

(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2015-37104
(P2015-37104A)

(43) 公開日 平成27年2月23日(2015.2.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 4 1 B	2 H O 9 7
GO 3 F 7/20 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 4 1 D	5 C O 3 4
HO 1 J 37/305 (2006.01)	GO 3 F 7/20 5 0 4	5 F O 5 6
	GO 3 F 7/20 5 2 1	
	HO 1 J 37/305 B	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2013-167842 (P2013-167842)
(22) 出願日 平成25年8月12日 (2013.8.12)

(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

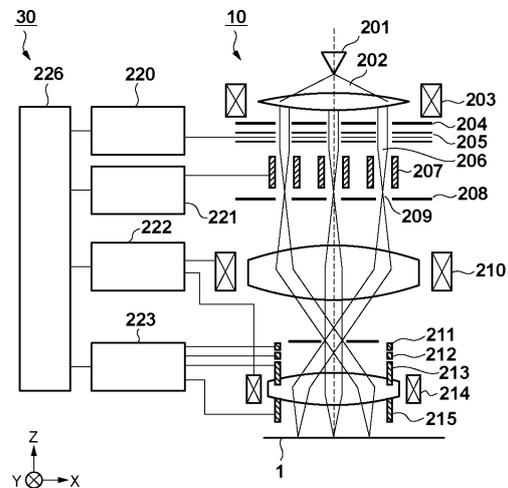
(54) 【発明の名称】 描画装置、および物品の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 重ね合わせ精度の点で有利な描画装置を提供する。

【解決手段】 複数の荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置は、前記複数の荷電粒子線を個別にブランキングする複数のブランカを含むブランカアレイ 207 と、前記複数の荷電粒子線を構成する複数の荷電粒子線群を個別に偏向する複数の偏向器と、ショット領域が存在する前記基板上的領域の情報に基づいて、前記複数の荷電粒子線群の位置を前記複数の偏向器によって個別に制御し、前記複数の荷電粒子線のブランキングを前記ブランカアレイによって個別に制御する制御部と、を有する。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であって、
前記複数の荷電粒子線を個別にブランキングする複数のブランカを含むブランカアレイと、

前記複数の荷電粒子線を構成する複数の荷電粒子線群を個別に偏向する複数の偏向器と

、
ショット領域が存在する前記基板上の領域の情報に基づいて、前記複数の荷電粒子線群の位置を前記複数の偏向器によって個別に制御し、前記複数の荷電粒子線のブランキングを前記ブランカアレイによって個別に制御する制御部と、

10

を有する、ことを特徴とする描画装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記ショット領域が回転角をもって前記基板上に存在する場合、前記回転角に基づいて前記ブランカアレイを制御する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の描画装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記ショット領域が倍率をもって前記基板上に存在する場合、前記倍率に基づいて前記ブランカアレイを制御する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の描画装置。

【請求項 4】

前記描画装置は、前記基板上的の少なくとも 2 つのショット領域に対して並行して描画を行うように構成され、

20

前記複数の荷電粒子線群は、前記少なくとも 2 つのショット領域の各々に前記複数の荷電粒子線群のうち少なくとも 1 つの荷電粒子線群で描画を行うように配置されている、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載の描画装置。

【請求項 5】

前記基板を保持して移動可能な基板ステージを有し、

前記制御部は、前記複数の荷電粒子線群の位置を個別に制御する場合の前記複数の偏向器による前記複数の荷電粒子線群の偏向量の最大値が小さくなるように、前記基板ステージの位置を制御する、ことを特徴とする請求項 4 に記載の描画装置。

30

【請求項 6】

前記複数の荷電粒子線群のそれぞれに含まれる各荷電粒子線の位置を計測する計測部を有し、

前記制御部は、前記計測部の計測結果に基づいて、前記複数の荷電粒子線群の位置を前記複数の偏向器によって個別に制御する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載の描画装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のうちいずれか 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

、
前記工程で描画が行われた前記基板を現像する工程と、

40

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、描画装置、および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスにおける回路パターンの微細化および高集積化に伴い、複数の荷電粒子線（電子線）を用いて基板にパターンの描画を行う描画装置が注目されている。半導体デバイスは、複数のパターンを 1 つの基板の上に重ね合わせることによって製造されるため、

50

描画装置では、基板上に形成されたショット領域に対して精度よくパターンの描画を行うことが重要である。

【0003】

しかしながら、基板上に形成されたショット領域は、本来形成されるべき形状とは異なる形状で、即ち変形して形成されていることがある。このようにショット領域が変形して基板上に形成されている場合、そのショット領域に対して高い重ね合わせ精度でパターンの描画を行うことが困難となってしまう。そこで、基板に形成されたショット領域の形状が倍率成分を含む場合、その倍率成分を補正するように、基板上に照射される複数の荷電粒子線の間隔を変更する描画装置が提案されている（特許文献1参照）。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第3647128号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

基板上に形成されたショット領域の変形成分に倍率成分だけが含まれることは稀であり、通常は、例えば回転成分などの成分が含まれる。この場合、特許文献1に記載された描画装置のように基板上に照射される複数の荷電粒子線の間隔を変更するだけでは、ショット領域における回転成分を補正することが困難である。

20

【0006】

そこで、本発明は、重ね合わせ精度の点で有利な描画装置を提供することを例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての描画装置は、複数の荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置であって、前記複数の荷電粒子線を個別にブランキングする複数のブランカを含むブランカアレイと、前記複数の荷電粒子線を構成する複数の荷電粒子線群を個別に偏向する複数の偏向器と、ショット領域が存在する前記基板の領域の情報に基づいて、前記複数の荷電粒子線群の位置を前記複数の偏向器によって個別に制御し、前記複数の荷電粒子線のブランキングを前記ブランカアレイによって個別に制御する制御部と、を有する、ことを特徴とする。

30

【0008】

本発明の更なる目的又はその他の側面は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、重ね合わせ精度の点で有利な描画装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0010】

【図1】第1実施形態における描画装置を示す概略図である。

【図2】第1実施形態における描画部の構成を示す図である。

【図3】基板上に形成されたショット領域とアライメントマークとの配置を示す図である。

【図4】ショット領域と荷電粒子線グループによって描画される領域との配置を示す図である。

【図5】ショット領域と荷電粒子線グループによって描画される領域との配置を示す図である。

【図6】ショット領域と荷電粒子線グループによって描画される領域との配置を示す図で

50

ある。

【図 7】対象荷電粒子線列によって描画を行う工程を示す図である。

【図 8】対象荷電粒子線列によって描画を行う工程を示す図である。

【図 9】ショット領域と荷電粒子線グループによって描画される領域との配置を示す図である。

【図 10】対象荷電粒子線列によって描画を行う工程を示す図である。

【図 11】ショット領域と荷電粒子線グループによって描画される領域との配置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

10

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材ないし要素については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【0012】

<第1実施形態>

本発明の第1実施形態における描画装置100について、図1を参照しながら説明する。第1実施形態の描画装置100は、複数の荷電粒子線をそれぞれ含む複数の荷電粒子線グループ（荷電粒子線群）で基板に描画を行う描画系10と、基板を保持して移動可能な基板ステージ20と、描画系10と基板ステージ20とを制御する制御系30とを含む。第1実施形態の描画系10は、例えば、各荷電粒子線グループに対応するように複数の描画部11を含み、各描画部11は、複数の荷電粒子線を基板1に照射する。即ち、1つの描画部11から射出された複数の荷電粒子線によって、1つの荷電粒子線グループが構成される。以下に、描画部11の構成について図2を参照しながら説明する。

20

【0013】

荷電粒子源201は、例えば、LaB₆などの電子放出材を含む熱電子放出型の電子源が用いられる。コンデンサレンズ203は、荷電粒子源201から放射された荷電粒子線202を平行ビームにし、アパーチャアレイ204に入射させる。アパーチャアレイは、複数の開口を有し、これにより、平行ビームとして入射した荷電粒子線202が複数に分割される。アパーチャアレイ204により分割された荷電粒子線は、レンズアレイ205に入射する。レンズアレイ205は、複数の開口が形成された3枚の電極板によって構成されており、中央の電極板とそれを挟む上下の電極板との間に電位差を与えることにより、複数の開口をレンズとして機能させることができる。レンズアレイ205を通過した荷電粒子線は、レンズアレイ205の作用によって、ブランキングアパーチャ208の近傍に荷電粒子源のクロスオーバー像の中間像209を形成する。この中間像209の位置は、レンズアレイ205に印加される電圧を変えることによって、光軸方向（Z方向）に沿って変化する。また、レンズアレイ205とブランキングアパーチャ208との間には、複数に分割された荷電粒子線のブランキングを個別に行う複数のブランカを有するブランカアレイ207が配置されている。ブランカアレイ207を構成する各ブランカは、例えば、対向する2枚の電極によって構成されており、2枚の電極の間に電圧を加えることにより電界を発生させ、荷電粒子線を偏向することができる。ブランカにより偏向された荷電粒子線は、ブランキングアパーチャ208により遮断されて基板上には到達しない。一方で、ブランカにより偏向されなかった荷電粒子線は、ブランキングアパーチャ208に形成された開口を通過し、基板上に到達する。即ち、ブランカアレイ207は、荷電粒子線における基板1への照射と非照射とを個別に切り換えている。

30

40

【0014】

ブランキングアパーチャ208を通過した荷電粒子線は、第1投影レンズ210と第2投影レンズ214とを通過する。これにより、ブランキングアパーチャ208の近傍に形成された中間像209が基板上に投影される。第1投影レンズ210と第2投影レンズ214は、第1投影レンズ210の後段における焦点位置と第2投影レンズ214の前段における焦点位置とが一致するように、後述するレンズ制御部222によって制御される。

50

このような第1投影レンズ210と第2投影レンズ214との配置は、対称磁気タブレット構成と呼ばれ、中間像209を低収差で基板1に投影することができる。基板1に照射される複数の荷電粒子線は、主偏向器213と副偏向器215とによって一括に偏向されることにより、基板上で走査することができる。例えば、主偏向器213には電磁型の偏向器が用いられ、副偏向器215には静電型の偏向器が用いられる。そして、副偏向器215は、複数の荷電粒子線を偏向する量が、主偏向器213と比べて小さくなるように構成されており、複数の荷電粒子線の偏向を微調整することができる。主偏向器213と副偏向器215とによって複数の荷電粒子線を偏向させた際に発生する偏向収差による焦点ずれは、動的焦点補正器211で補正される。また、動的焦点補正器211と同様に、複数の荷電粒子線の偏向により発生する非点収差は、動的非点補正器212で補正される。動的焦点補正器211および動的非点補正器212は、例えば、コイルによって構成される。

10

【0015】

基板ステージ20は、基板1を保持するとともに、複数の荷電粒子線によって基板1を描画している際に、基板ステージ制御部226の制御に従って移動する。また、基板ステージ20には、描画系10から射出された各荷電粒子線の位置を計測する計測部21が設けられている。計測部21は、例えば、X方向およびY方向のナイフエッジと、当該ナイフエッジを通過した荷電粒子線を検出するファラデーカップとを有する。計測部21は、基板ステージ20をXY方向に移動させながら、ファラデーカップにより荷電粒子線を検出することで、描画系10から射出された各荷電粒子線の位置を計測することができる。

20

【0016】

制御系30は、例えば、レンズアレイ制御部220と、ブランキング制御部221と、レンズ制御部222と、偏向制御部223と、アライメント制御部224と、ステージ制御部225と、主制御部226とを含む。レンズアレイ制御部は、レンズアレイ205を構成する3枚の電極に電位差を与えて、中間像209の位置を調整する。ブランキング制御部221は、主制御部226から供給された制御データに基づいて、ブランカアレイ207を制御する。レンズ制御部222は、第1投影レンズ210の後段における焦点位置と第2投影レンズ214の前段における焦点位置とが一致するように、第1投影レンズ210と第2投影レンズ214を制御する。偏向制御部223は、複数の荷電粒子線グループを個別に偏向させるように、各描画部11における主偏向器213と副偏向器215とをそれぞれ制御する。また、偏向制御部223は、動的焦点補正器211および動的非点補正器212を制御する。アライメント制御部224は、後述する検出部22を制御する。ステージ制御部225は、基板ステージ20の移動を制御する。主制御部226は、CPUやメモリなどを含み、制御系30における各部を統括的に制御する(描画処理を制御する)。

30

【0017】

ここで、基板1に形成された複数のショット領域24の各々における形状を計測する方法について説明する。図3は、基板上に形成されたショット領域24とアライメントマーク25(x検出用アライメントマーク25a、およびy検出用アライメントマーク25b)との配置を示す図である。第1実施形態の描画装置100には、図1に示すように、基板上に形成されたアライメントマーク25を検出する検出部22が描画系10の近傍に備えられている。検出部22は、アライメント制御部224によって制御され、ショット領域24の周辺に配置された複数のアライメントマーク25を検出する。これにより、アライメント制御部224は、検出部22から供給された信号を統計処理し、複数のアライメントマーク25の各々における位置を算出することができる。そして、アライメント制御部224は、複数のアライメントマーク25の各々における位置に基づいて、ショット領域24が存在する基板上の領域の情報、即ち、基板に形成された複数のショット領域24に各々における形状を取得することができる。アライメント制御部224によって取得された形状には、例えば、本来形成されるべき形状に対するシフト成分、回転成分および倍率成分などの変形成分が含まれる。このように、基板1に形成された複数のアライメン

40

50

トマーク 25 を検出して、複数のショット領域 24 の各々における形状を計測することは、グローバルアライメント計測と呼ばれる。

【0018】

このように構成された描画装置 100 において、グローバルアライメント計測によって取得された各ショット領域 24 の形状に基づいて基板 1 の描画を行う方法について説明する。第 1 実施形態では、図 3 の点線で囲まれた 2 つのショット領域 24 a および 24 b に対して並行して描画が行われる。以下では、並行して描画が行われる領域（図 3 の点線で囲まれた領域）を一括描画領域 38 と称する。一括描画領域 38 の描画を行う場合、主制御部 226 は、グローバルアライメント計測で取得されたショット領域 24 a および 24 b の各々についてのシフト成分（X 方向および Y 方向）および回転成分を平均化する。例えば、ショット領域 24 a および 24 b の各成分をそれぞれ、 $(x_{s24a}, y_{s24a}, Rot_{s24a})$ 、および $(x_{s24b}, y_{s24b}, Rot_{s24b})$ とする。このとき、ショット領域 24 a および 24 b の各成分の平均値を式 (1) によって表すことができる。このように求められた各成分の平均値 $(x_{ave}, y_{ave}, Rot_{ave})$ は、ショット領域 24 a および 24 b の描画が開始される位置に基板 1 を配置する際における、基板ステージ 20 の移動量のオフセット量として用いられる。即ち、複数の偏向器によって複数の荷電粒子線グループの位置を個別に制御する場合に、各荷電粒子線グループを偏向する偏向量の最大値が小さくなるように、基板ステージ 20 の位置が制御される。

10

【0019】

$$\begin{aligned} x_{ave} &= (x_{s24a} + x_{s24b}) / 2 \\ y_{ave} &= (y_{s24a} + y_{s24b}) / 2 \\ Rot_{ave} &= (Rot_{s24a} + Rot_{s24b}) / 2 \quad \dots (1) \end{aligned}$$

20

次に、上述のように基板ステージ 20 を移動させた後、複数の荷電粒子線によって基板 1 の描画を開始する方法について、図 4 を参照しながら説明する。一括描画領域 38 の描画を行う場合、一括描画領域 38 における各ショット領域 24 には、例えば、それぞれ 6 つの荷電粒子線グループが照射されるとする。各荷電粒子線グループは、例えば、図 4 (c) に示すように、X 方向に間隔 e で 5 列、および Y 方向に間隔 f で 6 列に配列した 30 本の荷電粒子線（黒丸 27）を含む。そして、各荷電粒子線グループは、基板 1 が Y 方向に移動している状態で、主偏向器 213 と副偏向器 215 とによって一括に X 方向に偏向される。図 4 (a) において、点線の四角形で示される領域 30 は、間隔 f と同じ距離だけ基板ステージ 20 が Y 方向に移動したときに、1 つの荷電粒子線グループによって描画が行われる領域である。以下では、ショット領域 24 a における領域 30 を領域 s1 ~ s6 と示し、ショット領域 24 b における領域 30 を領域 s7 ~ s12 と示す。図 4 (a) では、各領域 30 (s1 ~ s12) に座標 (m_x, m_y) が示されている。例えば、領域 s2 には座標 (1, 2) が示されている。そして、その座標は、領域 s2 が、ショット領域 24 a 内における 6 つの領域 30 のうち、ショット領域 24 a の左上を基準として X 方向に 1 番目、Y 方向に 2 番目の領域 30 であることを示している。このように各領域 30 に描画を行う工程を、例えば、基板ステージ 20 を移動させることによって、図 4 (b) に示す位置 (1) (2) (3) の順番で各領域 30 を配置していき、各位置において各荷電粒子線グループによる描画を行う。これにより、一括描画領域 38 におけるショット領域 24 a および 24 b に対して描画を行うことができる。

30

40

【0020】

図 4 では、基板上に形成されたショット領域 24 a および 24 b の形状が、本来形成されるべき形状である場合を示した。しかしながら、基板上に形成されたショット領域 24 は、本来形成されるべき形状とは異なる形状で形成されていることがある。このようにショット領域 24 が基板上に形成されている場合、そのショット領域 24 に対して精度よくパターンの描画を行うことが困難となってしまう。

【0021】

図 5 は、一括描画領域 38 におけるショット領域 24 の形状が、回転成分を含んでいる場合、即ち、ショット領域 24 が回転角をもって基板上に存在する場合を示す図である。

50

図5(a)において、実線で示したショット領域24cおよび24dは、一括描画領域38に含まれるショット領域24であり、本来形成されるべきショット領域24の形状(破線)に対して、それぞれ1および2だけ回転した状態で基板上に形成されている。

1および2は、上述したグローバルライメント計測によって取得される。この場合、各領域30(s1~s12)の位置は、本来形成されるべきショット領域24の形状に対して決定されている。そのため、この状態で描画を行った場合、回転成分を含むショット領域24cおよび24dに対してずれた位置に描画が行われてしまい、また、1=2では、基板ステージ20の回転によって回転成分を補正することができる場合があるが、1=2では、基板ステージ20の回転だけでは、ショット領域24cおよび24dのそれぞれにおける回転成分を個別に修正することが困難である。その結果、ショット領域24cおよび24dにおいて、荷電粒子線が照射されない部分が生じてしまい、重ね合わせ精度が低下してしまい、そこで、第1実施形態の描画装置100では、基板1に形成されたショット領域24の形状に応じて、各荷電粒子線グループの基準位置を、各描画部11における偏向器(主偏向器213、副偏向器215)によって荷電粒子線グループごとに調整している。ここで、各荷電粒子線グループの基準位置とは、各描画部11によって荷電粒子線グループを走査する際において基準となる位置のことであり、荷電粒子線グループの走査を開始する際における当該荷電粒子線グループの位置のことであり、即ち、各荷電粒子線グループは、それぞれの基準位置から走査が開始される。

【0022】

次に、各荷電粒子線グループにおける調整量について説明する。例えば、ショット領域24に角度pの回転が生じている場合、各荷電粒子線グループのx方向およびy方向における調整量(S_{n_x} 、 S_{n_y})は、式(2)によってそれぞれ算出することができる。式(2)において、 L_x は荷電粒子線グループのx方向における間隔(領域30のx方向における間隔)であり、 L_y は荷電粒子線グループのy方向における間隔(領域30のy方向における間隔)である。また、 L_{sx} は領域30のx方向における幅であり、 m_x および m_y は、上述したように、領域30のx方向およびy方向の座標をそれぞれ示す。

【0023】

$$S_{n_x} = L_y \times (m_y - 1) \times \tan(p)$$

$$S_{n_y} = \{ L_x \times (m_x - 1) + L_{sx} \} \times \tan(p) \quad \dots (2)$$

例えば、図5(a)に示す領域s1の描画を行う荷電粒子線グループの調整量(S_{1_x} 、 S_{1_y})は、 $L_x = 2a$ 、 $L_y = 2b$ 、 $(m_x, m_y) = (1, 1)$ 、 $L_{sx} = a$ 、 $p = 1$ であるため、式(3)によって表される。

【0024】

$$S_{1_x} = 2b \times (1 - 1) \times \tan 1 = 0$$

$$S_{1_y} = \{ 2a \times (1 - 1) + a \} \times \tan 1 = a \times \tan 1$$

$\dots (3)$

同様に、図5(a)に示す領域s2の描画を行う荷電粒子線グループの調整量(S_{2_x} 、 S_{2_y})は、 $L_x = 2a$ 、 $L_y = 2b$ 、 $(m_x, m_y) = (1, 2)$ 、 $L_{sx} = a$ 、 $p = 1$ であるため、式(4)によって表される。

【0025】

$$S_{2_x} = 2b \times (2 - 1) \times \tan 1 = 2b \times \tan 1$$

$$S_{2_y} = \{ 2a \times (1 - 1) + a \} \times \tan 1 = a \times \tan 1$$

$\dots (4)$

このように各荷電粒子線グループにおける調整量がそれぞれ算出されることにより、主制御部226は、算出された調整量に基づいて各描画部11の偏向器(主偏向器213、副偏向器215)を制御する。これにより、第1実施形態の描画装置100では、各荷電粒子線グループの基準位置を、図5(b)に示すように、基板1に形成されたショット領域24の形状に応じて調整することができる。即ち、第1実施形態の描画装置100では、対応する荷電粒子線グループでそれぞれ描画が行われる複数の領域30を、基板1に形

10

20

30

40

50

成されたショット領域 24 の形状に応じて配置することができる。ここで、第 1 実施形態では、基板上に形成された各ショット領域 24 が回転成分のみを含む場合について説明したが、各ショット領域 24 が回転成分に加えて、x 方向や y 方向にシフト成分 (E_x 、 E_y) をそれぞれ含む場合がある。この場合、主制御部 226 は、例えば、ショット領域 24 におけるシフト成分の平均値だけ基板ステージ 20 を移動させ、残りのシフト成分が補正されるように各描画部 11 の偏向器 (主偏向器 213、副偏向器 215) を制御してもよい。各ショット領域 24 のシフト成分を、各描画部 11 の偏向器のみによって補正できる際には、基板ステージ 20 を移動させなくてもよい。また、第 1 実施形態では、一括描画領域 38 における 2 つのショット領域 24 が含まれ、それらに並行して描画を行う方法について説明したが、それに限られるものではない。例えば、本発明は、一括描画領域 38 に 3 つ以上のショット領域 24 が含まれ、それらに並行して描画を行う場合や、一括描画領域 38 に 1 つのショット領域 24 が含まれ、それに描画を行う場合にも適用することができる。

10

【0026】

上述したように、第 1 実施形態の描画装置 100 は、基板 1 に形成されたショット領域 24 の形状に応じて、各荷電粒子線グループの基準位置を、各描画部 11 における偏向器によって荷電粒子線グループごとに調整している。これにより、基板 1 に形成されたショット領域 24 が回転成分を含む場合であっても、そのショット領域 24 に対して精度よくパターンの描画を行うことができる。

20

【0027】

ここで、第 1 実施形態の描画装置 100 は、荷電粒子源 201 をそれぞれ有する複数の描画部 11 を含み、1 つの描画部 11 から射出された複数の荷電粒子線を 1 つの荷電粒子線グループとしたが、それに限られるものではない。例えば、1 つの描画部 11 から射出される複数の荷電粒子線に対して、複数の荷電粒子線グループを規定してもよい。この場合、当該描画部 11 は、複数の荷電粒子線グループのそれぞれに対応するように偏向器 (主偏向器 213、副偏向器 215) を含みうる。また、この場合、描画装置 100 は、1 つの描画部 11 だけを含むように構成されてもよい。

【0028】

< 第 2 実施形態 >

第 2 実施形態では、基板 1 に形成されたショット領域 24 に回転成分が含まれる場合において、各荷電粒子線グループに含まれる複数の荷電粒子線の各々を制御する方法について説明する。図 6 は、一括描画領域 38 におけるショット領域 24 e および 24 f と、荷電粒子線グループによって描画される領域 30 との配置を示す図である。図 6 において、ショット領域 24 e は、本来形成されるべき形状で基板 1 に形成されており、シフト成分、回転成分および倍率成分などの変形成分は含まないものとする。一方で、ショット領域 24 f は、角度 θ だけ回転した状態で基板上に形成されているものとする。角度 θ は、グローバルアライメント計測によって取得される。ショット領域 24 f の描画を行う各荷電粒子線グループでは、図 6 に示すように、第 1 実施形態において説明した基準位置の調整が既に行われているものとする。

30

【0029】

図 7 および図 8 は、荷電粒子線グループ 24 e に含まれる複数の荷電粒子線のうち、x 方向に沿って配列した複数の荷電粒子線 (例えば、図 5 (c) に示す対象荷電粒子線列 28) によって描画を行う工程を示す図である。図 7 の点線で表されるライン 31 は、図 6 に示すショット領域 24 e において、対象荷電粒子線列 28 が描画を行うべきパターンを示している。また、図 8 の点線で表されるライン 32 は、図 6 に示すショット領域 24 f において、対象荷電粒子線列 28 が描画を行うべきパターンを示している。ライン 32 は、ショット領域 24 f が角度 θ だけ回転している状態であるため、それに伴って角度 θ だけ傾いている。

40

【0030】

まず、変形成分を含まないショット領域 24 e に対して描画を行う工程について、図 7

50

を参照しながら説明する。対象荷電粒子線列 2 8 における荷電粒子線 b 1 ~ b 5 は、図 7 (a) に示すように、間隔 e で配置されている。そして、点線で表されるライン 3 1 は、荷電粒子線 b 1 ~ b 5 が、これから描画すべきライン状のパターンを示している。このようなライン 3 1 を荷電粒子線 b 1 ~ b 5 によって描画する場合、主制御部 2 2 6 は、基板ステージ 2 0 を y 方向に移動させながら、ブランカアレイ 2 0 7 と偏向器 (主偏向器 2 1 3、副偏向器 2 1 5) とを制御する。例えば、図 7 (b) に示すように、ライン 3 1 が荷電粒子線 b 1 ~ b 5 の照射位置に配置されたとき、主制御部 2 2 6 は、荷電粒子線 b 1 ~ b 5 を x 方向に e の距離だけ偏向しながら描画を行う。これにより、図 7 (c) に示すように、ライン 3 1 の描画を行うことができる。このような描画を行うため、主制御部 2 2 6 は、各荷電粒子線による描画を制御するための制御データを生成し、その制御データによってブランカアレイ 2 0 7 と偏向器 (主偏向器 2 1 3、副偏向器 2 1 5) とを制御する。各荷電粒子線を制御する制御データ D (b n) には、例えば、式 (5) に示すように、偏向開始時刻 t_{s_n} と、偏向距離 L_x と、照射開始時刻 t_{start_n} と、照射終了時刻 t_{finish_n} とが含まれる。偏向開始時刻 t_{s_n} は、偏向器による偏向を開始する時刻を表し、偏向距離 L_x は、荷電粒子線を基板上で走査する x 方向における距離を表す。また、照射開始時刻 t_{start_n} は、ブランカアレイ 2 0 7 によって基板上への荷電粒子線の照射を開始する時刻を表し、照射終了時刻 t_{finish_n} は、ブランカアレイ 2 0 7 によって基板上への荷電粒子線の照射を終了する時刻を表す。n は、各荷電粒子線に割り当てられた番号を示す。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

$$D(b_n) = (t_{s_n}, L_{x_n}, t_{start_n}, t_{finish_n}) \quad \dots (5)$$

ここで、荷電粒子線 b 1 ~ b 5 は偏向器によって一括に変更されるため、偏向開始時刻 t_{s_n} が各荷電粒子線 b 1 ~ b 5 において同じとなる ($t_{s_n} = t$)。そして、ライン 3 1 は、長さが 5 e であるため、各荷電粒子線における偏向距離 L_{x_n} は e となる。また、上述したように、ショット領域 2 4 e は、回転成分を含まないため、ライン 3 1 は傾いていない状態である。そのため、照射開始時刻 t_{start_n} および照射終了時刻 t_{finish_n} が、各荷電粒子線 b 1 ~ b 5 において同じとなる ($t_{start_n} = t_{st}$ 、 $t_{finish_n} = t_{fn}$)。このとき、各荷電粒子線 b 1 ~ b 5 を制御するための制御データは、以下の式 (6) に示すように生成される。

【 0 0 3 2 】

$$\begin{aligned} D(b_1) &= (t, e, t_{st}, t_{fn}) \\ D(b_2) &= (t, e, t_{st}, t_{fn}) \\ D(b_3) &= (t, e, t_{st}, t_{fn}) \\ D(b_4) &= (t, e, t_{st}, t_{fn}) \\ D(b_5) &= (t, e, t_{st}, t_{fn}) \quad \dots (6) \end{aligned}$$

次に、回転成分を含むショット領域 2 4 f に対して描画を行う工程について、図 8 を参照しながら説明する。対象荷電粒子線列における荷電粒子線 b 6 ~ b 1 0 は、図 8 (a) に示すように、間隔 e で配置されている。そして、点線で表されるライン 3 2 は、荷電粒子線 b 6 ~ b 1 0 が、これから描画すべきライン状のパターンを示している。ライン 3 2 は、上述のように、ショット領域 2 4 f が角度 θ だけ回転している状態であるため、それに伴って角度 θ だけ傾いている。このようなライン 3 2 を荷電粒子線 b 6 ~ b 1 0 によって描画する場合、まず、荷電粒子線 b 6 の照射位置にライン 3 2 が配置されたとき (図 8 (b))、主制御部 2 2 6 は、荷電粒子線 b 6 を x 方向に e の距離だけ偏向しながら描画を行う (図 8 (c))。そして、荷電粒子線 b 7 の照射位置にライン 3 2 が配置されたとき、主制御部 2 2 6 は、荷電粒子線 b 7 を x 方向に e だけ偏向しながら描画を行う (図 8 (d))。同様に、荷電粒子線 b 8 ~ b 1 0 の照射位置にライン 3 2 がそれぞれ配置されたとき、主制御部 2 2 6 は、荷電粒子線 b 8 ~ b 1 0 を x 方向に e だけ偏向しながら描画を行う (図 8 (e) ~ (g))。これにより、図 8 (g) に示すように、ライン 3 2 の描画を行うことができる。このように各荷電粒子線 b 6 ~ b 1 0 の描画を制御する場合

、各荷電粒子線 b 6 ~ b 1 0 を制御するための制御データは、以下の式 (7) に示すように生成される。

【 0 0 3 3 】

$$\begin{aligned} D (b 6) &= (t , e , t_{s t} , t_{f n}) \\ D (b 7) &= (t + T , e , t_{s t} , t_{f n}) \\ D (b 8) &= (t + 2 \times T , e , t_{s t} , t_{f n}) \\ D (b 9) &= (t + 3 \times T , e , t_{s t} , t_{f n}) \\ D (b 1 0) &= (t + 4 \times T , e , t_{s t} , t_{f n}) \quad \dots (7) \end{aligned}$$

ここで、ライン 3 2 は角度 θ だけ傾いているため、各荷電粒子線 b 6 ~ b 1 0 の偏向開始時刻 t_{s_n} は同じではなく、隣り合う 2 つの荷電粒子線の間において遅延時間 T が生じる。この遅延時間 T は、基板ステージ 2 0 の移動速度を V としたとき、図 8 (a) における L が (extan 3) で表されるため、式 (8) によって表される。

【 0 0 3 4 】

$$\begin{aligned} T &= L / V \\ &= (\text{extan } 3) / V \quad \dots (8) \end{aligned}$$

このように、描画すべきライン 3 2 が傾いている場合、各荷電粒子線 b 6 ~ b 1 0 を制御するための制御データが、隣接する 2 つの荷電粒子線の間で偏向開始時刻がライン 3 2 の傾きに依りてずれるように生成される。これにより、主制御部 2 2 6 は、制御データに基づいてブランカレイ 2 0 7 と偏向器とを制御することにより、回転成分を含むショット領域に対して高精度に描画を行うことができる。

【 0 0 3 5 】

ここで、第 2 実施形態では、ライン 3 2 上を全て描画することを想定し、偏向開始時刻に対する照射開始時刻および照射終了時刻は、荷電粒子線 b 6 ~ b 1 0 において同じとしたが、それに限られるものではない。例えば、ライン 3 2 上に描画すべきパターンが点在している場合もあり、その場合は、偏向開始時刻に対する照射開始時刻および照射終了時刻が、各荷電粒子線 b 6 ~ b 1 0 において異なってもよい。また、第 2 実施形態では、制御データは、偏向開始時刻と、偏向距離と、照射開始時刻と、照射終了時刻とを含むように生成されているが、それに限られるものではない。例えば、全ての荷電粒子線を一括に偏向する場合には、式 (9) に示すように、基板上的描画すべきパターンの座標 (g_x 、 g_y) と、ブランカレイ 2 0 7 のオン/オフ制御のタイミング (t_{on} 、 t_{off}) とを含むように制御データを生成してもよい。

【 0 0 3 6 】

$$D (b n) = (g_{x n} , g_{y n} , t_{on n} , t_{off n}) \quad \dots (9)$$

< 第 3 実施形態 >

第 3 実施形態では、基板 1 に形成されたショット領域 2 4 に倍率成分が含まれる場合、即ち、ショット領域 2 4 が倍率をもって基板上に存在する場合において、各荷電粒子線グループに含まれる複数の荷電粒子線の各々を制御する方法について説明する。図 9 は、並行して描画が行われるショット領域 2 4 g および 2 4 h と、荷電粒子線グループによって描画される領域 3 0 との配置を示す図である。図 9 において、ショット領域 2 4 h は、本来形成されるべき形状で基板 1 に形成されており、シフト成分、回転成分および倍率成分などの変形成分は含まないものとする。一方で、ショット領域 2 4 g は、本来形成されるべき形状に対して縮小した状態で基板上に形成されているものとする。ショット領域 2 4 g の描画を行う各荷電粒子線グループでは、図 9 に示すように、第 1 実施形態において説明した基準位置の調整が既に行われているものとする。

【 0 0 3 7 】

図 1 0 は、1 つの荷電粒子線グループに含まれる複数の荷電粒子線のうち、x 方向に沿って配列した複数の荷電粒子線 (例えば、図 5 (c) に示す対象荷電粒子線列 2 8) によって、ショット領域 2 4 の描画を行う工程を示す図である。図 1 0 (a) の点線で表されるライン 3 7 は、図 9 に示すショット領域 2 4 g において、対象荷電粒子線列 2 8 における複数の荷電粒子線 b 1 ~ b 5 が、これから描画を行うべきパターン (長さ $3.5 \times e$)

10

20

30

40

50

を示している。ライン 37 は、ショット領域 24 が縮小していない状態では $5 \times e$ の長さを有するべきであるが、ショット領域 24 の縮小により、図 10 (a) に示すように $3.5 \times e$ の長さとなっている。この場合、主制御部 226 は、図 10 (b) に示すように、ライン 37 が荷電粒子線 b1 ~ b5 の照射位置に配置されたとき、荷電粒子線 b1 ~ b3 については x 方向に距離 e だけ描画を行う。一方で、主制御部 226 は、荷電粒子線 b4 については x 方向に距離 $0.5 \times e$ だけ描画を行い、荷電粒子線 b5 については描画を行わない。これにより、図 10 (c) に示すように、ライン 37 の描画を行うことができる。したがって、主制御部 226 は、荷電粒子線 b4 を制御するための制御データにおいて、距離 $0.5 \times e$ だけ描画が行われるように照射終了時刻を設定する。また、主制御部 226 は、荷電粒子線 b5 を制御するための制御データにおいて、描画が行われないように、即ち、荷電粒子線 b5 の基板 1 への照射が開始されないように照射開始時刻を設定する。

10

【0038】

このように、ショット領域 24 が倍率成分を含み、描画すべきライン 37 が伸縮している場合、各荷電粒子線が描画を行う範囲をショット領域 24 の形状に応じて変更し、変更された範囲に基づいて、各荷電粒子線を制御するための制御データが生成される。これにより、主制御部 226 は、制御データに基づいてブランカアレイ 207 と偏向器（主偏向器 213、副偏向器 215）とを制御することにより、倍率成分を含むショット領域 24 に対して高精度に描画を行うことができる。

20

【0039】

< 第 4 実施形態 >

第 4 実施形態では、各荷電粒子線グループの基準位置が、例えば、各描画部 11 に用いられている部材の経時変化などによって、目標位置からずれている場合について説明する。図 11 は、並行して描画が行われるショット領域 24 a および 24 b と、荷電粒子線グループによって描画される領域 30 との配置を示す図である。図 11 において、領域 30 における黒丸は、各荷電粒子線グループにおいて基準となる荷電粒子線（以下、基準線）が照射される基板 1 の位置である。図 11 では、ショット領域 24 a および 24 b は、本来形成されるべき形状で基板 1 に形成されており、シフト成分、回転成分および倍率成分などの変形成分は含まない。しかし、図 11 に示すように、各荷電粒子線グループによって描画される領域 30 にはそれぞれ位置ずれが生じている。このような位置ずれは、例えば、複数の描画部 11 を設置する際における誤差や、各描画部 11 に用いられる部材の経時変化などによって生じうる。このように各荷電粒子線グループの位置ずれが生じている場合、主制御部 226 は、計測部 21 によって各荷電粒子線グループの基準線の位置を計測する。そして、その基準線の位置の計測結果に応じて、各荷電粒子線グループの位置ずれを取得することができる。そして、主制御部 226 は、取得された荷電粒子線グループの位置ずれが補正されるように荷電粒子線グループを偏向するための偏向量を、荷電粒子線グループごとに決定する。このように決定された偏向量は、各荷電粒子線グループの基準位置をショット領域 24 の形状に応じて調整するための調整量に加えられる。即ち、各荷電粒子線グループに位置ずれが生じている場合、各荷電粒子線グループにおけるショット領域 24 の形状に応じた調整に加えて、当該位置ずれの補正も行われるように偏向器（主偏向器 213、副偏向器 215）が制御される。

30

40

【0040】

このように、各荷電粒子線グループに位置ずれが生じている場合、各荷電粒子線グループにおけるショット領域 24 の形状に応じた調整に加えて、当該位置ずれが補正されるように偏向器が制御される。これにより、荷電粒子線グループの基板 1 への照射位置がずれている場合でも、基板 1 に形成されたショット領域 24 に対して高精度にパターンの描画を行うことができる。

【0041】

< 物品の製造方法の実施形態 >

本発明の実施形態におけ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

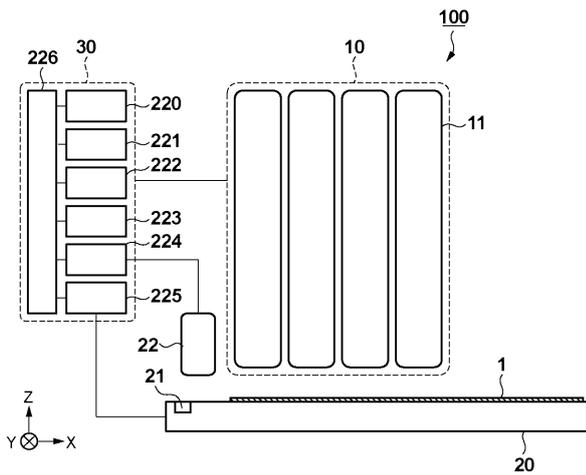
50

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。本実施形態の物品の製造方法は、基板に塗布された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、かかる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む。更に、かかる製造方法は、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）を含む。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。

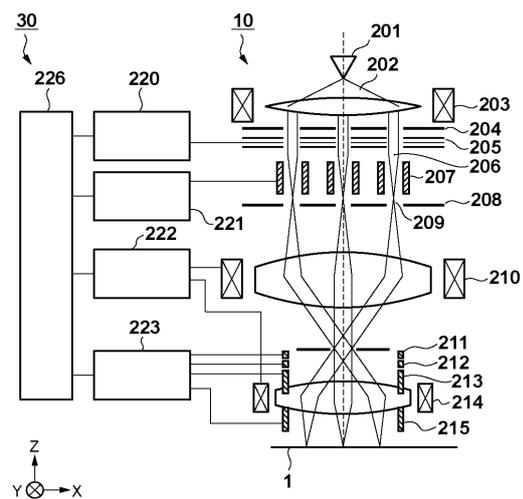
【0042】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

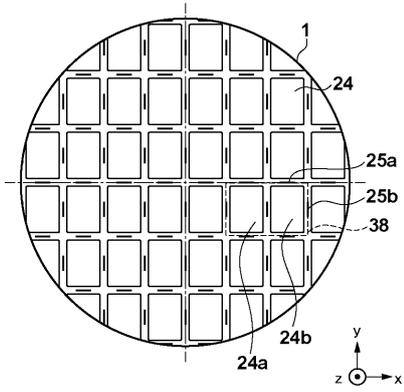
【図1】



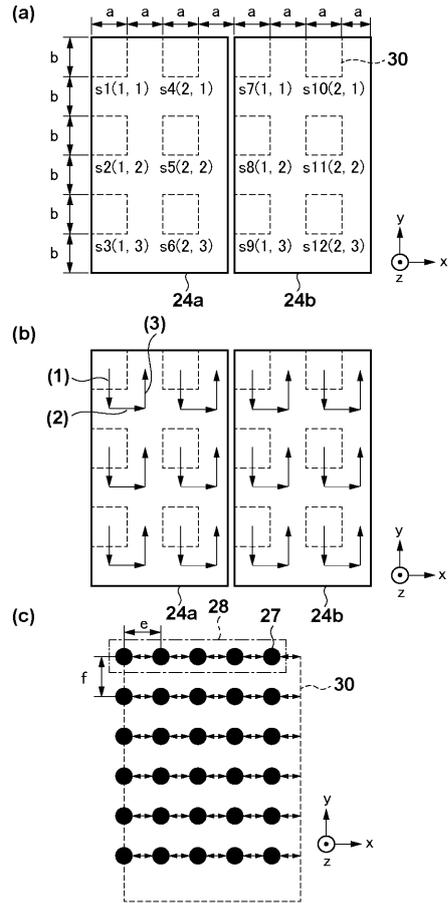
【図2】



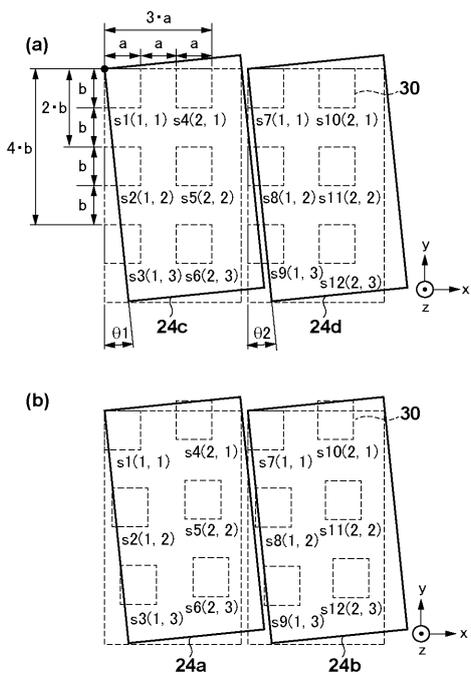
【 図 3 】



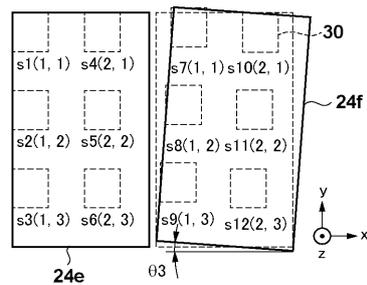
【 図 4 】



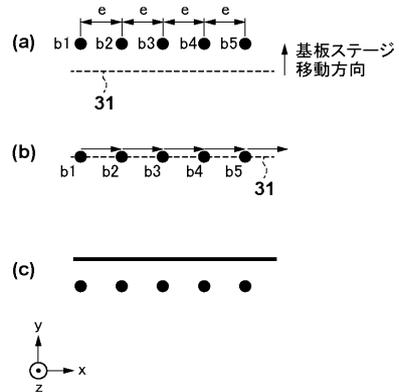
【 図 5 】



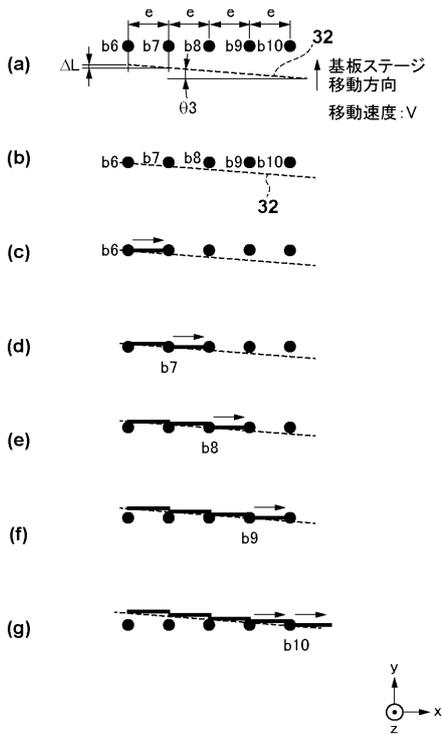
【 図 6 】



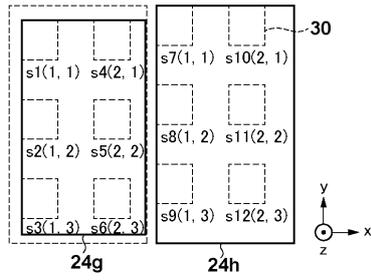
【 図 7 】



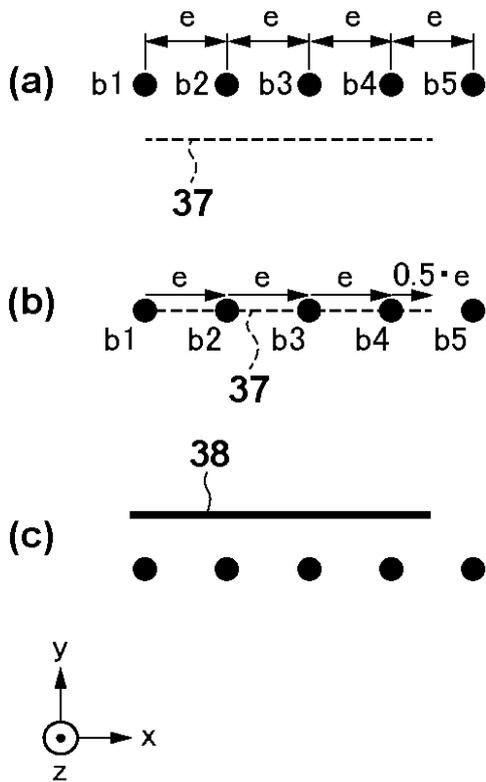
【 図 8 】



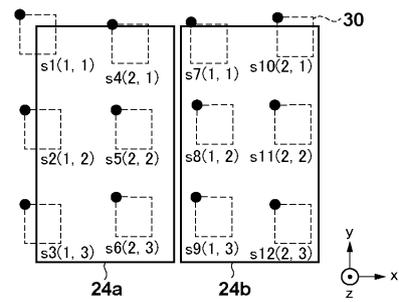
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(72)発明者 千徳 孝一

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

(72)発明者 村木 真人

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) 2H097 CA16

5C034 BB03 BB04 BB07

5F056 AA35 BA08 BA10 BB03 BB10 CC01 CC05 CC11 EA03 EA06