

(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2013-69812
(P2013-69812A)

(43) 公開日 平成25年4月18日(2013.4.18)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 4 1 N	5 C 0 3 0
HO 1 J 37/305 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 4 1 W	5 C 0 3 4
HO 1 J 37/04 (2006.01)	HO 1 J 37/305 B	5 F 0 5 6
	HO 1 J 37/04 A	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2011-206557 (P2011-206557)	(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
(22) 出願日	平成23年9月21日 (2011. 9. 21)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康徳
		(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

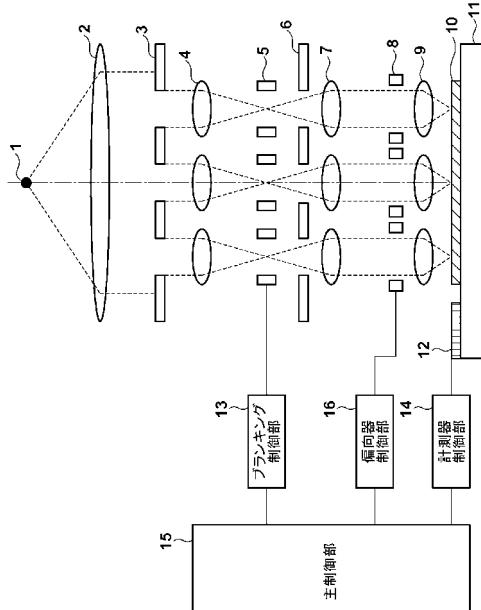
(54) 【発明の名称】荷電粒子線照射装置、荷電粒子線描画装置及び物品製造方法

(57) 【要約】

【課題】 荷電粒子線の特性の計測精度の点で有利な照射装置を提供する。

【解決手段】 複数の荷電粒子線を物体に照射する照射装置は、複数の開口を有する遮蔽板と、前記複数の開口をそれぞれ通過した複数の荷電粒子線をそれぞれ検出する複数の検出器とを含み、前記複数の荷電粒子線の強度を計測する計測器と、前記複数の荷電粒子線がそれぞれ前記複数の開口のエッジを横切るように前記複数の荷電粒子線と前記計測器との間の相対的な走査を行う走査手段と、前記走査手段と前記計測器とを制御して前記複数の荷電粒子線それぞれの特性を求める制御部と、を備える。前記走査の期間において、前記複数の荷電粒子線の前記遮蔽板によって遮断されるエネルギーが時間とともに変動しないように構成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の荷電粒子線を物体に照射する照射装置であって、複数の開口を有する遮蔽板と、前記複数の開口をそれぞれ通過した複数の荷電粒子線をそれぞれ検出する複数の検出器とを含み、前記複数の荷電粒子線の強度を計測する計測器と、

前記複数の荷電粒子線がそれぞれ前記複数の開口のエッジを横切るように前記複数の荷電粒子線と前記計測器との間の相対的な走査を行う走査手段と、

前記走査手段と前記計測器とを制御して前記複数の荷電粒子線それぞれの特性を求める制御部と、

を備え、

前記走査の期間において、前記複数の荷電粒子線の前記遮蔽板によって遮断されるエネルギーが時間とともに変動しないように構成されている、ことを特徴とする照射装置。

【請求項 2】

前記複数の荷電粒子線のそれぞれは、第 1 グループ及び第 2 グループのいずれかに属し、

前記走査の期間において、前記第 1 グループに属する荷電粒子線の前記遮蔽板によって遮断されるエネルギーが増大するとき、前記第 2 グループに属する荷電粒子線の前記遮蔽板によって遮断されるエネルギーは減少する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の照射装置。

【請求項 3】

前記走査は、前記複数の荷電粒子線と前記計測器との間において同一の方向になされ、前記複数の開口は、前記走査の期間において、前記複数の荷電粒子線の前記遮蔽板によって遮断されるエネルギーが時間とともに変動しないように、前記遮蔽板に配列されている、ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の照射装置。

【請求項 4】

前記複数の荷電粒子線を個別に偏向する偏向器を備え、

前記制御部は、前記偏向器を制御して、前記走査の期間において、前記複数の荷電粒子線の前記遮蔽板によって遮断されるエネルギーが時間とともに変動しないように、前記複数の荷電粒子線のうち一部の荷電粒子線と他の一部の荷電粒子線とを互いに異なる方向に偏向させる、ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の照射装置。

【請求項 5】

前記特性は、強度、強度分布および照射位置の少なくとも 1 つを含む、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の照射装置。

【請求項 6】

前記複数の荷電粒子線がすべて前記遮蔽板によって遮断される期間および前記走査の期間において、前記複数の荷電粒子線の前記遮蔽板によって遮断されるエネルギーが時間とともに変動しないように構成されている、ことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の照射装置。

【請求項 7】

前記複数の荷電粒子線を射出する荷電粒子光学系を備え、

前記制御部は、前記複数の荷電粒子線がすべて前記遮蔽板によって遮断される期間において、前記荷電粒子光学系が前記遮蔽板を照射する荷電粒子線の数および照射時間の少なくとも一方を制御する、ことを特徴とする請求項 6 に記載の照射装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の照射装置を含み、複数の荷電粒子線で基板に描画を行う、ことを特徴とする描画装置。

【請求項 9】

請求項 8 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、

10

20

30

40

50

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、荷電粒子線照射装置、荷電粒子線描画装置及び物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

複数の電子線を用いた描画方法において、電子線の特性のばらつきや経時変化の影響を低減するため、定期的に電子線の特性を計測して補正を行うことが必要である。計測するセンサの画素よりも電子線の径が十分に大きいのであれば、2次元センサを用いて電子線の特性を直接計測することが可能であるが、電子線の径は数十nmと小さく、直接計測することが不可能である。このような電子線を計測する場合、例えば、ナイフエッジを用いた計測が有効である。ナイフエッジ法は、センサの上部に構成したナイフエッジプレートで電子線を遮断ながら計測を行う。そのため、ナイフエッジプレートには、遮断された電子線のエネルギーが照射され、結果として温度が上昇する。温度上昇が発生した場合、熱による膨張が発生し、エッジの位置が変化してしまう。ナイフエッジ法では、遮断される電子線の量は、計測中に変動していくため、エッジの位置も計測中に変動してしまい、計測精度の低下につながる。

【0003】

電子線の照射による温度変動の影響を低減する手段として、特許文献1では、パターンドビームを形成するアパーチャ板に加熱手段を構成し、電子線の照射量と加熱手段による熱量の総和が一定になるように制御する方法が提案されている。また、特許文献2では、プランカを制御する配線基板の発熱量を一定にするために基板にヒータを内蔵する方法が提案されている。特許文献3では、電子線が照射された場合の露光領域と電子線が照射されていない非露光領域の温度差を低減するために、非露光領域にレジストに影響を与えない放射線を照射して対象物に照射される総エネルギー量を一定にする方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平11-162811号公報

【特許文献2】特開平9-134869号公報

【特許文献3】特表2000-243696号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1～3では、入力される熱量が常に一定になるため、温度の変動を低減することが可能である。しかし、電子線による加熱に加え、加熱手段からの熱も加わり、トータルの加熱量が増加してしまう。そのため、周辺部材の熱膨張による位置ずれ量の増大や、伝送経路の抵抗値が上昇することによる信号の伝送特性の低下といった懸念がある。さらに、加熱手段を利用する場合には、温度計測手段、ヒータ、制御手段等、新たな構成要素の追加が必要になり、装置構成が複雑になってしまう。

【0006】

本発明は、荷電粒子線の特性の計測精度の点で有利な照射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】

本発明は、複数の荷電粒子線を物体に照射する照射装置であって、複数の開口を有する遮蔽板と、前記複数の開口をそれぞれ通過した複数の荷電粒子線をそれぞれ検出する複数の検出器とを含み、前記複数の荷電粒子線の強度を計測する計測器と、前記複数の荷電粒

10

20

30

40

50

子線がそれぞれ前記複数の開口のエッジを横切るように前記複数の荷電粒子線と前記計測器との間の相対的な走査を行う走査手段と、前記走査手段と前記計測器とを制御して前記複数の荷電粒子線それぞれの特性を求める制御部と、を備え、前記走査の期間において、前記複数の荷電粒子線の前記遮蔽板によって遮断されるエネルギーが時間とともに変動しないように構成されている、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、例えば、荷電粒子線の特性の計測精度の点で有利な照射装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】描画装置の構成図

【図2】ナイフエッジ法を説明する図

【図3】計測時の電子線照射量の変化を示す図

【図4】従来技術の計測を説明する図

【図5】実施例1の計測を説明する図

【図6】実施例2の計測を説明する図

【図7】実施例3の計測を説明する図

【図8】実施例3の計測の別例を説明する図

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施の形態を、図面を用いて説明する。本発明は、電子線、イオンビーム等、複数の荷電粒子線を物体に照射する照射装置に適用可能であるが、複数の電子線で基板にパターンを描画する描画装置に適用した例について説明する。まず、複数の電子線で描画を行う描画装置の構成を図1の概略図を用いて説明する。電子銃はクロスオーバ1の像を形成する。このクロスオーバ1を荷電粒子線源としてコンデンサレンズ2で略平行な電子線を作る。アーチャアレイ3は、開口が2次元に配列して形成されている。レンズアレイ4は、同一の焦点距離を持つ静電レンズが2次元に配列して形成されている。プランカアレイ5は、電子線を個別に偏向することが可能な静電プランカが2次元に配列して形成されている。

【0011】

投影する電子線の数は、プランキング制御部13によってプランカアレイ5を制御することで制御される。コンデンサレンズ2によって作られた平行な電子線は、アーチャアレイ3によって複数の電子線に分割される。分割された電子線は、レンズアレイ4によって、プランカアレイ5の高さにクロスオーバ1の中間像を形成する。プランカアレイ5を通過した電子線は、電磁レンズ7, 9により、ステージ11上に保持された基板10又は計測器12上に投影される。プランカアレイ5を通過した電子線は、偏向器制御部16によって制御される偏向器8によって個別に偏向され、各電子線の投影像の位置は、偏向器8の偏向量により決定される。アーチャアレイ3、レンズアレイ4、プランカアレイ5、電磁レンズ7, 9、偏向器8は、複数の電子線を基板10に向けて射出する荷電粒子光学系を構成している。

【0012】

計測器12は、計測器制御部14によって制御され、照射された電子線の特性を計測する。計測項目は例えば電子線の強度、強度分布、照射位置である。計測条件は、主制御部15で算出され、プランキング制御部13によってプランカアレイ5を駆動することで選択される。計測器12で計測された結果は、主制御部15に送られ、主制御部15によって電子線の特性の算出が行われる。主制御部15及び計測器制御部14は、各電子線の強度の変化から各電子線の特性を求める制御部を構成している。

【0013】

ナイフエッジを用いて計測するナイフエッジ法の概要について図2～図3を用いて説明

10

20

30

40

50

する。計測器 12 は、ナイフェッジプレート(遮蔽板)22 と計測用センサ(検出器)23 とを含む。ナイフェッジプレート22 は導電性のプレートで、複数の開口が構成されている。計測器 12 は、電子線 21 が開口のエッジ 24 を横切って移動するように電子線 21 を計測器 12 に対して相対的に走査させながら電子線 21 の強度を計測する。電子線 21 の計測器 12 に対する相対的な走査方向は、ナイフェッジプレート 22 の表面に平行な方向である。ここでは、説明を簡単にするため 1 本の電子線 21 を計測する場合について説明を行う。まずナイフェッジプレート 22 上に電子線 21 が照射される状態から計測を開始する(図 2 の(a))。次にナイフェッジプレート 22 と計測センサ 23 とを矢印の方向に走査させ、計測を行う(図 2 の(b)~(c))。このとき、ナイフェッジプレート 22 に照射される電子線 21 のエネルギー量は図 3 のように変化するため、温度の変動が発生してしまう。

10

【0014】

[実施例 1]

実施例 1 の計測器 12 におけるナイフェッジプレート 22 の構成について図 4~図 5 を用いて説明する。まず、複数の電子線 21 を同時に計測する場合について説明する。一例として、 2×2 の配列を用いて説明を行うが、 2×2 に限定するものではない。図 4 は 4 本の電子線 21 と 4 つのナイフェッジ 24 が同じ配列で構成されている場合を示している。電子線 21 のうち、黒く塗りつぶされた部分 212 は、ナイフェッジプレート 22 に遮断されてナイフェッジプレートへ照射される部分を示す。また、部分 211 は、ナイフェッジプレート 22 を通過して計測センサ 23 によって検出される部分を示す。1 本の電子線 21 のトータルエネルギーを“1”とすると、電子線 21 の中央にエッジが位置する場合、ナイフェッジプレート 22 に照射されるエネルギーは $0.5 / \text{本}$ になる。したがって、4 本の電子線 21 について足し合わせたナイフェッジプレート 22 に照射される総エネルギー量は、 $0.5 \times 4 = 2$ になる(図 4 の(a))。次に、エッジの位置が電子線 21 の径の $1 / 4$ だけ移動した場合を考える。その場合、ナイフェッジプレート 22 へ照射される部分 212 の面積は $26\% / \text{本}$ になる。その結果、ナイフェッジプレート 22 へ照射される 4 本の電子線 21 の総エネルギー量は $0.26 \times 4 = 1.04$ と約半分に減少してしまう(図 4 の(b))。

20

【0015】

次に、実施例 1 のナイフェッジプレート 22 の構成について図 5 を用いて説明する。ナイフェッジ 24 は、従来のナイフェッジ 24' の位置に比べて一つ分だけシフトして構成される(図 5 の(a))。4 本の電子線 21 は、各電子線の走査方向に沿って互いに隣り合って配置された 2 つの電子線 21a, 21b からなる複数(図 5 では 2 つ)の組から構成されている。従来例と同様に 1 本の電子線 21 の合計エネルギーを“1”として考えると、電子線 21 の中央にエッジがある場合、ナイフェッジプレート 22 に照射される面積は 4 本の電子線 21 のいずれにおいても 50% である。したがって、その場合にナイフェッジプレート 22 へ照射される 4 本の電子線 21 の総エネルギー量は $0.5 \times 4 = 2$ になる(図 5 の(b))。次に、エッジの位置が電子線の径の $1 / 4$ だけ移動した場合を考える。ナイフェッジプレート 22 に照射される面積は、右側に位置する一方の電子線 21b において従来と同じく 26% に減少するが、左側に位置する他方の電子線 21a において 74% に増大する(図 5 の(c))。その結果、4 本の電子線の少なくとも 1 本の電子線の少なくとも一部が開口を通過する期間におけるナイフェッジプレート 22 へ照射される総エネルギー量は $0.26 \times 2 + 0.74 \times 2 = 2$ で、合計値を一定量に維持することが出来る。

30

【0016】

実施例 1 では、電子線を走査するときにナイフェッジプレート 22 に遮断されるエネルギーの増減が互いに異なる電子線 21a と電子線 21b とを互いに隣り合うように配置して 1 つの組とした。しかし、電子線 21a と電子線 21b とは互いに隣り合うように配置されていなくてもよい。複数の電子線のそれぞれが、第 1 グループ及び第 2 グループのいずれかに属し、電子線を走査するときに第 1 グループの電子線と第 2 グループの電子線とのナイフェッジプレート 22 に遮断されるエネルギーの増減が互いに異なればよい。実施

40

50

例 1 のナイフェッジプレート 2 2 を用いることで、ナイフェッジ法による計測を行う場合に、電子線の計測位置による温度変動を低減し、精度の良い計測を行うことが出来る。

【 0 0 1 7 】

【 実施例 2 】

実施例 2 における電子線の偏向制御方法について図 6 を用いて説明する。実施例 1 と同様に各電子線 2 1 の中央にエッジがある場合、ナイフェッジプレート 2 2 に照射されるエネルギーは合計で 2 になる(図 6 の(a))。次に、全ての電子線 2 1 を同一方向に偏向する、従来の計測方法を用いて電子線 2 1 を径の 1 / 4 だけ偏向した場合を考える。ナイフェッジプレート 2 2 へ照射される合計エネルギーは、従来例と同じく、 $0.26 \times 4 = 1.04$ と約半分に減少してしまう(図 6 の(b))。

10

【 0 0 1 8 】

次に、隣接する電子線 2 1 a , 2 1 b を異なる方向に偏向させて計測を行う実施例 2 の場合を考える。ここでは、例として偏向方向を反転しているが、偏向方向を限定するものではない。エッジの位置が電子線の径の 1 / 4 だけ移動すると、ナイフェッジプレート 2 2 に照射される面積は、右側に位置する電子線 2 1 b において従来と同じく 26 % に減少する。しかし、左側に位置する電子線 2 1 a において 74 % に増大する(図 6 の(c))。その結果、4 本の電子線によるナイフェッジプレート 2 2 へ照射される総エネルギー量は $0.26 \times 2 + 0.74 \times 2 = 2$ で、一定量に維持することが出来る。実施例 2 の偏向制御方法を用いることで、ナイフェッジ法による計測を行う場合に、電子線の計測位置による温度変動を低減し、精度の良い計測を行うことが出来る。

20

【 0 0 1 9 】

【 実施例 3 】

実施例 3 における照射を行う電子線の数又は照射時間の制御方法について図 7 、図 8 を用いて説明する。一例として、実施例 1 、 2 と同じビームエネルギー量を照射する場合について説明を行うが、エネルギー量を限定するものではない。実施例 1 、 2 では、計測を行っている間にナイフェッジプレートへ照射されるエネルギー量は、全ビームのエネルギーの 1 / 2 である(図 7 の(a))。次に、計測を行っていない状態を図 7 (b)に示す。このとき、4 本の電子線 2 1 a ~ 2 1 d は全てナイフェッジプレート 2 2 に照射されるので、ナイフェッジプレート 2 2 へ照射される合計エネルギーは 4 になり、温度が変動してしまう。実施例 3 では 4 本の電子線 2 1 のうち 1 / 2 をオフすることで合計エネルギー量を計測時と同じ全体の 1 / 2 に保ち、温度変動を低減させる(図 7 の(c))。もしくは、図 8 に示すように、4 本の電子線すべての照射時間を 1 / 2 に減らすことで、合計エネルギー量を制御しても良い。上記制御方法を用いることで、計測を行っていない状態でも、ナイフェッジプレート 2 2 に照射されるエネルギー量の変動を低減し、精度の良い計測を行うことが出来る。

30

【 0 0 2 0 】

以上、複数の荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置を例に、本発明の実施形態を説明した。しかし、本発明は、描画装置に限らず、電子顕微鏡や電子測長装置等、複数の荷電粒子線を利用する他の荷電粒子線装置にも適用することができる。

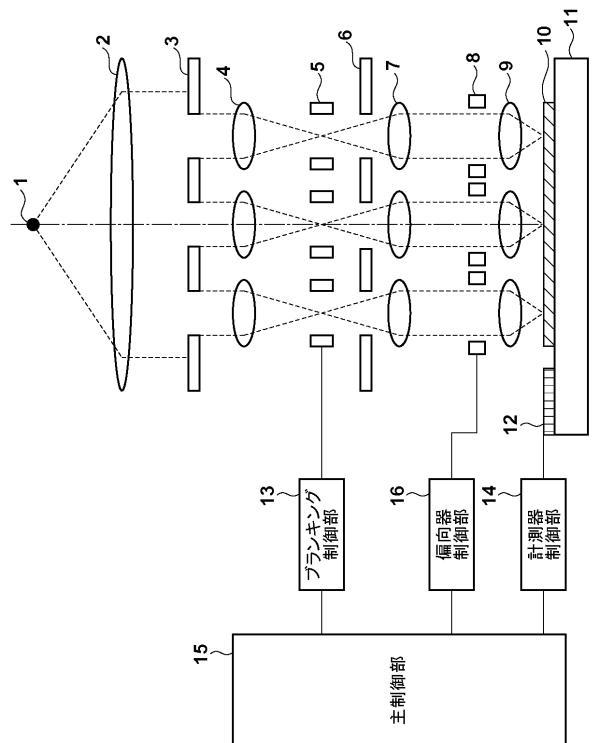
40

【 0 0 2 1 】

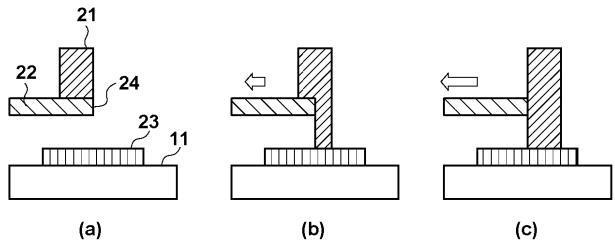
【 物品の製造方法 】

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。

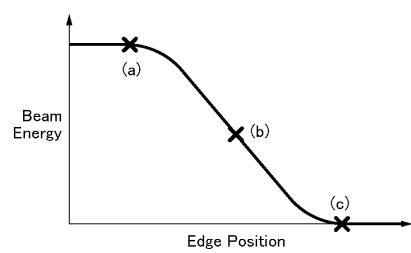
【図1】



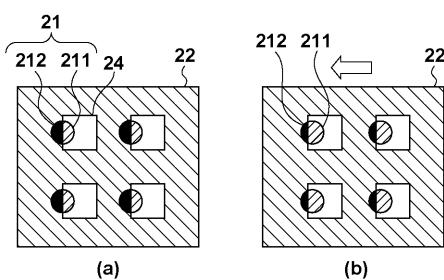
【図2】



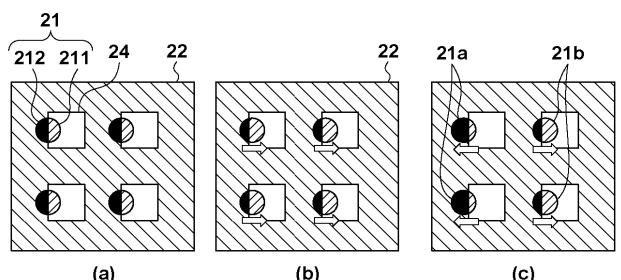
【図3】



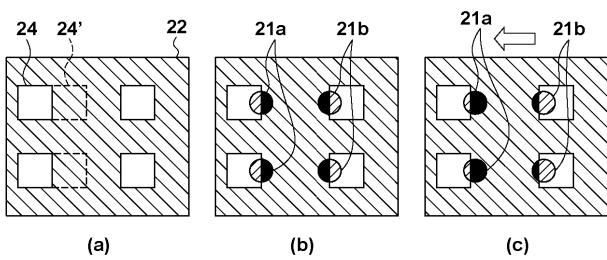
【図4】



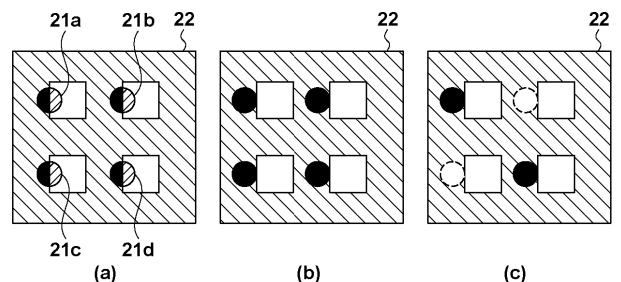
【図6】



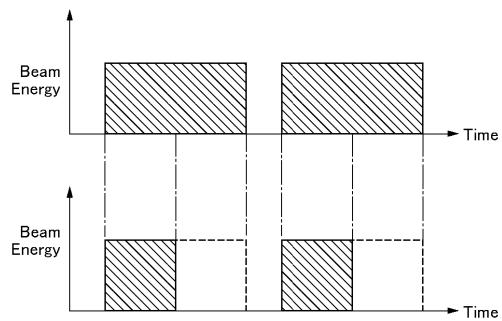
【図5】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 有田 圭一
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 篠原 正仁
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) 5C030 AA04 AB03
5C034 BB10
5F056 AA07 BA01 BA08 BB02 BB09