できるように、前記制限部を制御する制御部と、を備えることを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、例えば、異常な荷電粒子線が存在しても描画に有利な技術を提供することが可能になる。

20

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】描画装置の構成例を示す図

【図2】描画方法を説明する図

【図3】第1実施形態の構成例を示す図

【図4】実施形態における描画手順

【図5】実施例1における描画ビームを選択する例を示す図

【図6】実施例2における描画装置を説明する図

【図7】第2実施形態の構成例を示す図

【図8】第3実施例における電子源ユニットの特性調整を説明する図

【図9】実施例3における描画ビームを選択する例を示す図

30

【図10】第3実施形態の構成例を示す図

【図11】実施例4における描画ビームを選択する例を示す図

【図12】第4実施形態の構成例を示す図

【図13】実施例5における描画ビームを選択する例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。なお、全図を通して、原則として同一の部材等には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。図1は、マルチビーム方式の描画装置の構成例を示す図である。荷電粒子源101から発生した荷電粒子を、コリメータレンズ102により光軸と略平行にした後、開口が2次元配列されているアパーチャレイ103の一部分に入射することにより、複数本の荷電粒子線（ビーム）を生成させる。

40

【0009】

それぞれの荷電粒子線は、コンデンサーレンズアレイ104上に2次元配列されているコンデンサーレンズを通り、パターン開口アレイ105上に2次元配列されているパターン開口（サブアレイ）に入射する。サブアレイは、少なくとも1つの開口から成っており、それぞれの荷電粒子線は、サブアレイを通過することにより、さらに分割されたサブビームになる。ブランカーアレイ（ブランピングする偏向器）106には、サブビーム毎に、個別に駆動可能な静電型のブランカー（電極対）が配列されている。ブランカーは、サブビームを偏向するか否かによって、ブランピングアパーチャ107上に2次元配列され

50

た開口をサブビームが基板 110 に射出するか否か（オンオフ）を制御する。ブランキングアパーチャ 107 を通過してきたサブビームは、偏向器 108 で所定の方向に偏向された後、対物レンズアレイ 109 上に配置された対物レンズによって、基板 110 上へ結像される。ここで、パターン開口アレイ 105 上においてサブアレイが配列されている面が物面であり、基板 110 の上面が像面である、という関係になっている。デンスーレンズアレイ 104、対物レンズアレイ 109 は、荷電粒子源 101 で発生した荷電粒子線を基板 110 に投影する投影系（荷電粒子光学系）を構成している。

【0010】

基板ステージ 111 は基板 110 を保持して移動が可能であり、搬送機構 112 は基板ステージ 111 との間で基板 110 の受け渡しを行う。主制御系 116 は、ブランキング制御回路 113 と偏向器制御回路 114 とステージ制御回路 115 とを制御して描画装置を統括的に制御する。ブランキング制御回路 113 は、複数のブランカーを個別に制御する。偏向器制御回路 114 は、偏向器 108 を制御する。ステージ制御回路 115 は、レーザ干渉計（不図示）と協働して基板ステージ 111 の位置決めを制御する。

【0011】

図 2 は、アパーチャアレイ 103 に 4 行 8 列の開口が形成され、1 つのサブアレイに 4 行 4 列の開口が形成されている描画装置において、マルチビーム方式の描画を説明する図である。図 2 の（a）に示すように、各サブビームは描画パターン P に応じて、各グリッド点（X 方向、Y 方向のピッチがそれぞれ GX、GY）でのオンオフが割り当てられる。X 方向および Y 方向は、基板 110 の表面に平行で互いに直交する第 1 方向および第 2 方向である。第 2 方向である Y 方向は、基板 110 が基板ステージ 111 により移動される方向である。

【0012】

図 2 の（b）は、1 つのサブアレイからのサブビーム群が 1 回の偏向走査によって基板 110 上に描く軌跡を示している。基板 110 上において、各サブビームは X 方向、Y 方向のピッチがそれぞれ SBX、SBY で結像されており、像の Y 方向の大きさはグリッドピッチ GY と一致している。基板ステージ 111 は Y 方向に連続的に移動しているが、偏向器 108 は各サブビームが基板 110 から見て X 方向に沿って軌跡を描くように、各サブビームを X 方向、Y 方向に偏向する。各サブビームのオンオフは、グリッドピッチ GX で規定されるグリッド点ごとに制御される。ここでは、説明を容易にするため、最上部のサブビームの軌跡を黒塗りにしている。

【0013】

図 2 の（c）は、1 つのサブアレイからのサブビーム群が複数回の偏向走査によって基板 110 上にストライプ領域を描画する様子を示している。基板ステージ 111 は Y 方向に連続的に移動しているので、偏向走査は破線の矢印で示すような Y 方向の偏向幅 DP でのフライバックを介して、順次繰り返される。太線枠内は各サブビームの軌跡で埋め尽くされているので、Y 方向に幅 SW のストライプ領域 SA が描画されることになる。そのための条件は、1 つのサブアレイのからのサブビーム本数を N^2 とするとき、下式 1～3 を満たすことである。

$$N^2 = K \times L + 1 \quad (K, L \text{ は自然数}) \quad \cdots (1)$$

$$SBY = GY \times K \quad \cdots (2)$$

$$DP = (K \times L + 1) \times GY = N^2 \times GY \quad \cdots (3)$$

この条件は、式 1 を満足する K により式 2 のように Y 方向のサブビーム間隔 SBY を決めると、製造面で限界がある開口やブランカーの間隔の微細化によらずに、走査グリッド間隔 GY の微細化により、微細なパターンを描画できる。さらに、式 3 のように Y 方向の偏向幅 DP を決めると、ストライプ領域 SA においては、どの部分もグリッドピッチ GY での描画が可能となる。図 2 の（c）の例では、 $N = 4$ 、 $K = 5$ 、 $L = 3$ である。図 2 の（d）は、アパーチャアレイ 103 が発生させた複数の荷電粒子線が描画する各ストライプ領域 SA の位置関係を説明する図である。

【0014】

m、n、iをそれぞれ自然数とし、Mをm以上の自然数とし、Nをn以上の自然数とする。アパーチャアレイ（生成部）103は、X方向に沿って第1ピッチで配置されたN本の荷電粒子線の列が、Y方向に沿って第2ピッチでM列存在する、 $(M \times N)$ 本の荷電粒子線を生成させることができる。M列のうち第1番目から第m番目の列は、各列の先頭の荷電粒子線のX位置が第1ピッチの $(1/m)$ ずつずれる。かつ、第 $(m+i)$ 番目の列の先頭の荷電粒子線のX位置が第i番目の列の先頭の荷電粒子線のX位置と同じであるように $(M \times N)$ 本の荷電粒子線が配置される。今、N本の荷電粒子線の列のうちのn本を用いた $(M \times n)$ 本の荷電粒子線で基板110に描画を行うとする。そうすると、各荷電粒子線は、先頭の荷電粒子線のX位置が互いに異なるm本の荷電粒子線が描くストライプ領域SAを1周期として、当該領域をn周期分隣接させたストライプ領域SAを描画する。このような方法により、基板110上には、 $m \times n$ 本のストライプ領域SAで隙間なく埋め尽くされた、描画領域EAが描画されることになる。図2の(d)の例では、 $M = m = 4$ 、 $N = n = 8$ である。

【0015】

上記マルチビーム方式において、使用条件を満たさないビーム（異常線）がある場合、当該異常線は不良なストライプ描画領域を描画してしまう。異常線は、(1)所望の特性を満たさないサブビームを含む荷電粒子線、又は、(2)個別にオンオフできないサブビームを含む荷電粒子線である。

【0016】

[第1実施形態]

図3は、第1実施形態の描画装置の構成例を示す図である。測定器301は、サブビームが入射する開口パターンを含む、サブビームの特性を測定する。2段のシャッター302は、光軸方向に略垂直な面内を互いに独立に移動可能であり、上下段は互いに独立に移動可能な基板ステージ111の上に配置されている。図3の部分302aは、シャッター302を光軸方向に沿って上から見た図である。基板110からは、シャッター302が規定する領域（図中のILL）に対応した荷電粒子線のみが、選択的に発生したように見える。マルチビームユニット調整回路303は、測定器301の測定結果をもとに、シャッター302を調整する。本実施形態においては、図3に示したように、図1に加えて測定器301、シャッター302、マルチビームユニット調整回路303を設けた。図3の例では、アパーチャアレイ103およびパターン開口アレイ105に矩形の開口が配置されているが、開口形状は任意でよい。第1実施形態において、シャッター302は、基板110を照射する荷電粒子線の本数を制限する制限部を構成している。

【0017】

次に、図4に示したフローチャートを用いて、第1実施形態における描画手順について説明する。S1で、マルチビームユニット調整回路303は、測定器301を用いて、複数のサブビームそれぞれの特性を測定する。このとき、測定器301は、1つのサブアレイからのサブビーム群をひとかたまりとして、各荷電粒子線の特性を測定してもよい。S2で、マルチビームユニット調整回路303は、測定器301の測定結果を演算処理して、生成された荷電粒子線の中に異常線が存在するか否かを判定する。S1およびS2は、装置の出荷、設置、メンテナンスなど物品の製造を行っていない時に行ってもよいし、実際に描画をする直前や描画中に行ってもよい。S3で、主制御系116は、搬送機構112を用いて、基板110を基板ステージ111上に載置する。S4において、主制御系116は、異常線があるかを判定する。主制御系116は、異常線がないと判定された場合、S5で、パターンデータに基づいて各サブビームのオンオフを制御し、基板110上への描画を実施してフローを完了する。

【0018】

異常線があると判定された場合、マルチビームユニット調整回路303は、以下の3つの条件を満たすような荷電粒子線が、基板110に照射されるようにマルチビームユニットまたは光学系を調整する。3つの条件は、(1)異常線を含まず、(2)mの約数分または倍数分の行だけ、(3)基板ステージ111の移動方向に連続して使用できることで

10

20

30

40

50

ある。ここで行数 m は、アパーチャアレイ 103 上の開口配列の設計値として、あらかじめ装置（主制御系 116 およびマルチビームユニット調整回路 303）には記憶されている数値である。

【0019】

S7で、主制御系 116 は、描画条件カウント用に整数 i を初期値 1 として持つ。S8で、主制御系 116 は、以降のループが最小回数となるように基板ステージ 111 の位置の調整、描画データのシフトを行う。S9で、主制御系 116 は、マルチビームユニット調整回路 303 によって調整されて発生した描画に用いる荷電粒子線について、適切なパターンデータに基づいて各サブビームのオンオフを制御し、基板 110 上への描画を実施する。S410で、主制御系 116 は、現在の i と、 m と、描画に用いる荷電粒子線の行数、とを用いて、論理式 $i < (m \div \text{行数})$ の真偽を判定する。判定結果が偽だった場合、つまり現在の i が $(m \div \text{行数})$ と等しい場合は、フローが完了する。判定結果が真だった、つまり現在の i が $(m \div \text{行数})$ より小さい場合、S11で、主制御系 116 は、 i をインクリメントし、再び S8 以降をループする。第 1 実施形態において、主制御系 116、マルチビームユニット調整回路 303 は、異常線の有無を判定し、判定結果に基づいて制限部であるシャッター 302 を制御する制御部を構成している。

【0020】

実施例 1

実施例 1 の描画装置を、図 3 を用いて説明する。本実施例 1 では、図 3 における荷電粒子源 101 が、電子放出材として LaB₆ または Ba / W（ディスペンサーカソード）などを含むいわゆる熱電子型の電子源ユニットである。また、測定器 301 が測定する特性は、（1）オンオフが良好に制御されること、（2）基板 110 上への到達位置、（3）荷電粒子線、そのサブビームの電流値、（4）荷電粒子線、そのサブビームの形状を含む。以上 4 つの特性のうちの 1 つまたは複数の時間的な安定性も含めて正常 / 異常が判定される。

【0021】

図 5 は、本実施例 1 において、描画に用いる荷電粒子線を選択した例である。図 5 の（a）は、描画に用いる荷電粒子線を、アパーチャアレイ 103 を用いて示した図である。開口 501 は、ここを通過して発生した荷電粒子線が分割されたサブビーム群の中で、少なくとも 1 本以上のサブビームが異常だと判断された、不良開口である。マルチビームユニット調整回路 303 は、従来技術のようにビームエリア BA ではなく、調整されたビームエリア BA' から荷電粒子線が発生するように、シャッター 302 を調整する。具体的には、2 段のシャッター 302 の開き幅を調整し、アパーチャアレイ 103 の被照明領域（ILL に対応する）を変更する。実施例 1 では、シャッター 302 を通過する X 方向の荷電粒子線の本数を規定するブレードと Y 方向の荷電粒子線の本数を規定するブレードとは、互いに独立して移動可能なステージに保持されている。このとき、基板 110 には、異常線を含まず、行数は m で、基板ステージ 111 の移動方向に連続な荷電粒子線が照射されるようになる。

【0022】

図 5 の例では、 $m = 4$ 、 $n = 8$ 、ビームエリア BA' からは 4 行 6 列の荷電粒子線が発生する。この場合、 $(m \div \text{行数}) = 1$ なので、1 回目の S10 で偽判定となる。図 5 の（b）は、選択された荷電粒子線が基板 110 上に描くストライプ描画領域の位置関係を説明する図である。図中の白丸は、選択された荷電粒子線と対応しており、黒丸は不良開口 501 に対応する。不良開口 501 からは荷電粒子線が発生しないので、不良なストライプ描画領域 WSA が描画されることはない。図 5 の例では、4 行 6 列の白丸だけが描画を行い、基板 110 上には描画領域 EA' が描画される。描画に用いる荷電粒子線を選択したことの影響が描画領域となって現れ、ひいてはスループットの低下となる。図 5 の例ではスループットが 75% となっている。

【0023】

実施例 2

実施例 2 の電子線描画装置を、図 6 を用いて説明する。本実施例 2 は、実施例 1 の変形例である。図 6 では、シャッター 302 がブランカーアレイ 106 とブランキングアパーチャアレイ 107 の間に設置されている。本実施例 2 の場合、シャッター 302 はアパーチャアレイ 103 の被照明範囲を変更するのではなく、ブランカーとは別に、基板 110 に対して荷電粒子線を遮断する。基板 110 にはアパーチャアレイ 103 から発生した荷電粒子線のうち、シャッター 302 が規定する領域 ILL を通る荷電粒子線のみが到達する。そのため、描画に用いる荷電粒子線が選択されたのと同じ効果が得られる。本実施例 2 では、シャッター 302 を、ブランカーアレイ 106 とブランキングアパーチャアレイ 107 の間に設けた。しかし、原理的には荷電粒子源 101 から基板 110 の間のどこに設けても、描画に用いる荷電粒子線を選択したのと同様の効果が得られる。

10

【0024】

[第 2 実施形態]

図 7 は、第 2 実施形態の描画装置の構成例を示す図である。図 7 の例では、マルチビームユニット調整回路 303 が、シャッター 302 に加え、荷電粒子源 101 の特性を調整することができる。

【0025】

実施例 3

第 2 実施形態に属する実施例 3 の電子線描画装置を、図 7 を用いて説明する。本実施例 3 でも、荷電粒子源 101 は熱電子型の電子源ユニットである。図 8 は、マルチビームユニット調整回路（調整部）303 が、荷電粒子源 101（電子源ユニット）の特性を調整する構成例を示す。カソード電極 801 は、電子を放出し、フィラメント電極 802 は、カソード電極 801 を保持し、電流を流すことによって発熱される。ウェネルト電極 803 は、カソード電極 801 先端部以外からの電子放出を制限する。アノード電極 804 は、カソード電極 801 から放出された電子を制御する。図の部分 803a、部分 804a は、ウェネルト電極 803、アノード電極 804 をそれぞれ上から見た図で、異なった口径の開口が配置されている。ウェネルト電極 803、アノード電極 804 は、それぞれ独立に移動することができるので、放出された電子が通る開口や、電極間隔を任意に変更することができる。また、ウェネルト電極 803、アノード電極 804 には電圧がかかっている。

20

【0026】

マルチビームユニット調整回路 303 は、（１）フィラメント電極 802（カソード電極 801）に流す電流、（２）ウェネルト電極 803、アノード電極 804 にかける電圧、（３）各電極間の距離を変更する。そうすることにより、マルチビームユニット調整回路 303 は、電子源ユニットの特性を調整することができる。電子源ユニットの特性は、（１）荷電粒子のクロスオーバーの径、（２）放射角、（３）輝度を含む。

30

【0027】

図 9 は、本実施例 3 において、描画に用いる荷電粒子線を選択した例である。図 9 の（a）は、描画に用いる荷電粒子線を、アパーチャアレイ 103 を用いて示した図である。マルチビームユニット調整回路 303 は、シャッター 302 でアパーチャアレイ 103 の被照明領域を変更する。加えて、マルチビームユニット調整回路 303 は、被照明領域内の電流密度を保ちながらエミッタンス（クロスオーバーの径と放射角に依存する）を小さくするよう電子源ユニットの特性を調整する。このとき、基板 110 には、異常線を含まず、行数は m で、基板ステージ 111 の移動方向に連続な荷電粒子線が照射されるようになる。図 9 の例では、 $m = 4$ 、 $n = 8$ 、ビームエリア BA' からは 4 行 6 列の荷電粒子線が発生する。この場合、 $(m \div \text{行数}) = 1$ なので、1 回目の S10 で偽判定となる。本実施例 3 のように、エミッタンスを小さくすることは、電子源ユニットの寿命を延ばす効果がある。

40

【0028】

図 9 の（b）は、選択された荷電粒子線が基板 110 上に描くストライプ描画領域の位置関係を説明する図である。図 9 の例では、4 行 6 列の白丸だけが描画を行い、基板 11

50

0 上には描画領域 $E A'$ が描画される。ここで、主制御系 116 は、ループが最小回数となるように基板ステージ 111 の位置の調整を行い、描画領域 $E A'$ は描画領域 $E A$ の端（図 9 では左端）から始まっていることに注目されたい。描画に用いる荷電粒子線を選択したことの影響が描画領域となって現れ、ひいてはスループットの低下となる。図 9 の例ではスループットが 75% となっている。

【0029】

[第 3 実施形態]

図 10 は、第 3 の実施形態の描画装置の構成例を示す図である。アパーチャアレイ 103 は、等間隔で開口が並んでいる行が周期的に 2 次元配列されている。図 10 の部分 103a は、アパーチャアレイ 103 を光軸方向に沿って上から見た形状を示す。（ $m+1$ ）行の周期で同じ行となるような、 n 個以上の開口が等間隔で並んだ行が、 m 行以上配置されている。アパーチャアレイ 103 は、このうちの一部を照明され、 m 行以上の M 行存在し、少なくとも（ $M \times n$ ）本の荷電粒子線を発生させることができる。コンデンサレンズアレイ 104、開口パターンアレイ 105、ブランカーアレイ 106、ブランキングアパーチャアレイ 107、向器アレイ 108、物レンズアレイ 109 は、アパーチャアレイ 103 から発生されうる全ての荷電粒子線に対応している。その結果、アパーチャアレイ 103 から発生されうる全ての荷電粒子線は基板 110 上に収束される。図 10 の例では、マルチビームユニット調整回路 303 が、制限部としての偏向器 1002 を調整して、アパーチャアレイ 103 に対する荷電粒子線の入射範囲を変更することができる。

【0030】

実施例 4

第 3 実施形態に属する実施例 4 の電子線描画装置を、図 10 を用いて説明する。本実施例 4 でも、荷電粒子源 101 は熱電子型の電子源ユニットである。図 11 は、本実施例 4 において、描画に用いる荷電粒子線を選択した例である。図 11 では、描画に用いる荷電粒子線を、アパーチャアレイ 103 を用いて示している。マルチビームユニット調整回路 303 は、アパーチャアレイ 103 上で $B A'$ のみが照明されるよう、偏向器 1002 を調整する。このとき、基板 110 には、異常線を含まず、行数は m で、基板ステージ 111 の移動方向に連続な荷電粒子線が照射されるようになる。図 11 の例では、 $m=4$ 、 $n=8$ 、ビームエリア $B A'$ からは 4 行 8 列の荷電粒子線が発生する。この場合、（ $m \div$ 行数）= 1 なので、1 回目の S10 で偽判定となる。4 行 8 列の荷電粒子線が基板 110 上に描画する描画領域 $E A'$ が、描画領域 $E A$ と同じになるよう基板ステージ 111 の位置を調整すれば、スループットの低下は起こらない。本実施例では、不良開口 501 があっても m 行 n 列の荷電粒子線を使って描画を行えているので、スループットは 100% である。

【0031】

[第 4 実施形態]

図 12 は、第 4 実施形態の描画装置の構成例を示す図である。光源ステージ 1201 は、アパーチャアレイ 103 に対して荷電粒子源 101 とコリメータレンズ 102 を移動させる。図 12 の例では、マルチビームユニット調整回路 303 が、光源ステージ 1201 を移動させることで、アパーチャアレイ 103 に対する照射範囲を変更することができる。

【0032】

実施例 5

第 4 実施形態に属する実施例 5 の電子線描画装置を、図 12 を用いて説明する。本実施例 5 でも、荷電粒子源 101 は熱電子型の電子源ユニットである。図 13 は、本実施例 5 において、描画に用いる荷電粒子線を選択した例である。図 13 の（a）は、描画に用いる荷電粒子線を、アパーチャアレイ 103 を用いて示した図である。マルチビームユニット調整回路 303 は、アパーチャアレイ 103 上で $B A'$ のみが照明されるよう、光源ステージ 1201 とシャッター 302 を調整する。このとき、基板 110 には、異常線を含まず、行数は m の約数で、基板ステージ 111 の移動方向に連続な荷電粒子線が照射され

るようになる。

【 0 0 3 3 】

図 1 3 の例では、 $m = 4$ 、 $n = 8$ 、ビームエリア $B A'$ から 2 行 8 列の荷電粒子線が発生する。この場合、 $(m \div \text{行数}) = 1$ なので、1 回目の $S 1 0$ は真判定となる。2 行 8 列の白丸だけが描画を行い、基板 $1 1 0$ 上には描画領域 $E A'$ が描画される。主制御系 $1 1 6$ は、 $i = (m \div \text{行数})$ となるまで、同じ荷電粒子線群を用いて描画領域 $E A'$ の間隔を補完するように 2 回目以降の再描画を行う。描画に用いる荷電粒子線を選択したことの影響が、描画領域と再描画回数となって現れ、ひいてはスループットの低下となる。図 1 3 の例ではスループットが 5 0 % となっている。

【 0 0 3 4 】

第 1 ~ 第 4 実施形態の描画装置では、荷電粒子線を選択がブランキング制御回路 $1 1 3$ 、偏向器制御回路 $1 1 4$ 、ステージ制御回路 $1 1 5$ 、マルチビームユニット調整回路 $3 0 3$ 、主制御系 $1 1 6$ により行われる。しかし、これは一例に過ぎず、適宜変更が可能である。また、実施例 1 ~ 5 の電子線描画装置は、複数の電子線で基板 $1 1 0$ 上にパターンを描画する。しかし、イオンビーム等の電子線以外の荷電粒子線を用いてもよく、複数の荷電粒子線で基板 $1 1 0$ 上にパターンを描画する描画装置に一般化しうる。

【 0 0 3 5 】

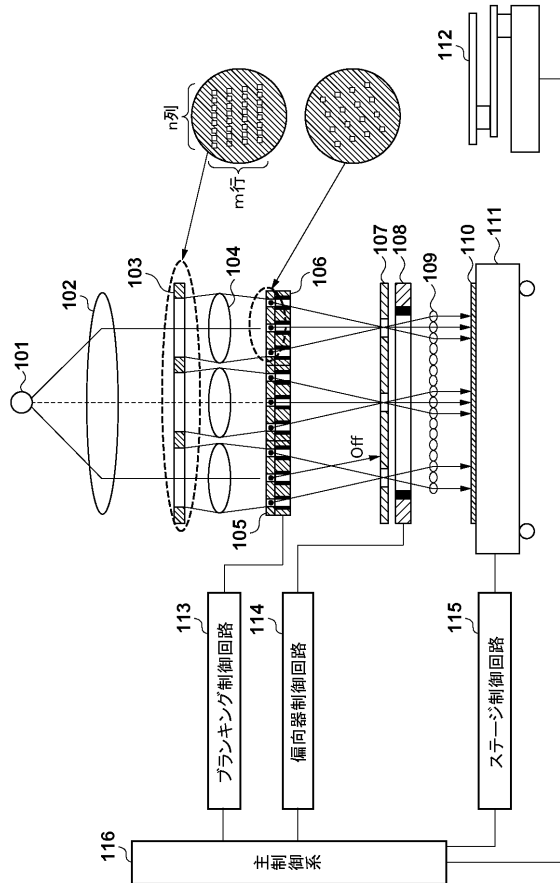
[物品の製造方法]

本発明の実施形態に係る物品の製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。該製造方法は、感光剤が塗布された基板の該感光剤に上記の描画装置を用いて潜像パターンを形成する工程（基板に描画を行う工程）と、当該工程で潜像パターンが形成された基板を現像する工程とを含みうる。さらに、該製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含みうる。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能、品質、生産性、生産コストの少なくとも 1 つにおいて有利である。

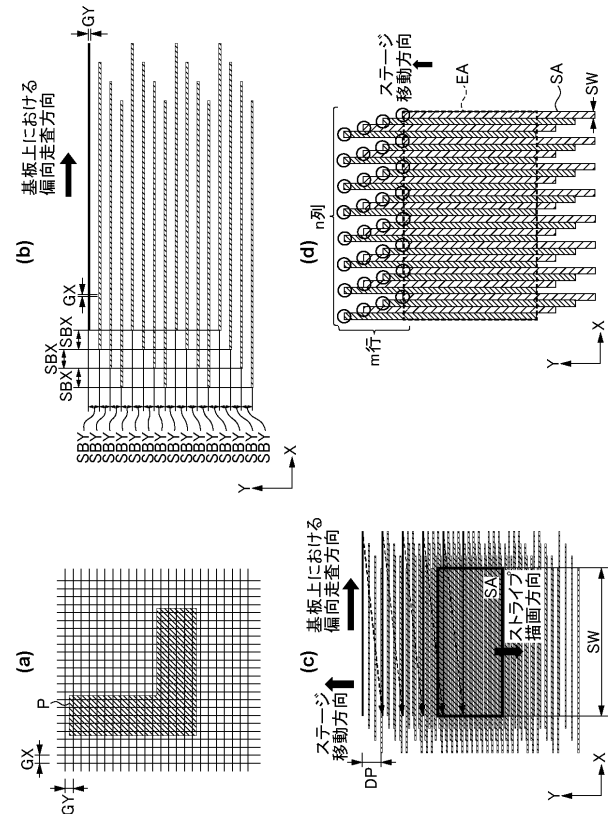
10

20

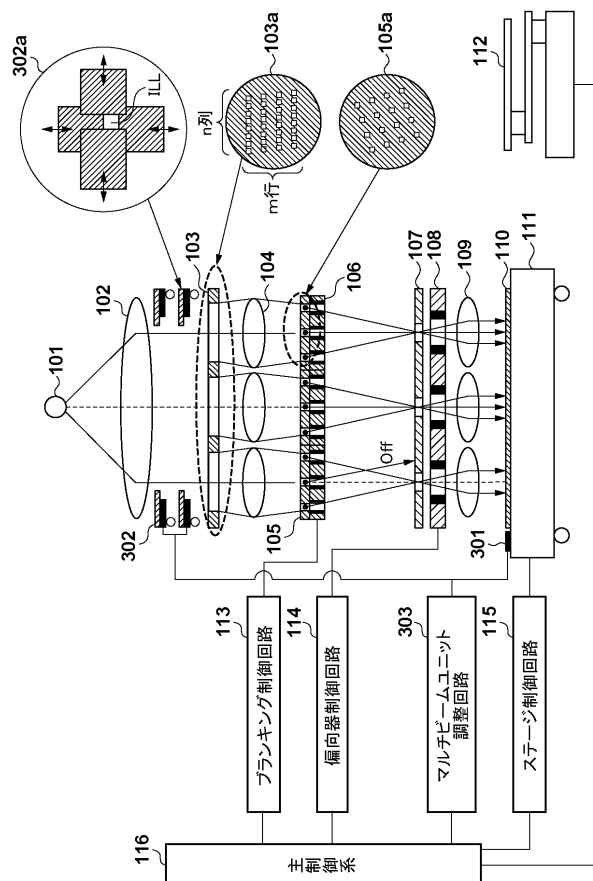
【図 1】



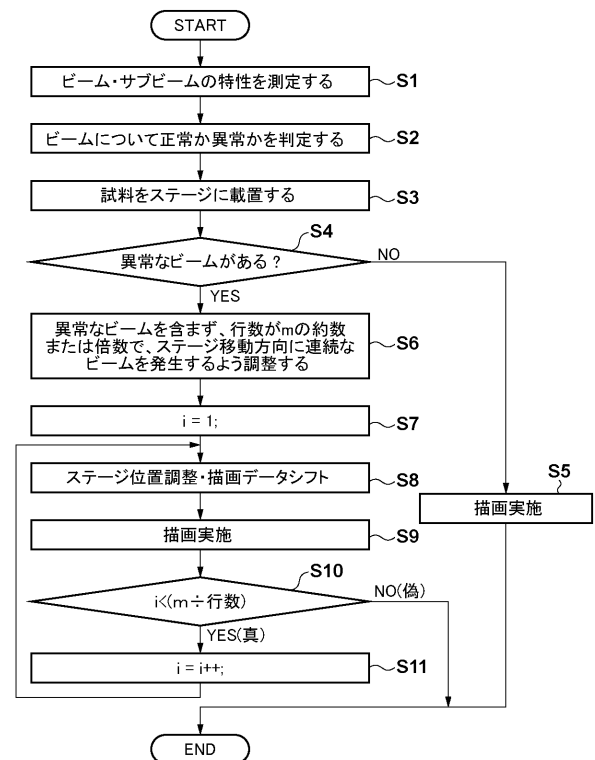
【図 2】



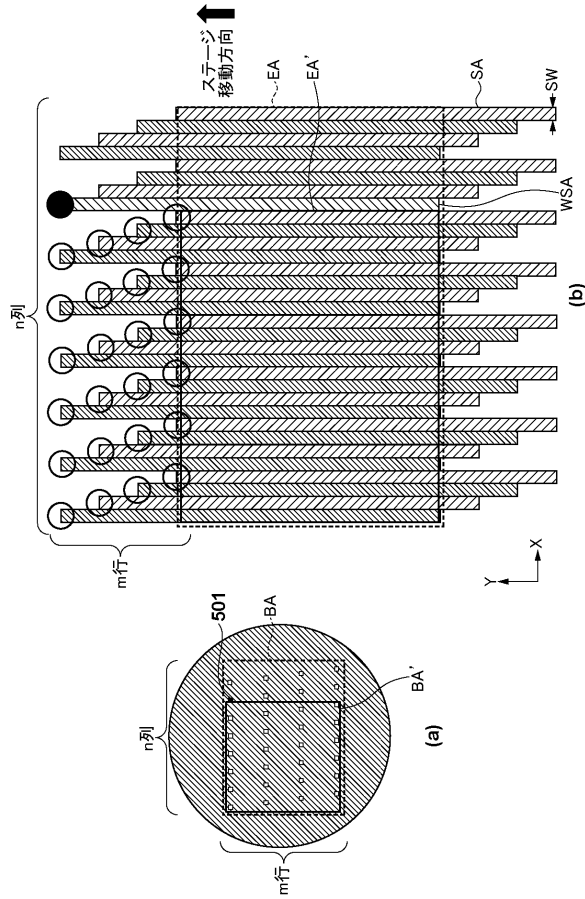
【図 3】



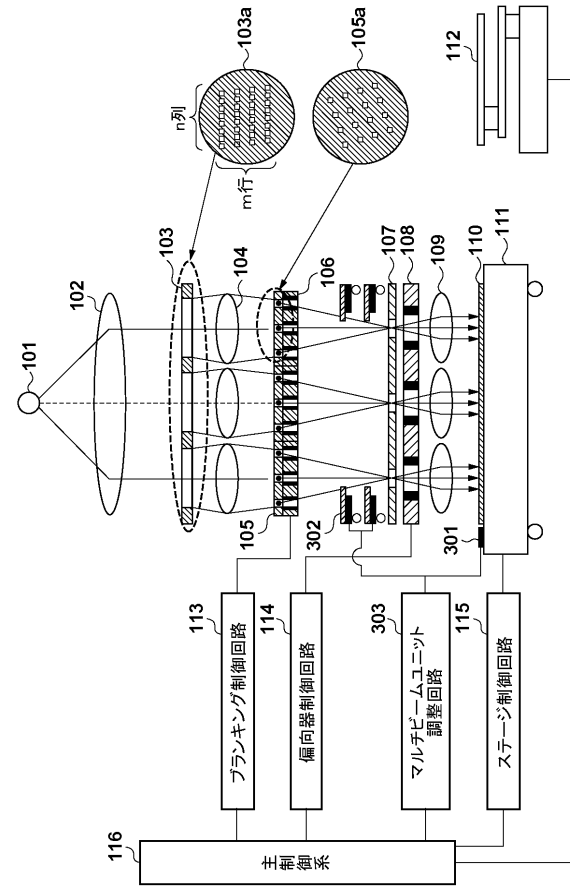
【図 4】



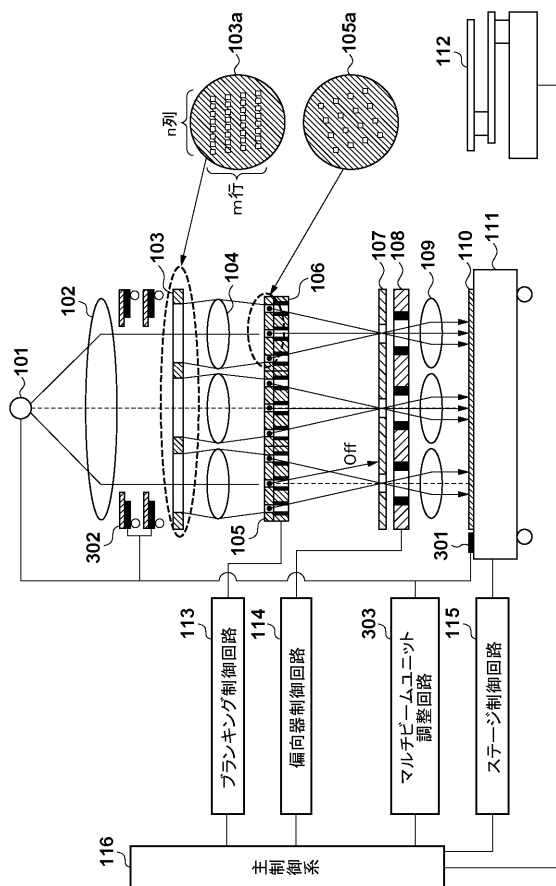
【図 5】



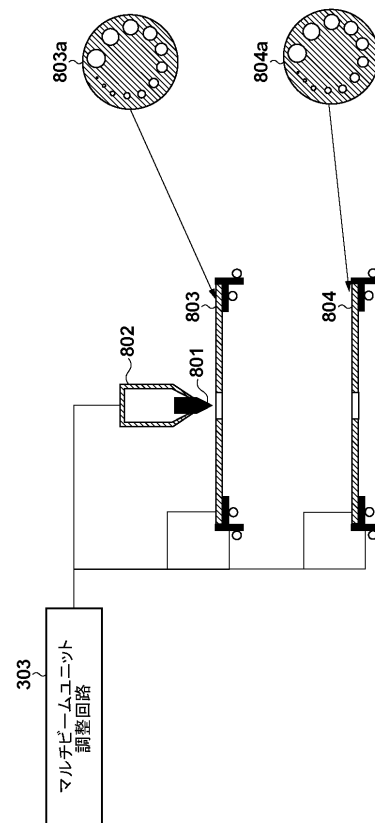
【図 6】



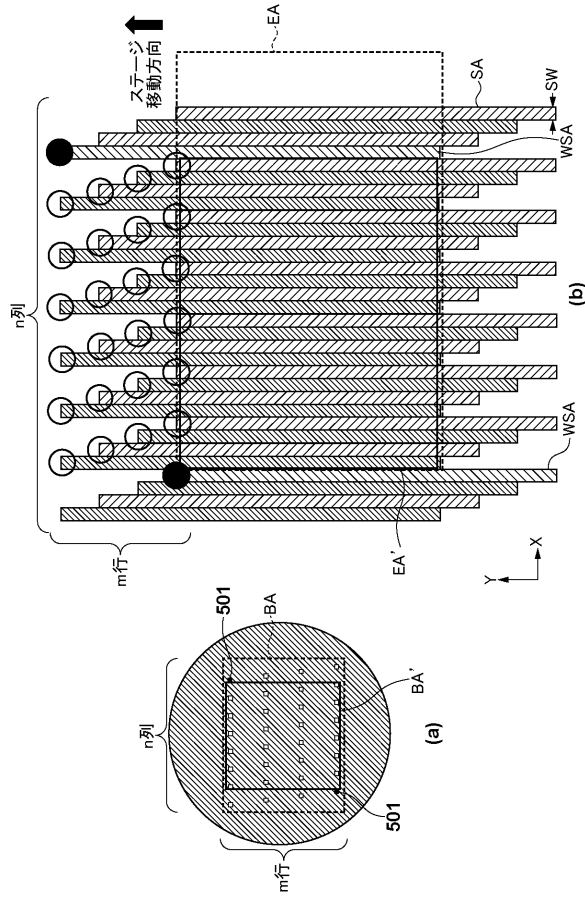
【図 7】



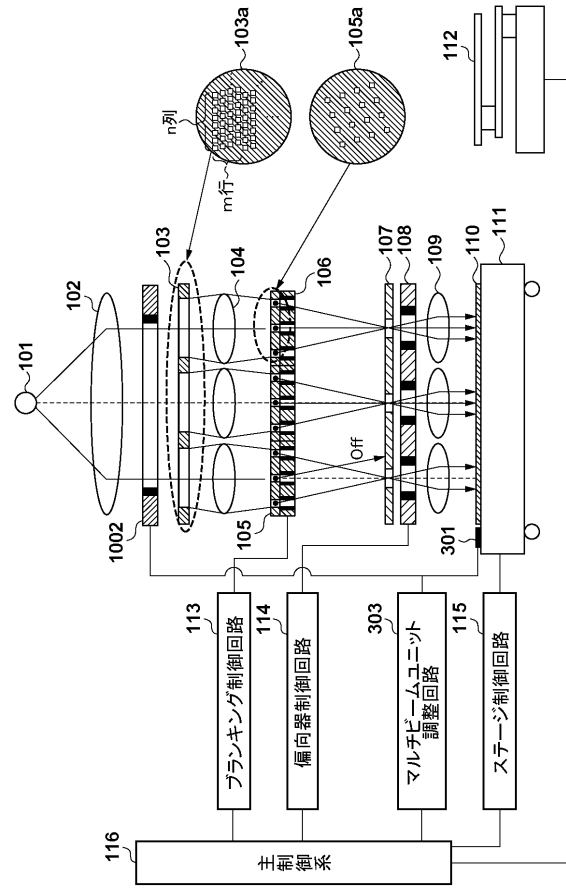
【図 8】



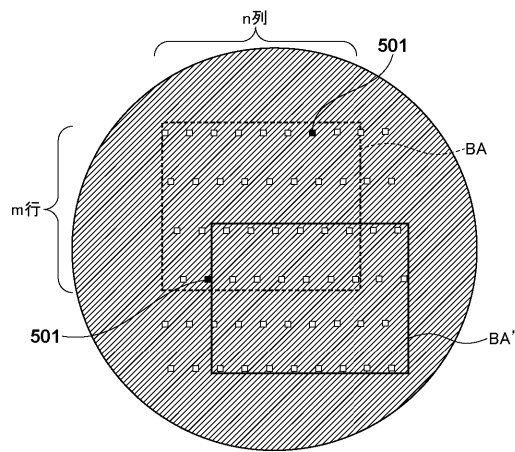
【図 9】



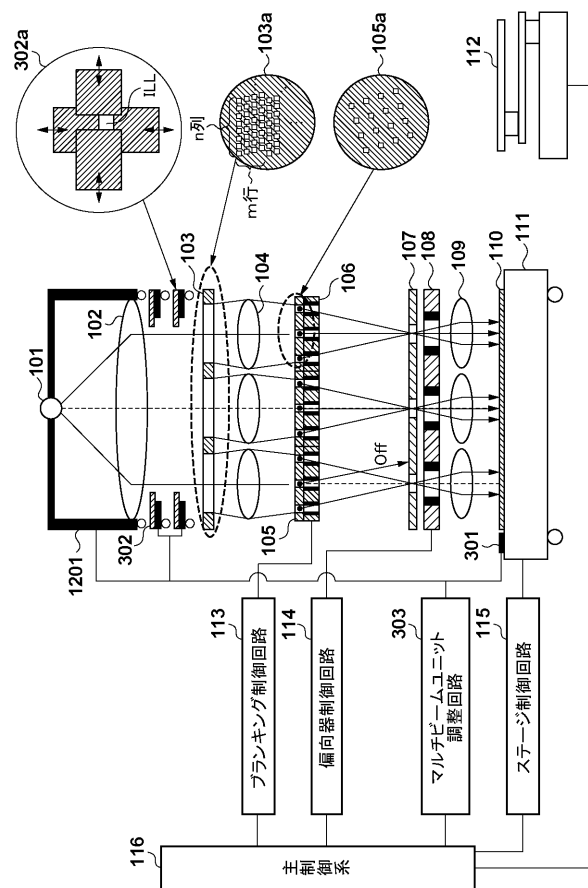
【図 10】



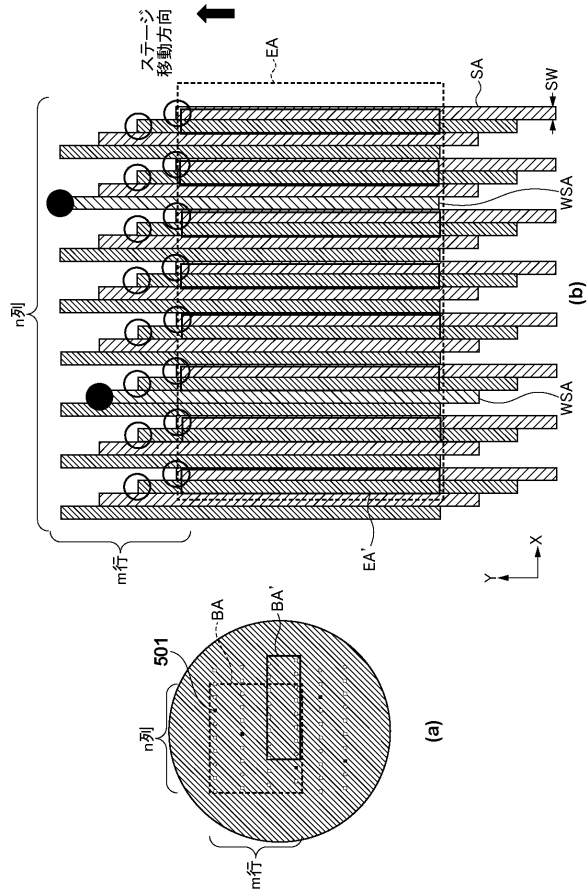
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(72)発明者 川本 貴之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 5C033 GG02 GG07

5C034 BB01 BB02 BB03 BB04 BB05 BB10

5F056 AA07 AA12 AA20 BA01 BA05 BA08 BA10 CB40 EA01 EA03

EA04