

(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
2018年1月25日(25.01.2018)



(10) 国際公開番号

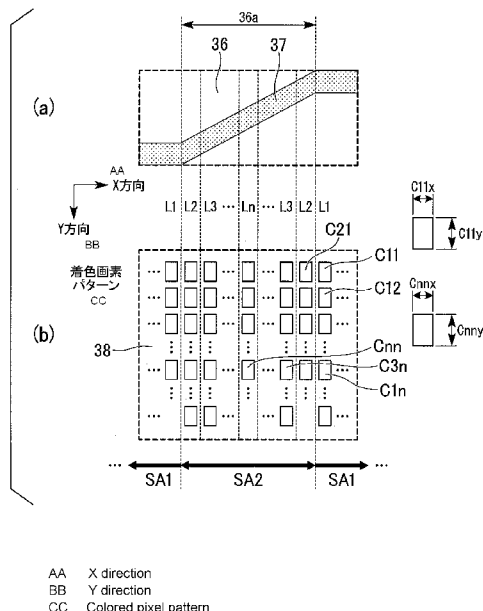
WO 2018/016485 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 1/70 (2012.01) *G03F 7/20* (2006.01)
G02B 5/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/025967
- (22) 国際出願日: 2017年7月18日(18.07.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-143333 2016年7月21日(21.07.2016) JP
特願 2016-238997 2016年12月9日(09.12.2016) JP
- (71) 出願人: 凸版印刷株式会社(TOPPAN PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 奥村 哲人 (OKUMURA Akihito); 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 宮地 宏昭 (MIYAJI Hiroaki); 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP). 山田 雄大 (YAMADA Takehiro); 〒1100016 東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 松沼 泰史, 外 (MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(54) Title: PHOTOMASK, METHOD FOR MANUFACTURING PHOTOMASK, AND METHOD FOR MANUFACTURING COLOR FILTER USING PHOTOMASK

(54) 発明の名称: フォトマスク、フォトマスク製造方法、及びフォトマスクを用いたカラーフィルタの製造方法

[図3]



(57) Abstract: Provided is a photomask used in scanning type projection exposure provided with a projection lens formed from multiple lenses, wherein the line width for a plurality of patterns (Cnn) for the photomask present in a region (SA2) transferred by scanning exposure including the connecting part (36a) of the multiple lenses is a corrected line width for the pattern line width of the same shape as the pattern (Cnn) for the photomask present in a region (SA1) transferred by

(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, 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))

scanning exposure not including the connecting part (36a).

(57) 要約: このフォトマスクは、マルチレンズからなる投影レンズを備えたスキャン方式の投影露光に用いるフォトマスクであって、前記マルチレンズの接続部(36a)を含むスキャン露光により転写される領域(SA2)に存在する前記フォトマスクの複数のパターン(Cnn)の線幅が、前記接続部(36a)を含まないスキャン露光により転写される領域(SA1)に存在する前記フォトマスクの前記パターン(Cnn)と同形のパターンの線幅に対して補正された線幅である。

明 細 書

発明の名称：

フォトマスク、フォトマスク製造方法、及びフォトマスクを用いたカラーフィルタの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、フォトマスク、フォトマスク製造方法、及びフォトマスクを用いたカラーフィルタの製造方法に関する。

本願は、2016年7月21日に日本に出願された特願2016-143333号及び2016年12月9日に日本に出願された特願2016-238997号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、大型カラーテレビ、ノートパソコン、携帯用電子機器の増加に伴い、液晶ディスプレイ、特に、カラー液晶ディスプレイパネルの需要の増加はめざましいものがある。カラー液晶ディスプレイパネルに用いられるカラーフィルタ基板は、ガラス基板等からなる透明基板上に、ブラックマトリックス、赤色フィルタ、緑色フィルタ、青色フィルタ等といった着色画素、スペーサ等がフォトマスクを用いたパターン露光、現像等のパターンニング処理を行うフォトリソグラフィプロセスを経て形成される。

[0003] 最近では、カラー液晶ディスプレイパネル自身の大型化が要請されるとともに、生産効率の向上も求められるため、用いられるカラーフィルタ基板に関しては、例えば、マザーガラスのサイズを大型化して、大型ディスプレイパネル用のパターンを数多く含む、多面付けされた大型のカラーフィルタ基板を効率良く製造することが特に重要である。

[0004] また、カラー液晶ディスプレイパネルでは、表示デバイスを形成したアレイ基板（シリコン基板）上に、着色画素、ブラックマトリックス、平坦化層、スペーサ等の構成要素を形成したアレイ基板を用いる反射型カラー液晶表示装置も提案されている。

[0005] これらのカラー液晶表示装置用のカラーフィルタ基板の製造においては、従来、高い生産性を得るために一括露光タイプのフォトマスクを用いて一括露光処理方式を採用することが多かったが、基板サイズの一層の大型化に伴うフォトマスクの大型化が進むと、一括露光タイプのフォトマスクの製造技術上の困難が増すとともに高価にもなり、一括露光処理方式のこのような問題点が大きくなってきている。このため、安価で製造の容易な小サイズのフォトマスクを用いて、レジスト（感光性樹脂液）を塗布したガラス基板やシリコン基板上をスキャンしながら露光する方式（スキャン露光方式）の開発が進んでいる。

[0006] 一方、デジタルカメラ等に内蔵される固体撮像素子は、直径が30cm程度のシリコンウェハの表面に複数のイメージセンサを面付け配置し、イメージセンサを構成する多数の光電変換素子（CCDあるいはCMOS）や配線をウェハプロセスにて形成する。そしてカラー画像を撮像可能とするため、前記光電変換素子上に色分解用の着色画素とマイクロレンズからなるOCF（On Chip Filter）層をフォトリソグラフィプロセスにより作りこんだ後、ダイシング工程にてウェハを断裁しチップ（個片）状の固体撮像素子とするが、前記のスキャン露光方式を、OCF層を形成するためのフォトリソグラフィプロセスにも利用するべく開発が進んでいる。

[0007] 図1はスキャン露光方式の投影露光装置の構成を示す概念図である（特許文献1）。本装置ではフォトマスク32の上部に設置された光源ユニット（図示せず）から露光光31を照射し、パターニングされたフォトマスク32を介して基板34上に塗布されたレジストを感光しブラックマトリックスや着色画素、スペーサ、マイクロレンズのパターンを形成する。投影レンズ33は柱状レンズを千鳥配列させたマルチレンズとなっており、投影レンズ33の中心はフォトマスク32のスキャン方向の中心線上にある。ステージ35は基板34を支持し、フォトマスク32と同期してそのスキャン方向に移動可能である。フォトマスク32のスキャン方向をY方向、このY方向に直交し基板34の表面に沿う方向をX方向と称する。投影レンズ33の柱状レ

ンズはY方向に向けて千鳥配列されている。基板34の表面にはレジストが塗布される。

[0008] 例えばフォトマスク32が基板34の1/4の大きさで、X方向に2つ、Y方向に2つの4面付けスキャン露光を行うのであれば、まずフォトマスク32の中心は、基板34の表面を4分割した領域のうちの1つ（1/4の領域）の中心に一致するように移動して初期位置を定める。その後、フォトマスク32と基板34は固定された投影レンズ33に対してY方向に同時にスキャン動作を行い、フォトマスク32に形成されたパターンを基板34の1/4の領域のレジストに転写する。この動作を残りの3か所の初期位置にフォトマスク32が移動して繰返し、基板34全体のレジストへの転写がなされる。

[0009] 前記投影露光装置では、投影レンズ33を透過する光の光路には各柱状レンズの露光領域を接続するための視野絞りが挿入されるため、投影レンズ33の露光領域36は、平面視で、図2（a）で部分的に示すような台形状の領域が千鳥配列された構成となっている。隣り合う台形状の領域は互いに逆向きに配置されている。従って、隣り合う2つの柱状レンズの接続部付近を拡大図示すると、図2（b）のようになる。すなわち、接続部の露光領域は各柱状レンズの端部（すなわち台形状の領域の端部）では三角形がY方向に向き合う形状になり、Y方向にスキャンすることで、接続部の2つのレンズを透過した光の合計光量が、X方向のどの位置においても接続部を含まない四角形領域に等しくなるように設定されている。すなわち、接続部を含まない四角形領域を透過する光の光量を100（相対値、図2（b）参照）とした場合、接続部の2つのレンズを透過した光の合計光量も100となるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：日本国特開平11-160887号公報

[0011] しかしながら、現実の転写された基板34上のレジストパターン線幅にお

いて、光量 100 の 1 回露光で形成した線幅と、2 回露光で合計光量 100 として形成した線幅とには差異が生じる。例えば、ネガレジストで形成する場合、図 2 (c) に示すように、2 回露光で形成される線幅は、1 回露光で形成される線幅よりも細くなり、接続部の中心位置（光量 50 + 50 の 2 回露光部）でもっとも細くなる。これは 2 回露光では 2 回の露光間に時間差があるため、1 回露光と比較してレジストの光に対する反応性が低下するためと考えられる。この問題への対策として、レジストの高感度化等を行っても現象は同じであり、前記線幅の差異がカラーフィルタ基板上でムラとなって現れ、解決するには至らない。なお、ネガレジストとは、露光された部分の現像液に対する溶解性が低下して、現像後に露光部分が残るレジストをいい、ポジレジストとは、露光された部分の現像液に対する溶解性が向上して、現像後に露光部分が除去されるレジストをいう。

[0012] 具体的に前記露光装置でカラーフィルタ基板用の着色画素を形成した場合を図 3 により説明する。すなわち、レジストの反応性は、図 3 (a) において 2 つの柱状レンズの接続部 36a の X 方向の中心に向かうにつれて L_1 、 L_2 、 L_3 、 $\dots$ 、 L_n と次第に小さくなる。このため、ネガレジストで形成する場合、図 3 (b) のように、着色画素の X 方向線幅は C_{1kx} 、 C_{2kx} 、 $\dots$ 、 $C_{n k x}$ ($k = 1, 2, \dots, n$) のレジストパターンの順に細くなる。同様に、Y 方向線幅は C_{k1y} 、 C_{k2y} 、 $\dots$ 、 $C_{k n y}$ ($k = 1, 2, \dots, n$) のレジストパターンの順に細くなる。ポジレジストで、ネガレジストの場合の反転マスクで形成する場合は前記の順に線幅が太くなる。なお、図 3 の符号 38 は、着色画素パターンを有するフォトマスクを示し、ここではネガレジスト用のフォトマスクである。すなわち、各領域 C_{nn} が、光透過領域（開口）となっている。図 3 (及び後述する図 4) の符号 SA1 は、接続部を含まないスキャン領域（上記四角形領域のみを含むスキャン領域）を示し、符号 SA2 は、接続部を含むスキャン領域を示す。

[0013] また、前記露光装置でカラーフィルタ基板用のブラックマトリックスを形成すると図 4 のようになる。すなわち、ネガレジストで形成する場合、図 4

(b) のように、ブラックマトリックスのX方向線幅は $b \times 1$ 、 $b \times 2 \cdots b \times n$ の順に細くなる。同様に、Y方向線幅は $b \times 1$ 、 $b \times 2 \cdots b \times n$ の順に細くなる。ポジレジストで、ネガレジストの場合の反転マスクで形成する場合は前記の順に線幅が太くなる。なお、図4の符号39は、ブラックマトリックスパターンを有するフォトマスクを示し、これはネガレジスト用のフォトマスクである。すなわち、各領域 $B \times n$ が、Y方向に延びる光透過領域（開口）であり、各領域 $B \times n$ が、X方向に延びる光透過領域（開口）である。領域 $B \times n$ の線幅が $b \times n$ で示され、領域 $B \times n$ の線幅が $b \times n$ で示される。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 本発明は、上記の不具合を解決するためになされたもので、スキャン露光方式の投影露光において、投影レンズの接続部に起因して発生する線幅異常の問題（ネガレジストで着色画素やブラックマトリックスやスペーサ、マイクロレンズを形成する場合は線幅が細り、ポジレジストで形成する場合は線幅が太る）を解消するフォトマスク、フォトマスク製造方法、及びフォトマスクを用いたカラーフィルタの製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0015] 上述の課題を解決するために、本発明の第1の態様のフォトマスクは、マルチレンズからなる投影レンズを備えたスキャン方式の投影露光に用いるフォトマスクであって、前記マルチレンズの接続部を含むスキャン露光により転写される領域に存在する前記フォトマスクの複数のパターンの線幅が、前記接続部を含まないスキャン露光により転写される領域に存在する前記フォトマスクの前記パターンと同形のパターンの線幅に対して補正された線幅である。

[0016] 本発明の第2の態様のフォトマスクは、上記第1の態様のフォトマスクにおいて、前記複数のパターンの前記補正された線幅が、スキャン方向と直交する方向に前記パターンごとに段階的に変化する線幅である。

- [0017] 本発明の第3の態様のフォトマスクは、上記第2の態様のフォトマスクにおいて、前記複数のパターンの前記補正された線幅が、さらにスキャン方向に前記パターンごとに段階的に変化する線幅である。
- [0018] 本発明の第4の態様のフォトマスクは、上記第2または第3の態様のフォトマスクにおいて、前記段階的に変化する線幅が、乱数に基づく補正成分を含む。
- [0019] 本発明の第5の態様のフォトマスクは、平面視において第1の座標軸に沿う方向に線状に延びる第1の光透過部と、前記平面視において前記第1の座標軸に交差する第2の座標軸に沿う方向に線状に延びる第2の光透過部と、が形成されたフォトマスクであって、前記第1の光透過部が一定の第1の線幅を有し、前記第2の光透過部が一定の第2の線幅を有する、前記第1の座標軸に沿う方向における第1の領域と、前記第1の光透過部が前記第1の線幅よりも広い第3の線幅を有し、前記第2の光透過部が前記第2の線幅よりも広い第4の線幅を有する、前記第1の座標軸に沿う方向における第2の領域と、を備え、前記第1の座標軸に沿う方向において、前記第1の領域と前記第2の領域とが交互に配列されている。
- [0020] 本発明の第6の態様のフォトマスク製造方法は、平面視において第1の軸線に沿って千鳥配列された複数の投影光学系による光像を用いて、前記第1の軸線と交差する第2の軸線に沿う方向に被露光体が走査されることによって前記被露光体が露光される露光装置に用いる前記光像の形成用のフォトマスクを製造するフォトマスク製造方法であって、フォトマスク形成体上において前記第1の軸線に対応する第1の座標軸と前記第2の軸線に対応する第2の座標軸とを設定し、前記被露光体上の露光パターンの形状に合わせて、前記フォトマスク形成体上で走査ビームをオンオフするための描画データを作成することと、前記フォトマスク形成体の表面を、前記露光装置において前記複数の投影光学系のうちの単独の第1投影光学系による第1の光像または単独の第2投影光学系による第2の光像によって前記第2の軸線に沿う方向の走査が行われる単独露光用領域と、前記第1及び第2投影光学系による

前記第 1 及び第 2 の光像によって前記第 2 の軸線に沿う方向の走査が行われる複合露光用領域と、に、区分することと、前記走査ビームのビーム強度データを、前記単独露光用領域と前記複合露光用領域とに分けて設定することと、前記フォトマスク形成体上にレジストを塗布することと、前記レジスト上に、前記描画データおよび前記ビーム強度データに基づいて駆動された前記走査ビームを走査することと、を含む。また、前記ビーム強度データは、前記単独露光用領域では、第 1 のビーム強度値に設定され、前記複合露光用領域において前記走査ビームをオフする走査位置に隣接して前記走査ビームをオンするエッジ走査位置では、前記第 1 のビーム強度値と異なる第 2 のビーム強度値に設定される。

[0021] 本発明の第 7 の態様のフォトマスク製造方法は、上記第 6 の態様のフォトマスク製造方法において、前記第 2 のビーム強度値が、前記第 1 のビーム強度値より高い。

[0022] 本発明の第 8 の態様のフォトマスク製造方法は、上記第 7 の態様のフォトマスク製造方法において、前記ビーム強度データが、前記複合露光用領域において前記エッジ走査位置以外の走査位置では、前記第 1 のビーム強度値以上前記第 2 のビーム強度値の最大値以下の第 3 のビーム強度値に設定される。

[0023] 本発明の第 9 の態様のフォトマスク製造方法は、上記第 8 の態様のフォトマスク製造方法において、前記第 3 のビーム強度値が、前記第 1 のビーム強度値と等しい。

[0024] 本発明の第 10 の態様のフォトマスク製造方法は、上記第 6 から第 9 のいずれか 1 つの態様のフォトマスク製造方法において、前記第 2 のビーム強度値が、前記エッジ走査位置における、前記第 1 の光像による露光率を E_1 とし、前記第 2 の光像による露光率を E_2 とするとき、下記式 (1) で表される λ の関数として設定される。

[0025]

[数1]

$$\lambda = \frac{|E1 - E2|}{E1 + E2} \quad \dots(1)$$

[0026] 本発明の第11の態様のフォトマスク製造方法は、上記第10の態様のフォトマスク製造方法において、前記第2のビーム強度値が、 $\lambda = 0$ で最大値をとり、 λ が0から1に向かうにつれて前記第1のビーム強度値に近づく。

[0027] 本発明の第12の態様のフォトマスク製造方法は、上記第6の態様のフォトマスク製造方法において、前記第2のビーム強度値が、前記第1のビーム強度値より低い。

[0028] 本発明の第13の態様のフォトマスク製造方法は、上記第6から12のいずれか1つの態様のフォトマスク製造方法において、前記描画データが、前記第1の座標軸および前記第2の座標軸に沿って延びる格子状の領域で前記走査ビームをオンするように設定されている。

[0029] 本発明の第14の態様のカラーフィルタの製造方法は、マルチレンズからなる投影レンズを備えたスキャン方式の投影露光によるカラーフィルタの製造方法であって、上記第1から第4のいずれか1つの態様のフォトマスクを用いてガラス基板またはシリコン基板上に設けたレジストをパターン露光する。

発明の効果

[0030] 本発明のフォトマスクによれば、マルチレンズの接続部を含むスキャン露光により転写される領域に存在するフォトマスクの複数のパターンの線幅が、接続部を含まないスキャン露光により転写される領域に存在するフォトマスクの同形のパターンの線幅に対して補正された線幅となっているため、スキャン露光において、投影レンズの接続部に起因して発生する線幅異常の問題を解消することができる。また、本発明のフォトマスクを用いた製造方法により、線幅（寸法）均一性の良い着色画素やブラックマトリックスやスペ

ーサ、マイクロレンズを作製することができ、カラーフィルタ基板やシリコン基板上でムラが視認されることがなくなる。

図面の簡単な説明

[0031] [図1] スキャン露光方式の投影露光装置の構成を示す概念図である。

[図2] 図1の投影露光装置による露光状態を示す概略図であり、(a)は投影レンズを透過した光の形状を部分的に示す平面図であり、(b)は前記(a)の部分拡大図であり、(c)はスキャン露光により前記(b)の領域で形成されるネガレジストパターンの線幅のX方向位置による変化を説明するための特性図である。

[図3] 図1の投影露光装置で着色画素を形成したときの状況を説明するために使用する平面図であり、(a)は投影レンズを透過した光の形状の部分拡大図であり、(b)はネガレジスト用フォトマスクの部分拡大図である。

[図4] 図1の投影露光装置でブラックマトリックスを形成したときの状況を説明するために使用する平面図であり、(a)は投影レンズを透過した光の形状の部分拡大図であり、(b)はネガレジスト用フォトマスクの部分拡大図である。

[図5] 本発明の第1実施形態のフォトマスクで着色画素を形成するためのマスクパターン線幅を補正する方法を説明するための図面である。

[図6] 本発明の第1実施形態のフォトマスクでブラックマトリックスを形成するためのマスクパターン線幅を補正する方法を説明するための図面である。

[図7] 本発明の第1実施形態のフォトマスクで着色画素を形成するためのマスクパターンを分割して線幅を補正する方法を説明するための図面である。

[図8] X方向及びY方向にそれぞれ分割された着色画素の例を示す平面図である。

[図9] 本発明の第2実施形態のフォトマスクの一例を示す模式的な平面図である。

[図10] 本発明の第2実施形態のフォトマスクにおける単独露光用領域の構成を示す模式的な拡大図である。

[図11]本発明の第2実施形態のフォトマスクにおける複合露光用領域の構成を示す模式的な拡大図である。

[図12]本発明の第2実施形態のフォトマスクを用いる露光装置の一例を示す模式的な正面図である。

[図13]図12におけるA視の平面図である。

[図14]露光装置に用いられる視野絞りの一例を示す模式的な平面図である。

[図15]露光装置に用いられる視野絞りの他の一例を示す模式的な平面図である。

[図16]露光装置による露光動作について説明する模式図である。

[図17]露光装置における実効的な露光量について説明する模式図である。

[図18]本発明の第2実施形態のフォトマスク製造方法に用いられる走査ビームのビーム強度の例について説明する模式的なグラフである。

[図19]本発明の第2実施形態のフォトマスク製造方法におけるビーム強度データの設定方法について説明する模式図である。

[図20]本発明の第2実施形態のフォトマスク製造方法の一例を示すフローチャートである。

[図21]本発明の第2実施形態のフォトマスク製造方法におけるビーム強度データの設定例について説明する模式図である。

[図22]本発明の第2実施形態のフォトマスク製造方法における工程説明図である。

発明を実施するための形態

[0032] (第1実施形態)

以下、本発明のフォトマスクの第1実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更を加えることは可能である。尚、同一の構成要素については便宜上の理由がない限り同一の符号を付け、重複する説明は省略する。また、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、特徴となる部分を拡大して示しており、各構成要素の寸法比率などは

実際と同じではない。

尚、本発明のフォトマスクは、着色画素やブラックマトリックスが形成されたカラーフィルタ基板やシリコン基板の製造方法、及びマイクロレンズが形成されたOCF層の製造方法に適用することができるが、以下、簡略化のためこれらの製造方法を一括して、カラーフィルタの製造方法と呼称する。

[0033] 以下、特にことわらない限りネガレジストで着色画素、及びブラックマトリックスを形成する場合について説明する。ネガレジストで形成する場合とポジレジストで形成する場合の違いは、フォトマスクの開口部（光透過部）と遮光部とが反転されること、及び開口部の線幅の補正する内容（ネガレジストでは太くする、ポジレジストでは細くする）である。

[0034] 図5は、本発明のフォトマスクで着色画素を形成するためのマスクパターン線幅を補正する方法を説明するための図面である。図5（a）は図3（a）と同等の領域を示し、投影レンズを透過した光による露光領域36と遮光領域37の平面視形状を示しており、レジストの反応性は2つの柱状レンズの接続部の中心にX方向に向かうにつれてL1、L2、L3、・・・、Lnと次第に低下する。

[0035] 図5（b）は、着色画素パターンを有する本発明のフォトマスク38aの平面図であるが、説明の簡略化ため図3（b）のパターン配列のうち、X方向に並んだC1n、C2n、C3n、・・・、Cnnのみを表わしている。C1n、C2n、・・・、Cnnはいずれも開口パターンであり、C1nでは既述のように相対光量100の1回露光で露光されるが、C2n、C3n、・・・、Cnnの順に透過光によるレジストの反応性が低下し、X方法及びY方向の着色画素の線幅が細くなる。すなわち、開口パターンCnnが、2つの柱状レンズの接続部のX方向の中心に対応する位置にある。

[0036] そこで本発明のフォトマスクでは、C2n、C3n、・・・、Cnnの線幅（開口パターン幅）をこの順に次第に大きく補正して作製し、前記の線幅細りの問題を改善する。本方法が有効であるのは、本発明のフォトマスクを使用する露光装置では、投影レンズ33の中心は、フォトマスク32のスキ

ャン方向の中心線上にあるので、線幅異常が発生するフォトマスク上の位置は定まっているためである。

すなわち、マルチレンズ33の接続部を含むスキャン露光により転写される領域に存在するフォトマスクの複数のパターンの線幅が、上記接続部を含まないスキャン露光により転写される領域に存在する当該フォトマスクの上記パターンと同形のパターンの線幅に対して補正された線幅となっている。

[0037] 具体的には、 $C1n$ の線幅に対して補正係数を乗じた値を $C2n$ 以降の線幅とする。補正係数の値は、設計線幅に等しいレジストパターンが得られるときの $C1n$ の線幅を基準とする。すなわち、このときの特性曲線 $CL1$ （図2（c）参照）を平滑化し設計線幅のパターンを得るための補正曲線 $CL2$ （図5（c））を作成する。図5（c）の縦軸は $C1n$ の測定線幅を、全ての開口パターンが等しいときの各開口パターンで形成したレジストパターンの測定線幅で割った値を示す。

[0038] 次に、 $C2n$ 、 $C3n$ 、 $\dots$ 、 Cnn のX方向の両辺の位置から前記補正曲線 $CL2$ に垂線（紙面上下方向の線）を下ろし、補正曲線 $CL2$ との2つの交点（例えば $C3n$ については $\delta31$ と $\delta32$ ）を求め、2交点における補正係数の平均値（ $C3n$ については $\delta3a$ 。補正曲線 $CL2$ の変化は小領域では直線的なため、ほぼ $\delta31$ と $\delta32$ の中間値）を $C2n$ 、 $C3n$ 、 $\dots$ 、 Cnn の補正係数とする（図5（d））。以上により、 $C1n$ の補正係数は1.0（補正なし）であり、 $C2n$ 、 $C3n$ 、 $\dots$ 、 Cnn の補正係数は測定線幅の比のほぼ逆数となり、補正された開口パターンの線幅はスキャン方向と直交する方向（X方向）にパターンごとに段階的に変化する線幅となる。従って、本発明のフォトマスクを用いてスキャン露光を行うと、露光後の着色画素の線幅が揃うようになる。

[0039] 前記の補正曲線 $CL2$ は図示の都合上、 $C2n$ 、 $C3n$ 、 $\dots$ 、 Cnn のX方向の線幅 $C2nx$ 、 $C3nx$ 、 $\dots$ 、 $Cnnx$ の補正についてのものであるが、Y方向の線幅 $C2ny$ 、 $C3ny$ 、 $\dots$ 、 $Cnny$ の補正に対しても有効である。何故なら、各画素でのレジスト反応性の比はX方向、

Y方向ともに同じであるため、Y方向の $C1ny$ 、 $C2ny$ 、 $C3ny$ 、 $\dots$ 、 $Cnny$ のレジストパターン線幅を測定すれば図2(c)の特性曲線 $CL1$ と相似形になる。従って、Y方向で補正を行うための補正曲線 $CL2$ はX方向の線幅に対するものと同様となり、各画素のY方向の補正係数の値は、 $C2n$ 、 $C3n$ 、 $\dots$ 、 Cnn のY方向の位置にのみ依存する。このようにして、本発明のフォトマスクでは、補正された線幅はスキャン方向に画素ごとに段階的に変化する線幅となり、スキャン方向にも露光後の着色画素の線幅が揃うようになる。

[0040] 以上、着色画素を形成するための本発明のフォトマスクについて説明したが、ブラックマトリックスを形成するためのフォトマスクについても同様である。図6は、本発明のフォトマスクでブラックマトリックスを形成するためのマスクパターン線幅を補正する方法を説明するための図面である。着色画素の場合との違いは、着色画素の場合は個々の画素についてX方向、Y方向の線幅補正を行うが、ブラックマトリックスの場合は、X方向に並んだ $B \times 2$ 、 $B \times 3$ 、 $\dots$ 、 $B \times n$ についてはX方向の線幅 $b \times 2$ 、 $b \times 3$ 、 $\dots$ 、 $b \times n$ について補正を行い、Y方向に並んだ $By2$ 、 $By3$ 、 $\dots$ 、 Byn （図4(b)参照）についてはY方向の線幅 $by2$ 、 $by3$ 、 $\dots$ 、 byn について補正を行えばよいということである。

[0041] X方向の $B \times 2$ 、 $B \times 3$ 、 $\dots$ 、 $B \times n$ の場合、両辺の位置から前記補正曲線 $CL2$ に垂線（紙面上下方向の線）を下ろし、補正曲線 $CL2$ との2つの交点（ $B \times 3$ については $\delta 31$ と $\delta 32$ ）を求め、2交点における補正係数の平均値（ $B \times 3$ については $\delta 3a$ ）を $B \times 2$ 、 $B \times 3$ 、 $\dots$ 、 $B \times n$ の補正係数とする（図6(d)）。以上により、 $B \times 1$ の補正係数は1.0（補正なし）となり、 $B \times 2$ 、 $B \times 3$ 、 $\dots$ 、 $B \times n$ の補正係数は測定線幅の比のほぼ逆数となるので、本発明のフォトマスクを用いてスキャン露光を行うと、露光後のブラックマトリックスの線幅が揃うようになる。Y方向の $By1$ 、 $By2$ 、 $\dots$ 、 Byn についても同様である。

[0042] 本発明のフォトマスクにおける線幅の補正方法では、1つのマスクパター

ンを分割して補正を行ってもよい。図7は、本発明のフォトマスクで着色画素を形成するためのマスクパターンを分割して線幅を補正する方法を説明するための図面である。ここでは、図5(b)におけるC3n画素をX方向に分割する場合を代表的に示している。このように、1つの画素に相当する1つのマスクパターンをn個の部分に分割して、それぞれの領域について補正曲線CL2により、図5の場合と同様に補正係数 $\delta 3a1$ 、 $\delta 3a2$ 、 $\dots$ 、 $\delta 3an$ を求める。これにより、補正による線幅の段階的な変化が小刻みになって曲線に近くなり、線幅異常に対する対応がより実際に即したものとなるので、露光後の着色画素の線幅均一性がさらに改善する。

[0043] 前記のパターンを分割して補正を行う方法は、同様にして着色画素のY方向、及びブラックマトリックスのX方向、Y方向に対しても行うことができ、線幅均一性の改善に有効である。尚、通常ブラックマトリックスの寸法は、幅方向には着色画素の線幅よりも小さく、長さ方法には着色画素の線幅よりも大きいため、幅方向の分割数については着色画素よりも少なく、長さ方向の分割数については多くすることが好ましい。

[0044] 本発明のフォトマスクにおいては、以上の線幅補正の導入により投影レンズの接続部に起因して発生する線幅異常を改善することができる。しかしながら、投影レンズの接続部に起因する線幅異常は、図2(c)の線幅測定値の変動(振動)からも分るように、必ずしも安定したものではない。そこで本発明のフォトマスクでは、さらに線幅均一性を向上するために、補正により段階的に変化する線幅に乱数に基づく補正成分を含むようにすることができる。

[0045] ところで、フォトマスクの作製には通常電子線描画装置が使われ、素パターンの作成は電子線描画データの作成によって行われる。従って、前記の補正線幅への乱数に基づく補正成分の導入も描画データの変更によって行うことができる。

[0046] 補正線幅への乱数に基づく補正成分の導入は、日本国特開2011-187869号公報に記載の方法によって行うことができる。日本国特開201

1－187869号公報には描画データへの乱数の導入によるリサイズ（線幅調整）について記載されているが、その目的は、描画機固有の描画方式によって発生するマスクパターンの線幅や位置精度の変動を緩和することである。これに対し、本発明のフォトマスクでは、上述のような投影レンズの接続部に起因する線幅異常の不安定性に対するものである点が異なっている。

[0047] 本発明のフォトマスクにおける補正線幅への乱数に基づく補正成分の導入は、具体的には、既述の線幅を段階的に変化させるために使用した補正係数を基準として、乱数によって発生させた第2の補正係数を加減（プラスマイナス）することによって導入することができる。日本国特開2011－187869号公報に記載のメッシュ単位としては、本発明のフォトマスクでは、着色画素の場合、分割のない図3（b）の個々の画素としてもよく、図7のようにX方向に、あるいは図8のようにX方向及びY方向に分割した後の画素を単位としてもよい。ブラックマトリックスの場合についても同様であるが、特に長さ方向については分割後の画素をメッシュ単位とすることが有効である。

[0048] 乱数によって発生させる第2の補正係数の振り幅の範囲は、実験結果によって好適な範囲を求めればよい。但し、線幅を段階的に変化させるために使用した補正係数を基準としてプラスマイナス側に同じ大きさだけ振り幅の範囲を設定することが望ましい。また、プラスまたはマイナスが連続した場合に再度乱数を割り振る処理をはじめ、その他のデータ処理も日本国特開2011－187869号公報による方法と同様に行えばよい。

[0049] 以上のように本発明のフォトマスクでは、補正係数の導入により線幅を段階的に変化させることで投影レンズの接続部に起因する線幅異常の定常的な成分を改善し、さらに乱数によって発生させた第2の補正係数を導入することで、投影レンズの接続部に起因する線幅異常の不安定な成分を緩和することができるので、投影レンズの接続部に起因して発生する線幅異常の問題を解消することができる。

[0050] 本発明のカラーフィルタの製造方法は、本発明のフォトマスクを用いるこ

と以外は従来の方法によってカラーフィルタを製造することができる。これにより、線幅（寸法）均一性の良い着色画素、ブラックマトリックス、スペーサ、マイクロレンズを作製することができる。こうすることで、カラーフィルタ基板、アレイ基板上のカラーフィルタ層やシリコン基板上で問題となっていたムラが視認されることがなくなる。

[0051] （第2実施形態）

本発明の第2実施形態のフォトマスクについて説明する。

図9は、本発明の第2実施形態のフォトマスクの一例を示す模式的な平面図である。図10は、本発明の第2実施形態のフォトマスクにおける単独露光用領域の構成を示す模式的な拡大図である。図11は、本発明の第2実施形態のフォトマスクにおける複合露光用領域の構成を示す模式的な拡大図である。

なお、各図面は模式図のため、形状および寸法は拡大されている場合がある（以下の図面も同様）。

[0052] 図9に示す本実施形態のフォトマスク1は、複数の投影光学系を用いた等倍露光による露光装置に用いられる露光用マスクである。フォトマスク1は、光透過性基板2と、マスク部3とを備える。

[0053] 光透過性基板2は、後述する露光措置の照明光を透過できる光透過性を有する適宜の基板の使用が可能である。例えば、光透過性基板2は、ガラス基板によって構成されてもよい。光透過性基板2の外形は特に限定されない。図9に示す例では、光透過性基板2の外形は平面視矩形状である。

[0054] マスク部3は、露光装置が露光する被露光体（例えばカラーフィルタを製造するための基板）に投影する露光用パターンとなるマスクパターンPを備える。マスクパターンPは、例えば、光透過性基板2上に積層された金属などの遮光層がパターンニングされて構成される。

一般的には、等倍露光の露光装置に用いるマスクパターンは、被露光体に形成する露光パターンと同一の形状及び大きさにすればよい。しかし、本実施形態におけるマスクパターンPは、場所によっては、露光パターンの形状

または大きさとは異なっている。

マスクパターンPは、光透過性基板2の表面において、光透過性基板2の長辺に沿うy方向と、光透過性基板2の短辺に沿うx方向と、において、2次元的に形成されている。光透過性基板2が平面視で正方形である場合には、x方向は光透過性基板2の互いに接続された2辺のうちの一方に沿い、y方向は当該2辺のうちの他方に沿っている。

光透過性基板2上におけるマスクパターンPの位置を記述するため、x方向にはx座標軸（第1の座標軸）が、y方向にはy座標軸（第2の座標軸）がそれぞれ設定されている。図9では、一例として、光透過性基板2の外形の一頂点を原点Oとするx座標軸とy座標軸とが設定されている。ただし、x-y座標系の原点Oは、光透過性基板2における適宜の位置に設定されていてもよい。

[0055] マスクパターンPは、被露光体に形成する露光パターンと同一な形状に形成されるパターン P_1 と、当該露光パターンに補正が加えられた形状に形成されるパターン P_2 と、からなる。

パターン P_1 は、x方向の幅が W_s とされてy方向に帯状に延びている単独露光用領域 R_s （第1の領域）に形成されている。

パターン P_2 は、x方向の幅が W_c とされてy方向に帯状に延びている複合露光用領域 R_c （第2の領域）に形成されている。

単独露光用領域 R_s と複合露光用領域 R_c とは、x方向において交互に配列されている。単独露光用領域 R_s および複合露光用領域 R_c の大きさ、配列ピッチは、後述する露光装置における投影光学系の構成に応じて適宜に設定される。

以下では、 W_s 、 W_c （ただし、 $W_c < W_s$ ）は、それぞれ一定値である場合の例で説明する。このため、x方向における単独露光用領域 R_s および複合露光用領域 R_c の配列ピッチは、いずれも $W_s + W_c$ である。

[0056] マスクパターンPの具体的な形状は、露光パターンに必要な適宜の形状である。

以下では、マスクパターンPの一例として、露光措置の照明光が透過する光透過部の平面視形状が矩形格子の場合の例で説明する。このような矩形格子状の露光パターンは、例えば、液晶装置におけるカラーフィルタに用いられるブラックマトリクス（BM）を形成するために用いられてもよい。

[0057] 図10に単独露光用領域 R_s におけるパターン P_1 の拡大図を示す。

パターン P_1 は、平面視矩形形状の遮光部3bが、x方向およびy方向において矩形格子状に配列されている。例えば、遮光部3bの配列ピッチは、x方向では P_x 、y方向では P_y である。例えば、フォトマスク1がBM形成用の場合には、ピッチ P_x （ P_y ）は、x方向（y方向）におけるサブ画素の配列ピッチに一致している。

各遮光部3bの間には、光透過性基板2の表面が露出した光透過部3aが形成されている。光透過部3aは、x方向に延びる第1線状部 $3a_x$ （第1の光透過部）と、y方向に延びる第2線状部 $3a_y$ （第2の光透過部）とに分けられる。すなわち、光透過部3aは、第1線状部 $3a_x$ と、第2線状部 $3a_y$ と、を有している。

本実施形態における単独露光用領域 R_s においては、第1線状部 $3a_x$ は、一定の線幅 L_{1y} （第1の線幅、y方向の線幅）を有する。第2線状部 $3a_y$ は、一定の線幅 L_{1x} （第2の線幅、x方向の線幅）である。例えば、フォトマスク1がBM形成用の場合には、線幅 L_{1y} 、 L_{1x} は、それぞれ、y方向、x方向におけるBMの線幅に等しい。

[0058] 図11に複合露光用領域 R_c におけるパターン P_2 の拡大図を示す。

パターン P_2 は、パターン P_1 と同様、平面視矩形形状の遮光部3bが、x方向およびy方向において矩形格子状に配列されている。例えば、遮光部3bの配列ピッチは、x方向では P_x 、y方向では P_y である。ただし、パターン P_2 では、遮光部3bの大きさはパターン P_1 における大きさとは異なる。図11では、対比のため単独露光用領域 R_s （パターン P_1 ）における遮光部3bの形状が二点鎖線で示されている。

このため、パターン P_2 では、光透過部3aにおける第1線状部 $3a_x$ 、第

2線状部3 a_yの線幅が、パターンP₁における線幅とは異なる。

複合露光用領域R_cにおいては、第1線状部3 a_xは、x方向に変化する線幅L_{2y}(x) (第3の線幅)を有する。第2線状部3 a_yは、x方向に変化する線幅L_{2x}(x) (第4の線幅)を有する。ここで、(x)は、線幅が位置xの関数であることを表している。

本実施形態では、複合露光用領域R_cにおける露光量の低下を補正するため、L_{2y}(x) > L_{1y}、L_{2x}(x) > L_{1x}の関係がある。

L_{2y}(x)、L_{2x}(x)の具体的な変化については、フォトマスク1を用いる露光装置について説明した後に説明する。

[0059] 次に、フォトマスク1を露光用マスクとして用いる露光装置について説明する。

図12は、本発明の第2実施形態のフォトマスクを用いる露光装置の一例を示す模式的な正面図である。図13は、本発明の第2実施形態のフォトマスクを用いる露光装置の一例を示す模式的な平面図であって、図12におけるA視の平面図である。図14は、露光装置に用いられる視野絞りの一例を示す模式的な平面図である。図15は、露光装置に用いられる視野絞りの他の一例を示す模式的な平面図である。

[0060] 図12及び図13に示すように、露光装置50は、ベース51、上述した本実施形態のフォトマスク1、照明光源52、視野絞り53、および投影光学ユニット55を備える。

[0061] ベース51は、被露光体60を載置するため、水平面に平行かつ平坦な上面51aを有している。ベース51は、駆動装置(図示略。以下も同じ)によって水平方向のうち図示Y方向(図示左から右に向かう方向)に延びる軸線O₅₁(第2の軸線)に沿う方向に移動可能に構成されている。駆動装置は、図示二点鎖線で示すように、ベース51をY方向における移動限度まで移動した後、ベース51をY方向と反対に移動して移動開始位置に戻すこともできる。

ベース51は、図示略の駆動装置によって、水平面においてY方向に直交

するX方向（図12における紙面奥から手前に向かう方向）に移動できるように構成されてもよい。

[0062] 被露光体60には、露光装置50によって、フォトマスク1のマスクパターンPの光像に基づいた露光パターンが露光される。図13に示すように、被露光体60は、上面51aよりも平面視で小さく、フォトマスク1以下の大きさの矩形板状に形成されている。被露光体60は、その長手方向がY方向に沿うように、上面51a上に載置される。

被露光体60は、適宜の基板上に、フォトリソグラフィを行うための感光性のレジストが塗布されて構成される。このレジストは、ネガレジストでもよいし、ポジレジストでもよい。

[0063] 露光装置50において、フォトマスク1は、ベース51に載置された被露光体60と対向する位置に配置される。フォトマスク1の支持部（図示略）は、ベース51の上面51aと一定の間隔を保ち、ベース51と同期した移動が可能である。

露光装置50におけるフォトマスク1は、y座標軸の正方向がY方向と反対向きとされ、x座標軸がX方向に沿うように配置される。

[0064] 照明光源52は、被露光体60を露光するため、被露光体60上のレジストを感光させる波長を有する照明光を発生する。照明光源52は、フォトマスク1の移動領域の上方において図示略の支持部材によって固定支持されている。照明光源52は、鉛直下方に照明光を照射する。

[0065] 視野絞り53は、照明光源52と、フォトマスク1の移動領域との間に配置される。視野絞り53は、図示略の支持部材によって固定支持されている。視野絞り53は、照明光源52が照射する照明光を整形しつつ、照明光を複数の照明領域に分割する。

図14に示すように、視野絞り53は、X方向に $w_1 + w_2$ （ただし、 $w_1 < w_2$ ）のピッチで配列された複数の第1開口部53Aと、Y方向に距離 Δ （ただし $\Delta > h/2$ 、 h の内容は後述する）だけ平行にずれた軸線上でX方向に $w_1 + w_2$ のピッチで配列された複数の第2開口部53Bと、を有する。

[0066] 第1開口部53Aの平面視形状は、頂角が直角でない等脚台形である。第1開口部53Aは、第1辺53a、第2辺53b、第3辺53c、および第4辺53dで構成される。

第1辺53aは等脚台形の上底であり、第2辺53bは等脚台形の下底である。第1辺53a、第2辺53bの長さはそれぞれ w_1 、 w_2 である。第1辺53a、第2辺53bは、Y方向において距離 h だけ離れている平行線である（以下、距離 h を開口幅 h と称する場合がある）。第3辺53c、第4辺53dは、X方向においてこの順に配置された等脚台形の脚である。第1開口部53Aにおける第3辺53cと第4辺53dとの間隔は、Y方向に向かうに従い次第に拡大している。

[0067] 第2開口部53Bの平面視形状は、平面視において第1開口部53Aを 180° 回転した形状である。すなわち、第2開口部53Bも、第1辺53a、第2辺53b、第3辺53c、および第4辺53dで構成され、第2開口部53Bにおける第3辺53cと第4辺53dとの間隔は、Y方向に向かうに従い次第に減少している。X方向における第2開口部53Bの位置は、第1開口部53Aに対して $(w_1 + w_2) / 2$ だけずれている。このため、第2開口部53Bは、2つの第1開口部53Aの間の中間点にY方向で対向する位置に配置されている。

このような配置により、第1開口部53Aおよび第2開口部53Bは、X方向に沿う軸線 O_{53} （第1の軸線、X方向）に沿って千鳥配列されている。

Y方向から見ると、第1開口部53Aおよび第2開口部53Bにおける第3辺53c同士と、第4辺53d同士とは互いに重なっている。Y方向から見ると、第1開口部53Aの第1辺53a（または第2辺53b）と第2開口部53Bの第2辺53b（または第1辺53a）とにおける端部は同じ位置にある。

[0068] 視野絞り53における第1開口部53Aおよび第2開口部53Bの形状、大きさ及び配置は、後述する投影光学ユニット55の配列などに応じて、適宜調整すればよい。以下に、第1開口部53Aおよび第2開口部53Bに関

する具体的な寸法例を示す。

$(w_2 - w_1) / 2$ は、例えば、14 mm以上18 mmとされてもよい。 h は、例えば、25 mm以上45 mmとされてもよい。 $(w_1 + w_2) / 2$ は、例えば、95 mm以上100 mm以下とされてもよい。距離 Δ は、例えば、200 mm以上300 mm以下とされてもよい。

[0069] 露光装置50における視野絞り53は、例えば、図15に示す視野絞り54に置換されてもよい。

視野絞り54は、X方向に $2w_3$ のピッチで配列された複数の第1開口部54Aと、Y方向に距離 Δ だけ平行にずれた軸線上でX方向に $2w_2$ のピッチで配列された複数の第2開口部54Bと、を有する。

[0070] 第1開口部54Aの平面視形状は、頂角が直角でない平行四辺形である。第1開口部54Aは、第1辺54a、第2辺54b、第3辺54c、および第4辺54dで構成される。第1辺54aおよび第2辺54bは、Y方向における対辺である。第3辺54cおよび第4辺54dは、X方向における対辺である。第1辺54a及び第2辺54bの長さはそれぞれ w_3 である。第2辺54bと第3辺54cとの間の角度（すなわち、第1辺54aと第4辺54dとの間の角度）は鋭角であり、この角度を θ とすると、第3辺54c及び第4辺54dの各長さに $\cos \theta$ を乗じた値が、 w_4 （ただし、 $w_4 < w_3$ ）である。

[0071] 第2開口部54Bの平面視形状は、第1開口部54Aと同じである。X方向における第2開口部54Bの位置は、第1開口部54Aに対して w_3 だけずれている。このため、第2開口部54Bは、2つの第1開口部54Aの間の中間点にY方向で対向する位置に配置されている。

このような配置により、第1開口部54Aおよび第2開口部54Bは、X方向に沿う軸線 O_{54} （第1の軸線）に沿って千鳥配列されている。

Y方向から見ると、第1開口部54Aにおける第3辺54cと第2開口部54Bにおける第4辺54dとは互いに重なっており、第1開口部54Aにおける第4辺54dと第2開口部54Bにおける第3辺54cとは互いに重

なっている。Y方向から見ると、第1開口部54Aの第1辺54a（または第2辺54b）と第2開口部54Bの第1辺54a（または第2辺54b）とにおける端部は同じ位置にある。

[0072] 図12に示すように、投影光学ユニット55は、ベース51上の被露光体60よりも上方であって、かつ視野絞り53（54）との間にフォトマスク1の移動領域を挟んで対向するように配置されている。投影光学ユニット55は、図示略の支持部材によって固定支持されている。

図13に示すように、投影光学ユニット55は、軸線 O_{53} に沿って千鳥配列された複数の第1投影光学系55A（投影光学系）と、複数の第2投影光学系55B（投影光学系）とを備える。

[0073] 第1投影光学系55A及び第2投影光学系55Bは、いずれも物体像を像面に正立等倍像として結像する結像光学系である。第1投影光学系55A及び第2投影光学系55Bの各々は、フォトマスク1のマスクパターンPとレジストが塗布された被露光体60の上面とを互いに共役な位置関係にする位置に配置される。

図14に示すように、第1投影光学系55Aは、第1開口部53Aの像を被露光体60に投影できるように、第1開口部53Aの下方に配置されている。第2投影光学系55Bは、第2開口部53Bの像を被露光体60に投影できるように、第2開口部53Bの下方に配置されている。

このような位置関係に第1投影光学系55Aおよび第2投影光学系55Bが配置されることから、第1開口部53Aおよび第2開口部53Bの間の間隔は、第1投影光学系55Aおよび第2投影光学系55Bが互いに干渉しないように、両者の間にある程度の距離を確保する必要がある。このため、第1開口部53Aと第2開口部53Bとのy方向における距離 Δ は、例えば、Y方向の開口幅hの6倍から8倍程度のような大きな値になる。

[0074] 図15に示すように、視野絞り53に代えて視野絞り54が用いられる場合には、第1投影光学系55Aは、第1開口部54Aの像を被露光体60に投影できるように、第1開口部54Aの下方に配置されている。第2投影光

学系 5 5 B は、第 2 開口部 5 4 B の像を被露光体 6 0 に投影できるように、第 2 開口部 5 4 B の下方に配置されている。

[0075] ここで、露光装置 5 0 による露光動作について説明する。

図 1 6 は、露光装置による露光動作について説明する模式図である。図 1 7 (a)、(b) は、露光装置における実効的な露光量について説明する模式図である。図 1 7 (b) のグラフの横軸は x 方向の位置、縦軸は後述する実効的な露光量を表す。

[0076] 図 1 6 には、投影光学ユニット 5 5 の下方に配置された被露光体 6 0 の先端部の一部を拡大して示されている。このとき、図 1 6 の図示には現れないが、視野絞り 5 3 と投影光学ユニット 5 5 との間には、被露光体 6 0 と対向するように、フォトマスク 1 が移動されている。

照明光源 5 2 が点灯されると、視野絞り 5 3 の各第 1 開口部 5 3 A、各第 2 開口部 5 3 B を透過した照明光が、フォトマスク 1 に照射される。

フォトマスク 1 における光透過部 3 a を透過した光のうち、第 1 開口部 5 3 A を通過した光は第 1 投影光学系 5 5 A によって、第 2 開口部 5 3 B を通過した光は第 2 投影光学系 5 5 B によって、それぞれ被露光体 6 0 に等倍投影される。

この結果、図 1 6 に示すように、被露光体 6 0 上には、第 1 開口部 5 3 A を通過した光の光像である第 1 の光像 6 3 A と、第 2 開口部 5 3 B を通過した光の光像である第 2 の光像 6 3 B とが投影される。第 1 の光像 6 3 A および第 2 の光像 6 3 B には、マスクパターン P などの物体像に対応する輝度分布が形成される。ただし、図 1 6 では簡単のため輝度分布の図示は省略されている。

第 1 の光像 6 3 A および第 2 の光像 6 3 B は、第 1 開口部 5 3 A および第 2 開口部 5 3 B と同様、被露光体 6 0 上において、x 座標軸に平行な軸線 O_3 に沿って千鳥配列される。

[0077] ベース 5 1 が Y 方向に移動すると、図示斜線で示すように、各第 1 の光像 6 3 A および各第 2 の光像 6 3 B は、幅 w_2 の帯状の領域を掃くことになる。

このため、各第1の光像63Aおよび各第2の光像63Bは、被露光体60上をy方向に走査する。

ただし、第1開口部53Aおよび第2開口部53BはY方向において距離 Δ だけずれている。このため、第1の光像63Aと第2の光像63Bとが同時に掃く領域は、x方向において距離 $(w_1 + w_2) / 2$ だけずれるとともに、y方向において距離 Δ だけずれている。

ベース51の移動速度を v とすると、第2の光像63Bは、時間差 $T = \Delta / v$ だけ遅れて、先行して第1の光像63Aが走査した領域とy方向で同じ位置の他の領域に到達する。

例えば、走査が開始された時刻 t_0 とすると、第2の光像63Bは、時刻 t_0 における第1の光像63Aとy方向で同じ位置に、時刻 $t_1 = t_0 + T$ において到達する。このとき、第2の光像63Bは、時刻 t_0 において結像された互いにx方向で隣り合う第1の光像63Aの間にちょうど嵌り込む。

すなわち、時刻 t_0 では、第1の光像63Aが並ぶx方向の領域は、第1の光像63Aによって、間隔をあけて露光されるのみであるが、時刻 t_1 においては、同領域の非露光部が、第2の光像63Bによって露光される。これにより、x方向に延びる上記領域は、時間差 T をあけて、隙間なく帯状に露光される。第1の光像63Aにおける等脚台形の脚と第2の光像63Bにおける等脚台形の脚とは、それぞれによる露光領域の継ぎ目の境界を構成している。

[0078] 平面視においてフォトマスク1におけるマスク部3は、時刻 t_0 における第1開口部53Aの第2辺53bよりもY方向の反対方向側に位置する。図16では、一例として、時刻 t_0 において、マスク部3のy方向における先端が第1開口部53Aの第2辺53bと同位置にある場合が図示されている。このため、時刻 t_0 において、第1の光像63Aにおける等脚台形の下底が、マスク部3の端に位置している。

走査によって第1の光像63Aが掃く領域では、時刻 t_0 以降の走査によって、フォトマスク1のマスクパターンPが被露光体60上に結像されていく

。マスクパターンPの露光時間は、第1開口部53AにおけるY方向の開口幅 h を速度 v で割った時間である。第1開口部53Aの第1辺53aと第2辺53bとで挟まれた矩形状領域では、露光時間 t_f は h/v である。以下では、露光時間 t_f をフル露光時間という。

ところが、第1開口部53Aの、第3辺53cと第2辺53bとで挟まれた三角形領域および第4辺53dと第2辺53bとで挟まれた三角形領域では、 x 方向における露光時間が0からフル露光時間の間で線形に変化する。

同様に、走査によって第2の光像63Bが掃く領域では、時間差 T だけ遅れて、第1の光像63Aによるのと同様な露光が行われる。このため、第2の光像63Bが掃く領域は、フル露光時間 t_f で露光される領域と、フル露光時間 t_f 未満で露光される領域とに分かれる。

フル露光時間 t_f 未満で露光される領域は、時刻 t_0 における第1の光像63Aと時刻 t_1 における第2の光像63Bとの継ぎ目に関わる露光領域である。

[0079] 本実施形態においては、第1の光像63Aおよび第2の光像63Bによってフル露光時間 t_f で露光される領域は互いに離れており、それぞれ幅 w_1 で y 方向に延びる帯状の単独露光領域 A_s を構成する。

これに対して、隣り合う単独露光領域 A_s 間の領域の幅（ x 方向の幅）は（ $w_2 - w_1$ ）／2で示され、この領域は、第1の光像63Aによってフル露光時間 t_f 未満で露光されるとともに、第2の光像63Bによってフル露光時間 t_f 未満で露光される複合露光領域 A_c を構成する。

複合露光領域 A_c における x 方向の各位置における露光時間は、第1の光像63Aと第2の光像63Bとの露光割合が異なるだけで、両者の合計の露光時間はいずれも等しい。

このため、単独露光領域 A_s における露光量と、複合露光領域 A_c における露光量とは、第1の光像63Aおよび第2の光像63Bにおける照明光強度が同じであれば、互いに等しくなる。

[0080] しかしながら、本発明者の観察によれば、例えば被露光体60上にポジレ

ジストが塗布される場合、被露光体 60 上において単独露光領域 A_s に形成される露光パターンに比べると、複合露光領域 A_c に形成される露光パターンは、現像及びエッチング後の光透過部（被露光体 60 の表面が露出する部分）の線幅がわずかに狭くなる傾向がある。

複合露光領域 A_c は、一定幅で y 方向に延び、かつ x 方向に等ピッチで形成されるため、線幅の変化が露光パターンにおける帯状の濃度むらとして視認されやすくなっている。

例えば、露光装置 50 によって BM 形成用のフォトリソマスクを形成すると、サブ画素の開口の大きさのむらになるため、規則的な色むらが視認されやすい液晶装置が形成されてしまう可能性がある。

[0081] 露光時間が同じでも線幅が異なる理由は、必ずしも明確ではないが、時間差 T の影響が考えられる。

レジスト（ポジレジスト）は、露光されると光化学反応が進行する結果、現像液によって除去可能になる。ところが、レジストの光化学反応は、反応の立ち上がりにはある程度時間を要する。一方、露光が中断されると急速に反応が停止し、始まった光反応が初期状態に戻ってしまう。

この結果、連続露光よりも断続的な露光の方が、実効的な露光時間が短くなるため、露光量が低下したのと同様な効果が生じると考えられる。

このため、複合露光用領域 R_c においてレジストの正味の感光に用いられる実効的な露光量は、同じ光量であれば、第 1 の光像 63A と第 2 の光像 63B とによる露光時間の比率で決まると考えられる。

[0082] 図 17 (a) に模式的に示すように、例えば、第 1 の光像 63A が走査する単独露光領域 A_{s1} と、第 2 の光像 63B が走査する単独露光領域 A_{s2} と、に挟まれた複合露光領域 A_c では、第 1 の光像 63A による露光時間と、第 2 の光像 63B による露光時間とが x 方向に沿って線形に変化する。

例えば、点 p_1 で示す位置は、単独露光領域 A_{s1} との境界位置であるため、この位置での全露光時間に対する、第 1 の光像 63A による露光時間の割合が 100%、第 2 の光像 63B による露光時間の割合が 0% である。

図17 (a) に示された各点における露光時間の比率 (%) を、 $p_n [t_A, t_B]$ のように表すと、例えば、 $p_1 [100, 0]$ 、 $p_2 [90, 10]$ 、 $p_3 [80, 20]$ 、 $p_4 [70, 30]$ 、 $p_5 [60, 40]$ 、 $p_6 [50, 50]$ 、 $p_7 [40, 60]$ 、 $p_8 [30, 70]$ 、 $p_9 [20, 80]$ 、 $p_{10} [20, 80]$ 、 $p_{11} [0, 100]$ である。以下では、これらの点 p_n の x 方向における位置座標を x_n で表す (ただし、 $n = 1, \dots, 11$)。

このとき、線幅などに影響する実効的な露光量 (以下、単に露光量と称する場合がある) は、図17 (b) に示すように、複合露光領域 A_C では、下に凸の略V字状のグラフで示される。位置 x_1 、 x_{11} における露光量 q_1 、 q_{11} は、それぞれ単独露光領域 A_S における露光量 q_0 に等しい。例えば、位置 x_6 における露光量 q_6 は、露光量 q_0 よりも低く、複合露光領域 A_C における露光量の最小値である。位置 x_1 、 x_{11} の近傍および位置 x_6 の近傍における露光量の変化率は滑らかに変化している。このグラフは、位置 x_6 を通る縦軸に関して左右対称である。

このように、複合露光領域 A_C における露光量は、 x 方向の位置座標を独立変数とする連続関数で表されるが、簡易的には、階段状の変化で近似されてもよい。

例えば、区間 A_n を位置 x_{2n-1} と位置 x_{2n+1} との間として、区間 A_n の平均露光量によって、区間 A_n 内の各露光量が近似されてもよい。

[0083] 本実施形態のフォトマスク1は、このような実効的な露光量の差に対応して、単独露光領域 A_S に露光するための単独露光用領域 R_S におけるパターン P_1 と、複合露光領域 A_C に露光するための複合露光用領域 R_C におけるパターン P_2 とを変えている。このため、 x 方向において、単独露光用領域 R_S の幅 W_S は、単独露光領域 A_S の幅 w_1 に等しい。複合露光用領域 R_C の幅 W_C は、複合露光領域 A_C の幅 $(w_2 - w_1) / 2$ に等しい。

フォトマスク1のパターン P_1 は、被露光体60における露光パターンと同一な形状に形成されている。

フォトマスク1のパターン P_2 は、複合露光領域 A_C における露光量が単独

露光領域 A_s の露光量と実効的に同等に補正される形状に補正されている。具体的には、複合露光用領域 R_c における光透過部 3 a の線幅が、 $L_{2y}(x)$ 、 $L_{2x}(x)$ のように、座標 x によって変更されている。

例えば、上述の点 p_1 、 p_{11} に対応する $x = x_1$ 、 x_{11} では、 $L_{2y}(x) = L_{1y}$ 、 $L_{2x}(x) = L_{1x}$ である。例えば、上述の点 p_6 に対応する $x = x_6$ では、 $L_{2y}(x) = L_{ymin}$ 、 $L_{2x}(x) = L_{xmin}$ である。ここで、 L_{ymin} (または L_{xmin}) は、 y 方向 (または x 方向) の線幅の最小値であり、 L_{1y} (または L_{1x}) よりも小さい。

[0084] 次に、本実施形態のフォトリソグラフィ法について説明する。

本実施形態のフォトリソグラフィ法では、走査ビームを露光手段として用いたフォトリソグラフィ法によって、フォトリソマスク 1 が製造される。

走査ビームによって光透過部 3 a の形状を変更するために、フォトリソマスク 1 の描画パターン自体を変えることも考えられる。しかし、この手法では、光透過部 3 a の形状の変更量が微小であるため、高解像度の描画が可能な走査ビームを使用する必要がある。このような走査ビームを形成するビーム走査装置は、光学性能を高めることが必要になり大型化するとともに走査範囲も狭くなる場合がある。

特にフォトリソマスク 1 の外形が大きい場合には、必要な走査幅を確保するために大型のビーム走査装置が必要となるため、設備費や製造コストが増大する可能性がある。

光学性能が高く小型のビーム走査装置で複数領域に分けてビーム走査を行うことも考えられるが、走査領域の接続部にパターンの接続誤差が発生しやすくなる可能性もある。

[0085] 本実施形態では、描画パターンを変えずに走査ビームの強度変調を行うことによって、複合露光用領域 R_c のみに、補正形状を形成する。

まず、この走査ビームの強度変調について説明する。

図 18 は、本発明の第 2 実施形態のフォトリソマスク製造方法に用いられる走査ビームのビーム強度の例について説明する模式的なグラフである。図 18

の横軸は x 方向の位置、縦軸はビーム強度を表す。図19は、本発明の第2実施形態のフォトリソ製造方法におけるビーム強度データの設定方法について説明する模式図である。

[0086] 本実施形態では、図17(b)のグラフで表される実効的な露光量の変化を補正するため、図18に示すグラフに基づいて、フォトリソ1を製造する際の走査ビームのビーム強度が制御される。なお、本実施形態では、フォトリソ1を製造するために、光透過性基板2の表面にはポジレジストが塗布される。よって、図18に示されるビーム強度も、光透過性基板2に塗布されたポジレジストの露光に適するように設定されている。

図18の横軸における位置 x_1 から x_{11} は、図17(b)における複合露光領域 A_C に対応する複合露光用領域 R_C 内における位置を表す。位置 x_1 よりも図示左側、位置 x_{11} よりも図示右側は、それぞれ図17(a)における単独露光領域 A_{S1} 、 A_{S2} に対応する単独露光用領域 R_{S1} 、 R_{S2} をそれぞれ表す。

図18に示すように、走査ビームのビーム強度は、複合露光用領域 R_C では、上に向けて凸状（逆V字状）のグラフで示される。位置 x_1 （または x_{11} ）は、単独露光用領域 R_{S1} （または R_{S2} ）と複合露光用領域 R_C との境界点であるため、それぞれのビーム強度値 $I_1 = I(x_1)$ 、 $I_{11} = I(x_{11})$ は、単独露光用領域 R_S におけるビーム強度値 I_0 に等しい。

例えば、位置 x_6 におけるビーム強度値 $I_6 = I(x_6)$ は、ビーム強度値 I_0 よりも高く、複合露光用領域 R_C におけるビーム強度の最大値である。位置 x_1 、 x_{11} の近傍および位置 x_6 の近傍におけるビーム強度値 $I(x)$ の変化率は滑らかに変化している。

このグラフは、位置 x_6 を通る縦軸に関して左右対称である。

このように、複合露光用領域 R_C におけるビーム強度値 $I(x)$ は、 x 方向の位置座標を独立変数とする曲線状の連続関数で表される。 $I(x)$ の具体的な関数形は、例えば、複合露光領域 A_C において必要な線幅補正量を実験などによって求めることにより、決定される。線幅補正量を実現するためのビーム強度値は、フォトリソ1の製造工程の条件におけるビーム強度値と線

幅との関係によって数値シミュレーションあるいは実験を行うことによって求められる。

なお、ビーム強度値 $I(x)$ は、簡易的には、階段状の関数で近似されてもよい。

例えば、区間 A_n の平均ビーム強度によって、区間 A_n 内の各ビーム強度が近似されてもよい（図示の破線参照）。

[0087] ビーム強度値 $I(x)$ は、次式 (1) に基づくパラメータ λ の関数として、 $I = f(\lambda)$ のように表すこともできる。

[0088] [数2]

$$\lambda = \frac{|E1 - E2|}{E1 + E2} \quad \dots(1)$$

[0089] ここで、 $E1$ は、第1の光像63Aによる露光率、 $E2$ は、第2の光像63Bによる露光率を表す。露光率とは、特定の位置における全露光量における特定の光源（例えば、第1開口部53Aを通過した照明光や、第2開口部53Bを通過した照明光）の露光量の比率である。

このような露光率は、 x の関数であるため、パラメータ λ も x の関数である。例えば、位置 x_1 （または x_{11} ）では、 $E1 = 1$ 、 $E2 = 0$ （または $E1 = 0$ 、 $E2 = 1$ ）であるため、 $\lambda = 1$ であり、位置 x_6 では、 $E1 = 0.5$ 、 $E2 = 0.5$ であるため、 $\lambda = 0$ である。

$f(\lambda)$ は、 $\lambda = 0$ で最大値をとり、 λ が0から1に向かうにつれて I_0 に近づく変化をする。 $f(\lambda)$ は、広義の単調減少関数である。

[0090] 具体的なビーム強度の設定方法としては、複合露光用領域 R_C を走査するすべての走査ビームのビーム強度が、図18のグラフに基づいて設定されてもよい（以下、一律設定法と称する）。この場合、例えば、光透過部3aの線幅の中心部のように、ビーム強度を変えても、光透過部3aの線幅には影響しない部位においてもその部位が複合露光用領域 R_C 内に位置していればビー

ム強度が増大される。

これに対して、複合露光用領域 R_c において光透過部 3 a の線幅に影響する部位を選択して、図 18 のグラフに基づいてビーム強度が設定されてもよい（以下、選択設定法と称する）。具体的には、少なくとも、複合露光用領域 R_c において走査ビームをオフする走査位置に隣接して走査ビームをオンする位置（以下、エッジ走査位置と称する）におけるビーム強度を、図 18 に基づいて設定する。

[0091] 図 19 は、選択設定法によるビーム強度設定の一例を模式的に示している。

走査ビーム B は、x 方向を主走査方向として、光透過性基板 2 をラスタ走査する。単独露光用領域 R_s においては、走査ビーム B として、ビーム強度値 I_0 （第 1 のビーム強度値）に設定された走査ビーム B_0 が用いられる。

遮光部 3 b は、単独露光用領域 R_s においては、被露光体 60 の露光パターンに一致する大きさの矩形状に形成されている。これに対して、本実施形態では、複合露光用領域 R_c には、複合露光用領域 R_c の x 方向の中心部に向かって漸次大きさが縮小される遮光部 3 b_F、' 3 b_S を形成する。このため、遮光部 3 b_F、3 b_S のエッジ走査位置における走査ビーム B_1 、 B_2 は、ビーム強度値 I_0 よりも大きいビーム強度値 I_F 、 I_S （第 2 のビーム強度値）にそれぞれ設定される。ただし、 $I_F < I_S$ である。

例えば、走査線 a 上では、遮光部 3 b、3 b' の間では、走査ビーム B は、 B_0 、 B_0 、 B_0 、 B_1 としてこの順に走査する。遮光部 3 b' 上では、走査ビーム B は、オフされる。遮光部 3 b_F、3 b_S の間では、走査ビーム B は、 B_1 、 B_0 、 B_0 、 B_2 としてこの順に走査する。

遮光部 3 b、3 b_F、3 b_S のエッジ走査位置を通る走査線 b、e に沿って走査する走査ビーム B は、遮光部 3 b_F、3 b_S のエッジ走査位置を通る位置で、それぞれ走査ビーム B_1 、 B_2 とされ、それ以外は、走査ビーム B_0 とされる。

遮光部 3 b_F、3 b_S のエッジ走査位置を通らない走査線 c、d では、走査

ビームBは、すべて走査ビーム B_0 とされる。

複合露光用領域 R_c において、エッジ走査位置以外を走査する走査ビーム B_0 のビーム強度値は I_0 である。なお、このビーム強度値が第3のビーム強度値 I_T に設定されていてもよい。ビーム強度値 I_T は、 I_0 以上かつ I_s 以下の値に設定されている。すなわち、ビーム強度値 I_T は、複合露光用領域 R_c での第2のビーム強度値の最大値以下に設定されている。

[0092] 次に、本実施形態のフォトマスク製造方法の各工程について説明する。

図20は、本発明の第2実施形態のフォトマスク製造方法の一例を示すフローチャートである。図21(a)、(b)、(c)、(d)は、本発明の第2実施形態のフォトマスク製造方法におけるビーム強度データの設定例について説明する模式図である。図22(a)、(b)、(c)、(d)、(e)は、本発明の第2実施形態のフォトマスク製造方法における工程説明図である。

[0093] 本実施形態のフォトマスク製造方法では、フォトマスク1を製造するために、図20に示すステップS1～S4が図20に示すフローにしたがって実行される。

以下のステップS1～S3は、以下の動作を行うための演算処理プログラムが内蔵されたデータ処理装置によって、自動的にもしくは操作者の操作入力に基づいて対話処理的に実行される。ステップS4は、例えば、ビーム走査装置、現像装置、エッチング装置を含むフォトマスク製造システムによって実行される。

[0094] ステップS1では、フォトマスク1を製造するためのマスクパターンPの描画データが作成される。描画データとは、マスクパターンPを形成するために、走査ビームをオンオフするために用いられるデータである。描画データは、例えば、マスクパターンPのCAD設計データにおける光透過部3a、遮光部3bの位置座標を、走査ビームを出射するビーム走査装置に対応した駆動用のデータに変換することによって生成される。

以上で、ステップS1が終了する。

[0095] ステップS 1の後、ステップS 2が行われる。ステップS 2では、フォトマスク形成体の表面が単独露光用領域 R_s と、複合露光用領域 R_c とに区分される。

データ処理装置には、露光装置50に配置するフォトマスク1の形状および視野絞り53との位置関係、および視野絞り53における第1開口部53A、第2開口部53Bの形状と位置情報とが、予めまたはステップS 2の実行中に入力される。

データ処理装置は、これらの入力情報に基づいて、フォトマスク1を形成するためのフォトマスク形成体の表面の座標系に基づいて、単独露光用領域 R_s と複合露光用領域 R_c とを区分する情報を生成する。

以上で、ステップS 2が終了する。

[0096] ステップS 2の後、ステップS 3が行われる。ステップS 3では、走査ビームのビーム強度データが単独露光用領域 R_s と複合露光用領域 R_c とに分けて設定される。以下では、上述の選択設定法による動作を説明する。

データ処理装置には、単独露光用領域 R_s のパターン P_1 を形成するためビーム強度値と、複合露光用領域 R_c のパターン P_2 を形成するためのエッジ走査位置におけるビーム強度値とが、予めまたはステップS 3の実行中に入力される。

データ処理装置は、これらの入力情報に基づいて、例えば、単独露光用領域 R_s におけるビーム強度値としては、上述の I_0 を設定する。

データ処理装置は、複合露光用領域 R_c の描画データを解析して、エッジ走査位置を抽出する。データ処理装置は、エッジ走査位置における x 座標に対応するビーム強度値 $I(x)$ （第2のビーム強度値）をエッジ走査位置におけるビーム強度値として設定する。ビーム強度値 $I(x)$ は、データ処理装置において、例えば、マップデータとして保持されていてもよいし、関数として保持されていてもよい。関数としては、例えば、上述の $I = f(\lambda)$ のような関数として保持されていてもよい。

データ処理装置は、複合露光用領域 R_c において、エッジ走査位置以外のビ

ーム強度データにおけるビーム強度値としては、上述の I_0 を設定する。

[0097] 例えば、図21(a)に示すマスクパターンPにおけるビーム強度データの例について、図21(b)、(c)、(d)に示す。ただし、図21(b)、(c)、(d)における縦軸は、描画データとビーム強度データとが合成されており実際に走査される走査ビームのビーム強度を示す。

例えば、図21(a)における走査線 y_1 のように、遮光部3bの形成位置を方向に横断する場合、図21(b)に折れ線100で示すように、遮光部3b上では、走査ビームがオフされる。光透過部3a上では、単独露光用領域 R_s と、エッジ走査位置を除く複合露光用領域 R_c とでは、ビーム強度値は I_0 とされる。複合露光用領域 R_c におけるエッジ走査位置では、大きさが変化するビーム強度値 $I(x)$ が設定される。ビーム強度値 $I(x)$ の包絡線101は、図示上側に向けた凸状を示すように変化している。

[0098] 例えば、図21(a)における走査線 y_2 のように、y方向に隣り合う光透過部3aの形成位置の間を横断する場合、図21(c)に直線102で示すように、ビーム強度値は I_0 とされる。

例えば、図21(a)における走査線 y_3 のように、遮光部3bのx方向に延びるエッジ走査位置を通る場合、図21(d)に曲線103で示すように、単独露光用領域 R_s と、エッジ走査位置を除く複合露光用領域 R_c では、ビーム強度値は I_0 とされる。複合露光用領域 R_c におけるエッジ走査位置では、ビーム強度値 $I(x)$ が設定される。ただし、走査線 y_3 では、エッジ走査位置はx方向に延びているため、曲線103は、図示上側に凸の山形の楕円状に変化している。

[0099] すべてのビーム強度データが設定されると、ステップS3が終了する。

ステップS3の後、ステップS4が行われる。ステップS4では、描画データおよびビーム強度データに基づく走査ビームを用いたリソグラフィによってマスク形成体の表面がパターンニングされる。

図22(a)に示すように、フォトマスク形成体11は、光透過性基板2の表面にマスク部3を構成する材料で形成される遮光層13が積層されて構

成される。遮光層 1 3 の積層方法としては、例えば、蒸着、スパッタリングなどが用いられてもよい。

フォトマスク形成体 1 1 が形成された後、遮光層 1 3 をパターンニングするため、遮光層 1 3 上にレジスト 1 4 が塗布される。

レジスト 1 4 は、後述する走査ビーム B によって感光する適宜のレジスト用材料（ポジレジスト）が用いられる。

[0100] この後、レジスト 1 4 が塗布されたフォトマスク形成体 1 1 が、フォトマスク製造システムに搬入される。

図 2 2 (c) に示すように、フォトマスク製造システムのビーム走査装置 1 5 から出射される走査ビーム B によって、レジスト 1 4 が 2 次元的に走査される。

走査ビーム B としては、レジスト 1 4 を感光させる適宜のエネルギービームが用いられる。例えば、走査ビーム B は、レーザービーム、電子ビームなどのエネルギービームが用いられてもよい。

走査ビーム B のオンオフおよびオン時のビーム強度値は、ビーム走査装置 1 5 に入力された描画データおよびビーム強度データに基づいて、ビーム走査装置 1 5 によって制御される。

[0101] レジスト 1 4 は、走査ビーム B の照射範囲が感光する。走査ビーム B による感光範囲は、ビーム強度値が大きくなるとより大きくなる。このため、ビーム強度値が 1。より大きい値に設定されたエッジ走査位置では、ビーム強度値の大きさに応じて、感光範囲が広がる。

[0102] フォトマスク形成体 1 1 の全体の走査が終了したら、現像装置によって現像が行われる。この結果、図 2 2 (d) に示すように、感光したレジスト 1 4 が、遮光層 1 3 上から除去される。レジスト 1 4 は、走査ビーム B が照射されない領域に残存レジスト 1 4 A として残る。

[0103] この後、エッチング装置によって、残存レジスト 1 4 A と、残存レジスト 1 4 A の間に露出した遮光層 1 3 とが除去される。

図 2 2 (e) に示すように、このようなエッチングにより、遮光層 1 3 は

、残存レジスト14Aと同形状にパターンニングされる。この結果、光透過性基板2上にマスク部3が形成されたフォトマスク1が製造される。

[0104] このようにして製造されたフォトマスク1によれば、複合露光用領域 R_c におけるマスク部3の形状が露光パターンよりも光透過部3aが広くなるように補正されている。このため、フォトマスク1が露光装置50に用いられると、露光装置50の第1の光像63Aおよび第2の光像63Bによる露光領域の継ぎ目に起因する実効的な露光量不足が補正される。この結果、フォトマスク1を用いて露光装置50で露光された被露光体60上では、複合露光用領域 R_c における露光量不足が補正されるため、露光パターンの形状精度が向上する。

[0105] 本実施形態のフォトマスク製造方法によれば、露光装置の露光領域の継ぎ目に起因する製造誤差を補正するフォトマスク1を製造するために、走査ビームを強度変調する。このため、複合露光用領域 R_c におけるマスク部3の微小な形状補正が容易かつ安価に行える。

例えば、本実施形態とは異なり、走査ビームのビーム強度を一定として、補正形状の範囲に走査ビームをオンオフする製造方法も考えられる。しかしながら、このような製造方法では、微小量の補正を行うために、補正範囲を十分細かく分割できるように、高解像度のビーム走査装置が必要となる。このため、設備費用と製造時間とが増大する場合がある。

これに対して、走査ビームの強度変調によれば、ビーム強度データを適切に設定するのみで、露光範囲の大きさを細かく変えることができる。描画データは、補正量の大きさによらず設計上の露光パターンに対応する描画データが使用できる。

このため、本実施形態では、補正を行わない場合と略同様の走査を行う間に、強度変調によって、迅速かつ高精度に補正形状を形成することができる。

[0106] なお、上記第2実施形態の説明では、マスク部3の光透過部3aが矩形格子状の線状パターンからなる場合の例で説明した。しかし、マスク部3のマ

スクパターンPは、このような走査方向および走査方向に直交する線状パターンの組み合わせには限定されない。

マスクパターンPの形状は、被露光体60の露光パターンの必要に応じて変更することができる。その際、上述した線幅は、露光パターンにおいて、走査方向および走査方向に直交する方向成分の間隔に置き換えて、ビーム強度データが設定されればよい。

[0107] 上記第2実施形態の説明では、投影光学ユニット55が、X方向における被露光体60の全幅を露光する場合の例で説明した。しかし、単一のフォトマスク1によって、被露光体60の露光パターンを露光できれば、投影光学ユニット55は、X方向の一部を覆う大きさでもよい。この場合、露光装置50におけるY方向の走査露光を、X方向にずらして複数回行うことによって、被露光体60の全体が露光される。

[0108] 上記第2実施形態では、フォトマスク1の製造過程で光透過性基板2に塗布されるレジストはポジレジストである。しかし、本発明はこの構成に限定されず、光透過性基板2にネガレジストを塗布してもよい。この場合、図9から図11に示すフォトマスク1を製造するためには、遮光部3bに相当する部分にビームを照射し、光透過部3aに相当する部分にはビームを照射しない。ネガレジストを用いて図11に示すマスクパターンを作成するには、複合露光用領域 R_c 内のエッジ走査位置におけるビーム強度値を、単独露光用領域 R_s でのビーム強度値 I_0 より低下させることが考えられる。ビーム強度値が I_0 より小さい値に設定されたエッジ走査位置では、ビーム強度値の大きさに応じて、感光範囲が小さくなる。なお、複合露光用領域 R_c において、エッジ走査位置以外を走査する走査ビームのビーム強度値は I_0 とすればよい。

また、この場合のエッジ走査位置でのビーム強度値 $I(x)$ を、上記式(1)に基づくパラメータ λ の関数 $f_2(\lambda)$ として表すと、 $f_2(\lambda)$ は、 $\lambda=0$ で最小値をとり、 λ が0から1に向かうにつれて I_0 に近づく変化をする、広義の単調増加関数となる。

すなわち、本発明においては、複合露光用領域 R_c におけるエッジ走査位置

のビーム強度値が、単独露光用領域 R_s におけるビーム強度値と異なっていればよい。

[0109] 上記第2実施形態では、フォトマスク1の光透過部3aがx方向またはy方向に延びた形状となっており、遮光部3bが光透過部3aに囲まれた平面視矩形状となっている。しかし、本発明はこの構成に限定されず、被露光体60の露光パターンや被露光体60に塗布されるレジストの種類（ポジレジスト、ネガレジスト）に応じて、フォトマスクのマスクパターンが、例えば図9のフォトマスク1の光透過部及び遮光部を反転させた構成であってもよい。すなわち、遮光部がx方向またはy方向に延びた形状となっており、光透過部が当該遮光部に囲まれた平面視矩形状となってもよい。このような構成においても、フォトマスクの光透過性基板に塗布されるレジストがポジレジストであれば、上記光透過部に相当する部分にビームが照射される。フォトマスクの光透過性基板に塗布されるレジストがネガレジストであれば、上記遮光部に相当する部分にビームが照射される。

[0110] 上記第2実施形態では、複合露光用領域 R_c 内におけるエッジ走査位置のビーム強度値を、単独露光用領域 R_s におけるビーム強度値より高くすることで、光透過部3aの形状を変更している。しかし、本発明はこの構成に限定されず、例えばフォトマスク1の描画パターンを変更することで、光透過部3aの形状を変更してもよい。

なお、複合露光用領域 R_c 内のマスクパターンの線幅を単独露光用領域 R_s 内のマスクパターンの線幅に比べて大きくする場合は、複合露光用領域 R_c のx方向の中心部に近づくに従い次第に線幅が大きくなるように設定してもよい。一方、複合露光用領域 R_c 内のマスクパターンの線幅を単独露光用領域 R_s 内のマスクパターンの線幅に比べて小さくする場合は、複合露光用領域 R_c のx方向の中心部に近づくに従い次第に線幅が小さくなるように設定してもよい。すなわち、複合露光用領域 R_c と単独露光用領域 R_s との間のマスクパターンの線幅の差が、複合露光用領域 R_c のx方向の中心部に近づくに従い次第に大きくなるように設定してもよい。

[0111] 上記第2実施形態では、x方向とy方向とは平面視で互いに直交しているが、両方向が平面視で直交せずに交差していてもよい。この場合でも、y方向とY方向とが互いに平行していればよい。

[0112] 上記第1及び第2実施形態における各構成を、共にフォトマスクやフォトマスクの製造方法に適用してもよい。例えば、第2実施形態で説明したフォトマスクの製造方法を用いて、図5や図6に示す第1実施形態のフォトマスクを製造してもよい。

[0113] 以上、本発明の好ましい実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限定されることはない。本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。

また、本発明は前述した説明によって限定されることはなく、添付の特許請求の範囲によってのみ限定される。

産業上の利用可能性

[0114] 本発明のフォトマスク及びそれを用いたカラーフィルタの製造方法は、高い表示品質が求められるカラー液晶ディスプレイパネル及びそれを用いた高精細液晶表示装置の製造に対して好適に用いることができる。

[0115] また、近年は固体撮像素子の製造においても、スキャン露光装置が用いられる傾向があり、本発明のフォトマスクは、このような固体撮像素子用のカラーフィルタやマイクロレンズの製造に対しても好適に用いることができる。

符号の説明

- [0116] 3 1 露光光
3 2 フォトマスク
3 3 投影レンズ
3 4 基板
3 5 ステージ
3 6 露光領域
3 6 a 接続部

- 3 7 遮光領域
- 3 8 着色画素パターンを有するフォトマスク
- 3 8 a、3 8 b 着色画素パターンを有するフォトマスクの一部
- 3 9 ブラックマトリックスパターンを有するフォトマスク
- 3 9 a ブラックマトリックスパターンを有するフォトマスクの一部
- C L 1 測定値による特性曲線
- C L 2 補正曲線
- S A 1 接続部を含まないスキャン領域
- S A 2 接続部を含むスキャン領域
- C 3 n 1 個の着色画素パターン

請求の範囲

- [請求項1] マルチレンズからなる投影レンズを備えたスキャン方式の投影露光に用いるフォトマスクであって、前記マルチレンズの接続部を含むスキャン露光により転写される領域に存在する前記フォトマスクの複数のパターンの線幅が、前記接続部を含まないスキャン露光により転写される領域に存在する前記フォトマスクの前記パターンと同形のパターンの線幅に対して補正された線幅であるフォトマスク。
- [請求項2] 前記複数のパターンの前記補正された線幅は、スキャン方向と直交する方向に前記パターンごとに段階的に変化する線幅である請求項1に記載のフォトマスク。
- [請求項3] 前記複数のパターンの前記補正された線幅は、さらにスキャン方向に前記パターンごとに段階的に変化する線幅である請求項2に記載のフォトマスク。
- [請求項4] 前記段階的に変化する線幅は、乱数に基づく補正成分を含む請求項2または3に記載のフォトマスク。
- [請求項5] 平面視において第1の座標軸に沿う方向に線状に延びる第1の光透過部と、前記平面視において前記第1の座標軸に交差する第2の座標軸に沿う方向に線状に延びる第2の光透過部と、が形成されたフォトマスクであって、
前記第1の光透過部が一定の第1の線幅を有し、前記第2の光透過部が一定の第2の線幅を有する、前記第1の座標軸に沿う方向における第1の領域と、
前記第1の光透過部が前記第1の線幅よりも広い第3の線幅を有し、前記第2の光透過部が前記第2の線幅よりも広い第4の線幅を有する、前記第1の座標軸に沿う方向における第2の領域と、
を備え、
前記第1の座標軸に沿う方向において、前記第1の領域と前記第2の領域とが交互に配列されている、フォトマスク。

[請求項6] 平面視において第1の軸線に沿って千鳥配列された複数の投影光学系による光像を用いて、前記第1の軸線と交差する第2の軸線に沿う方向に被露光体が走査されることによって前記被露光体が露光される露光装置に用いる前記光像の形成用のフォトマスクを製造するフォトマスク製造方法であって、

フォトマスク形成体上において前記第1の軸線に対応する第1の座標軸と前記第2の軸線に対応する第2の座標軸とを設定し、前記被露光体上の露光パターンの形状に合わせて、前記フォトマスク形成体上で走査ビームをオンオフするための描画データを作成することと、

前記フォトマスク形成体の表面を、前記露光装置において前記複数の投影光学系のうちの単独の第1投影光学系による第1の光像または単独の第2投影光学系による第2の光像によって前記第2の軸線に沿う方向の走査が行われる単独露光用領域と、前記第1及び第2投影光学系による前記第1及び第2の光像によって前記第2の軸線に沿う方向の走査が行われる複合露光用領域と、に、区分することと、

前記走査ビームのビーム強度データを、前記単独露光用領域と前記複合露光用領域とに分けて設定することと、

前記フォトマスク形成体上にレジストを塗布することと、

前記レジスト上に、前記描画データおよび前記ビーム強度データに基づいて駆動された前記走査ビームを走査することと、

を含み、

前記ビーム強度データは、

前記単独露光用領域では、第1のビーム強度値に設定され、

前記複合露光用領域において前記走査ビームをオフする走査位置に隣接して前記走査ビームをオンするエッジ走査位置では、前記第1のビーム強度値と異なる第2のビーム強度値に設定される、フォトマスク製造方法。

[請求項7] 前記第2のビーム強度値は、前記第1のビーム強度値より高い、請

求項 6 に記載のフォトマスク製造方法。

[請求項 8] 前記ビーム強度データは、前記複合露光用領域において前記エッジ走査位置以外の走査位置では、前記第 1 のビーム強度値以上前記第 2 のビーム強度値の最大値以下の第 3 のビーム強度値に設定される、請求項 7 に記載のフォトマスク製造方法。

[請求項 9] 前記第 3 のビーム強度値は、前記第 1 のビーム強度値と等しい、請求項 8 に記載のフォトマスク製造方法。

[請求項 10] 前記第 2 のビーム強度値は、
前記エッジ走査位置における、前記第 1 の光像による露光率を E_1 とし、前記第 2 の光像による露光率を E_2 とするとき、下記式 (1) で表される λ の関数として設定される、請求項 6 から 9 のいずれか 1 項に記載のフォトマスク製造方法。

[数 1]

$$\lambda = \frac{|E_1 - E_2|}{E_1 + E_2} \quad \dots(1)$$

[請求項 11] 前記第 2 のビーム強度値は、
 $\lambda = 0$ で最大値をとり、 λ が 0 から 1 に向かうにつれて前記第 1 のビーム強度値に近づく、請求項 10 に記載のフォトマスク製造方法。

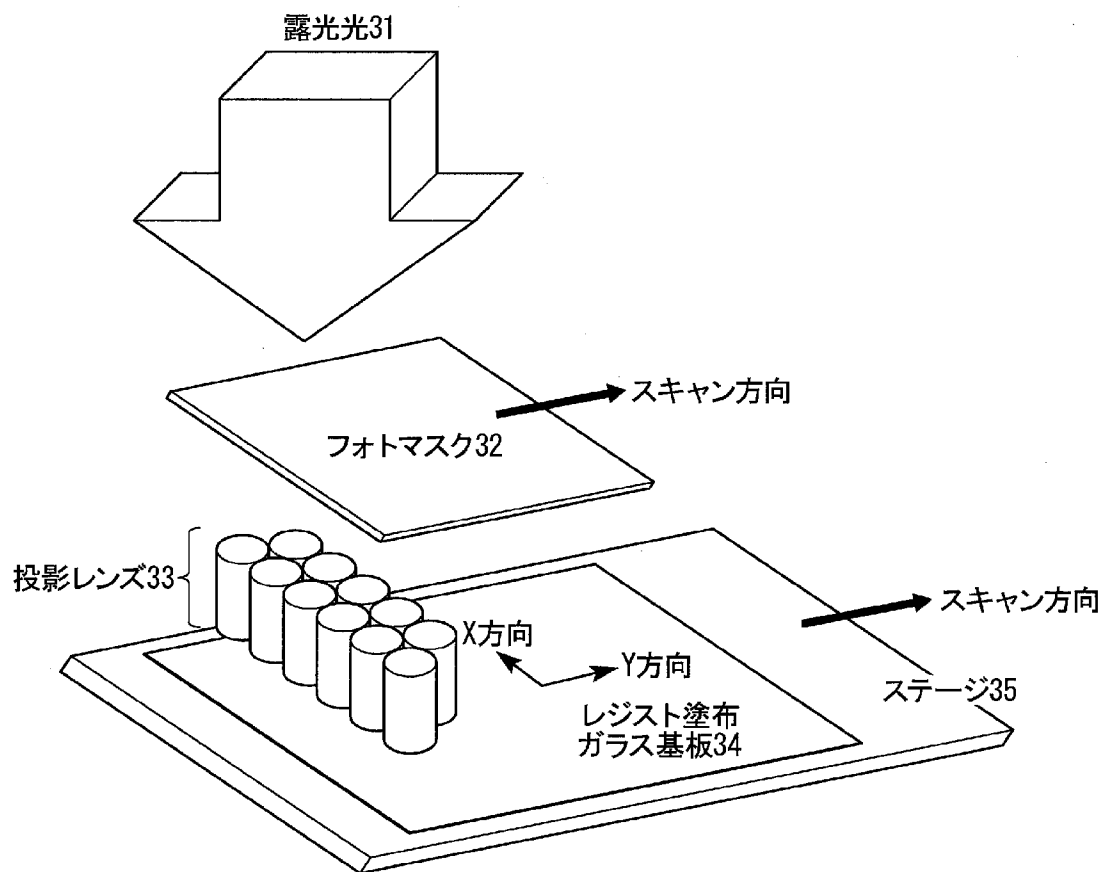
[請求項 12] 前記第 2 のビーム強度値は、前記第 1 のビーム強度値より低い、請求項 6 に記載のフォトマスク製造方法。

[請求項 13] 前記描画データは、
前記第 1 の座標軸および前記第 2 の座標軸に沿って延びる格子状の領域で前記走査ビームをオンするように設定されている、請求項 6 から 12 のいずれか 1 項に記載のフォトマスク製造方法。

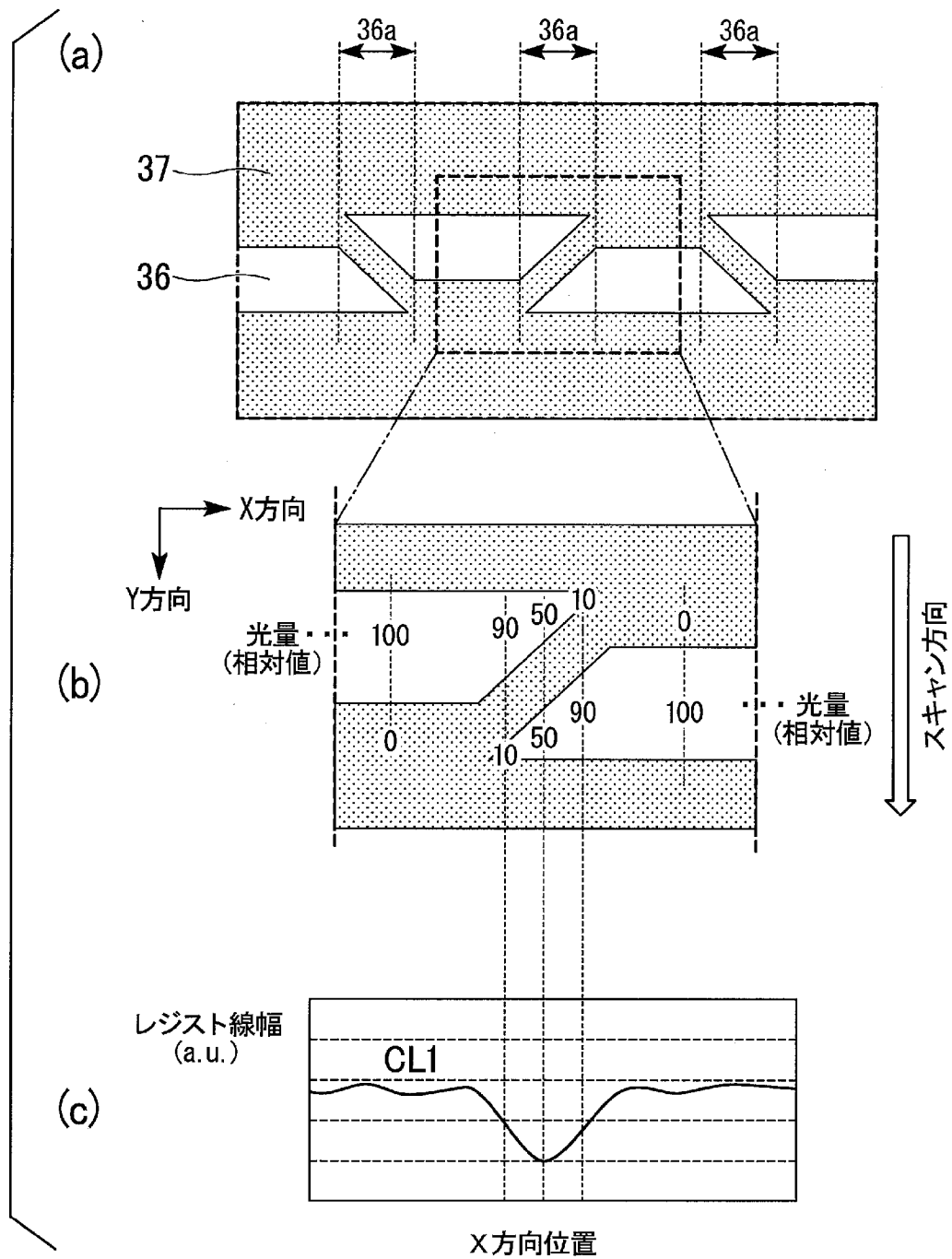
[請求項 14] マルチレンズからなる投影レンズを備えたスキャン方式の投影露光によるカラーフィルタの製造方法であって、請求項 1 から 4 のいずれ

か 1 項に記載のフォトマスクを用いてガラス基板またはシリコン基板上に設けたレジストをパターン露光するカラーフィルタの製造方法。

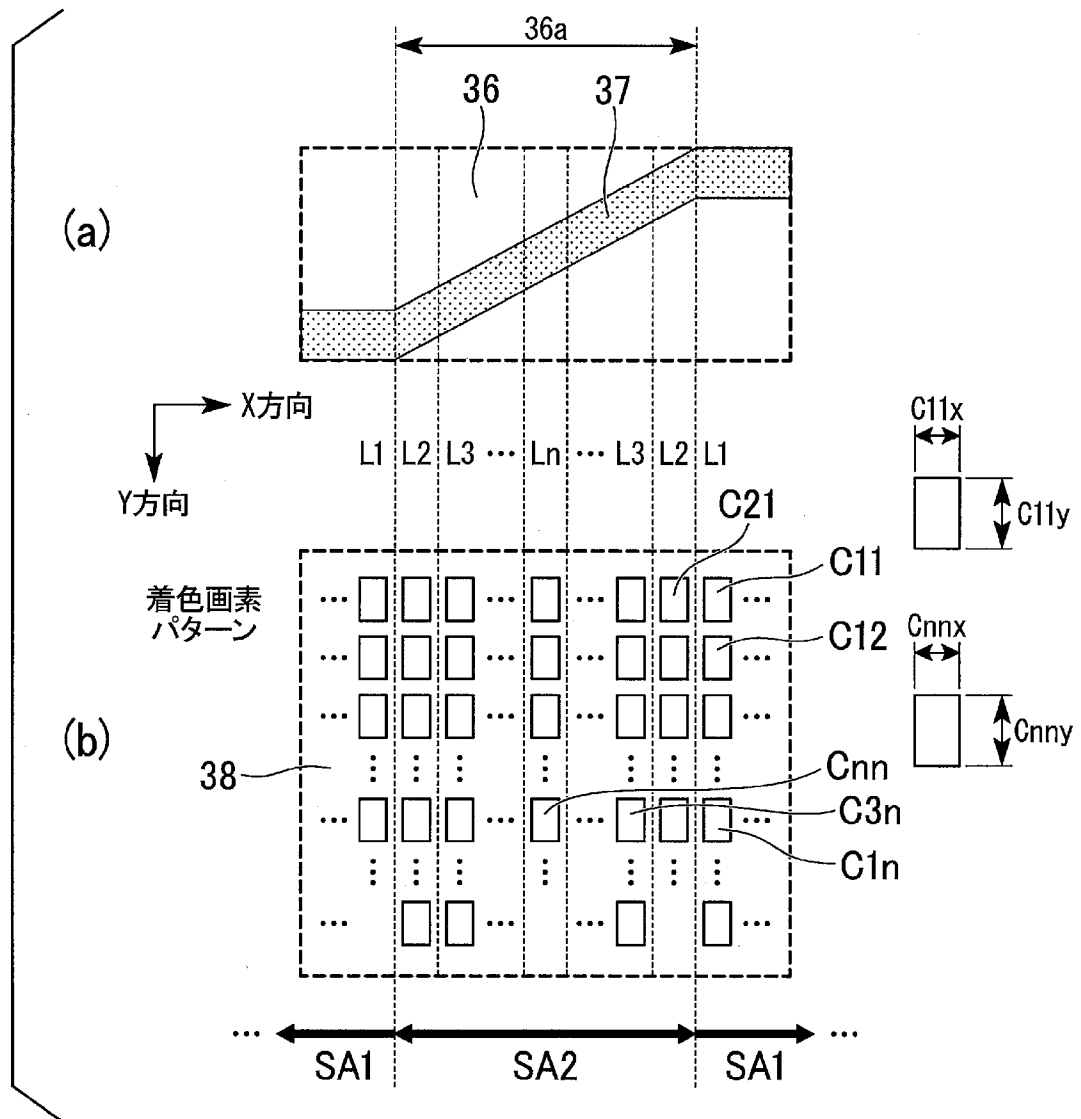
[図1]



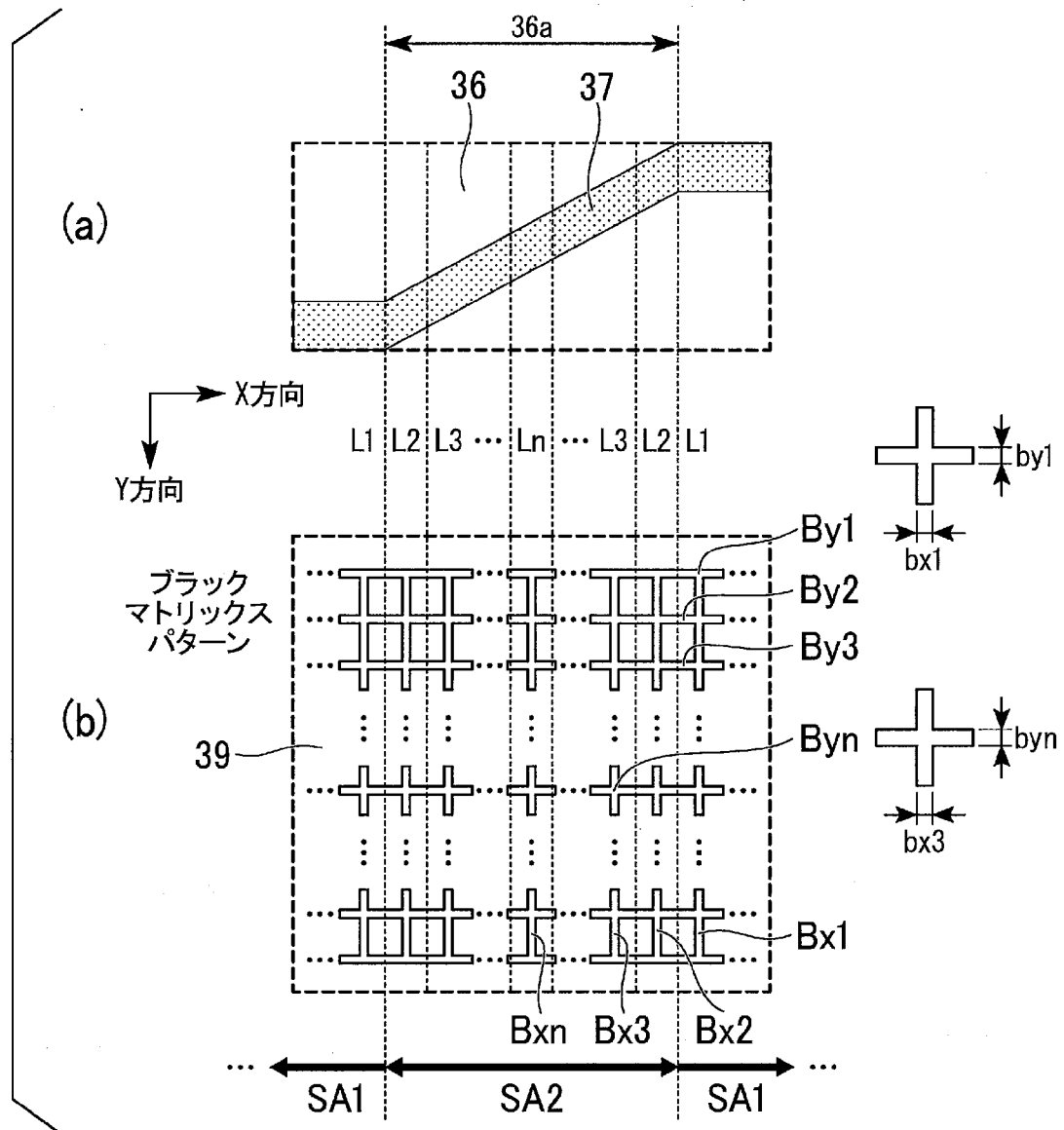
[図2]



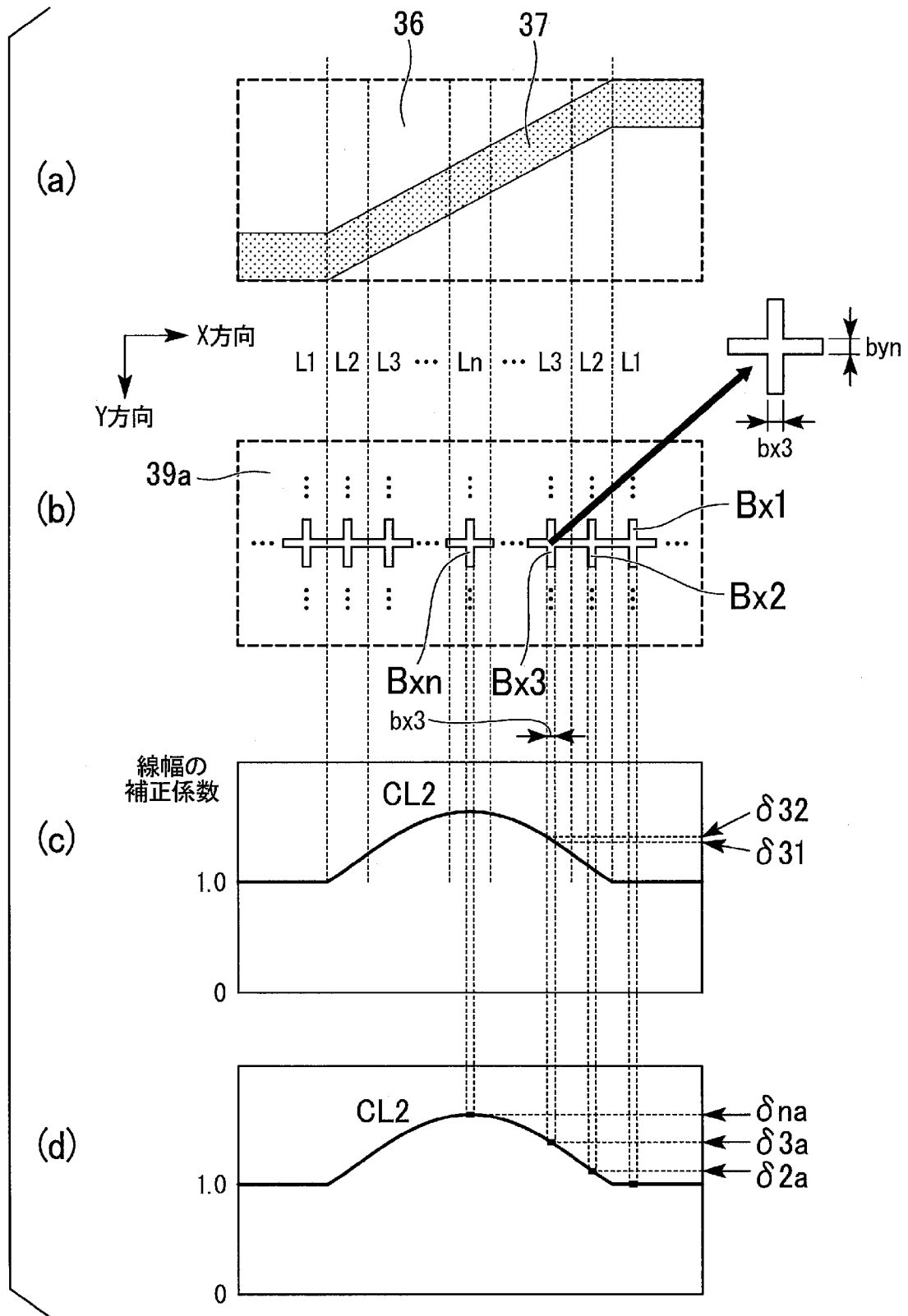
[図3]



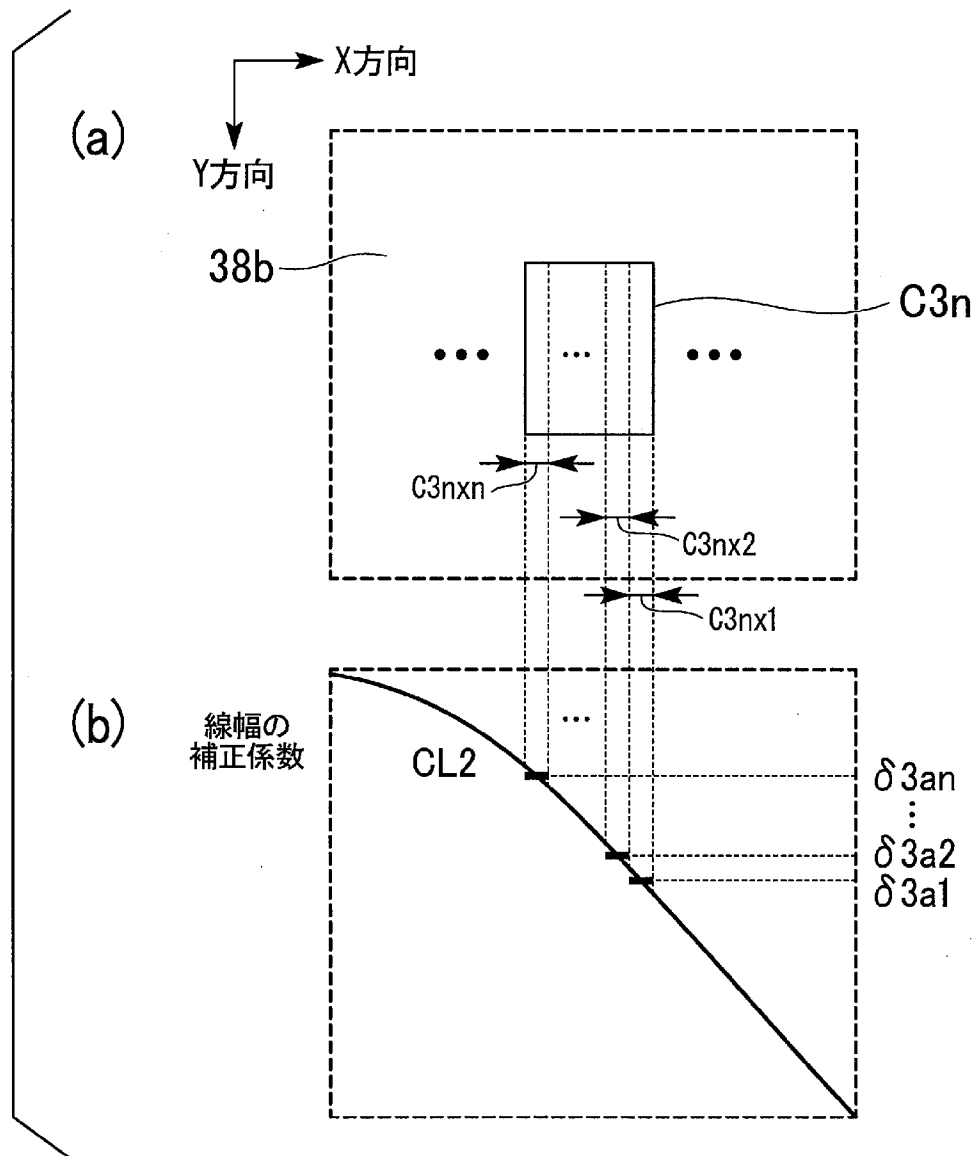
[図4]



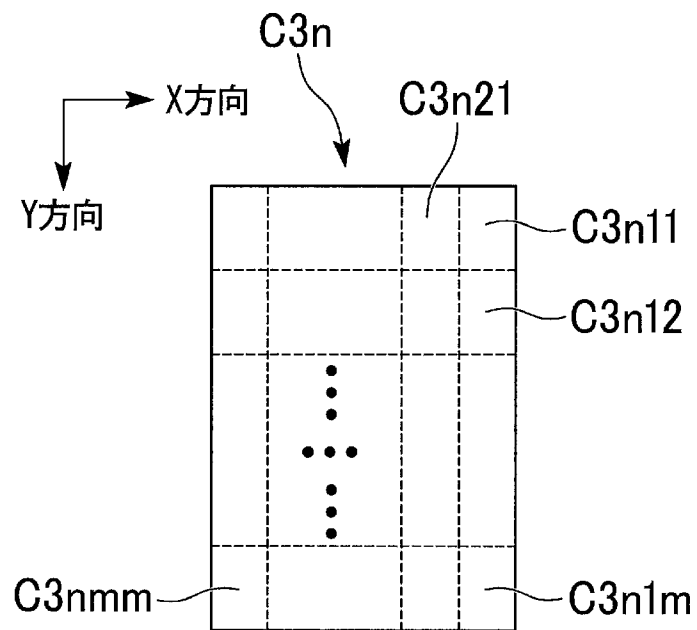
[図6]



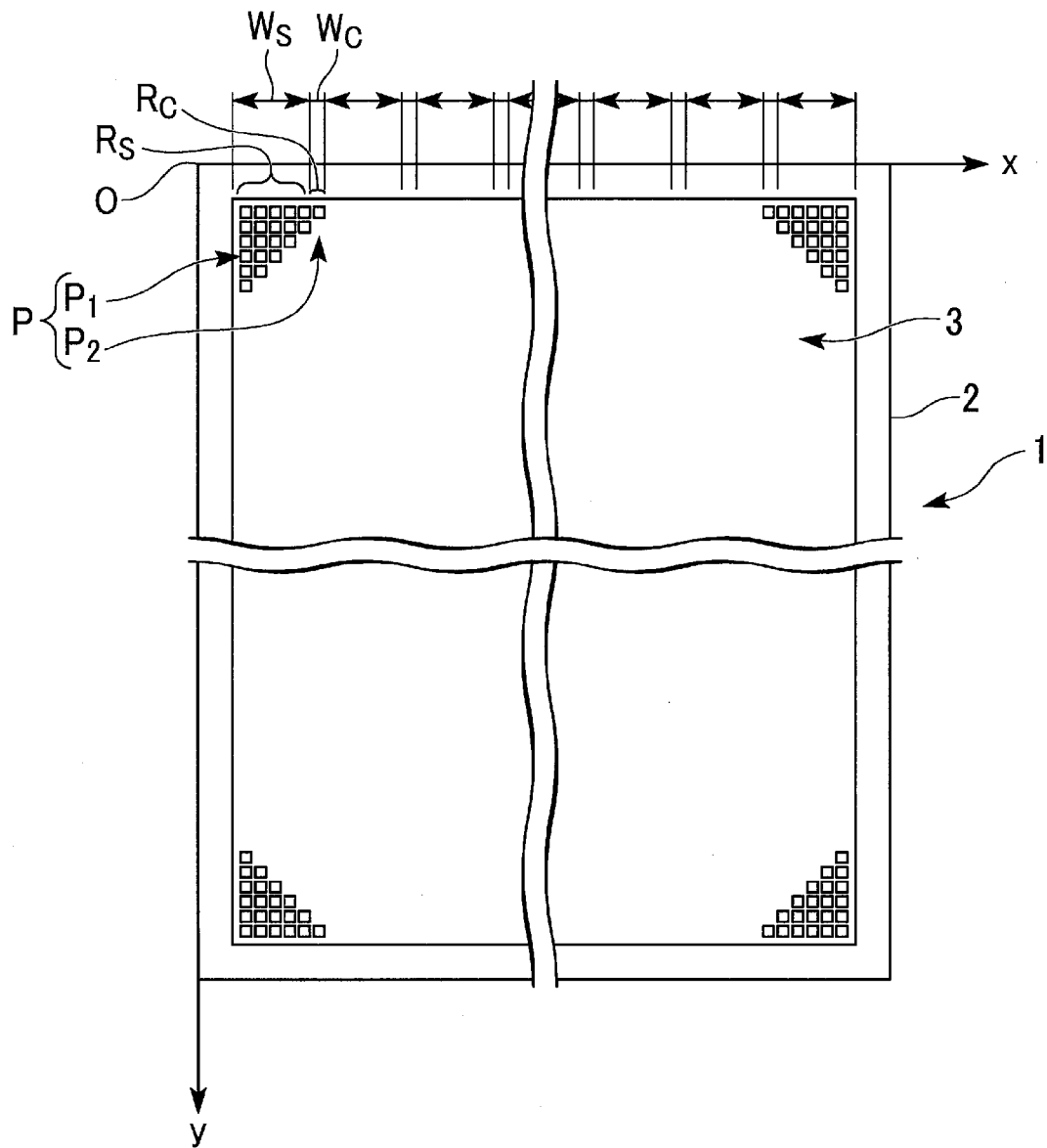
[図7]



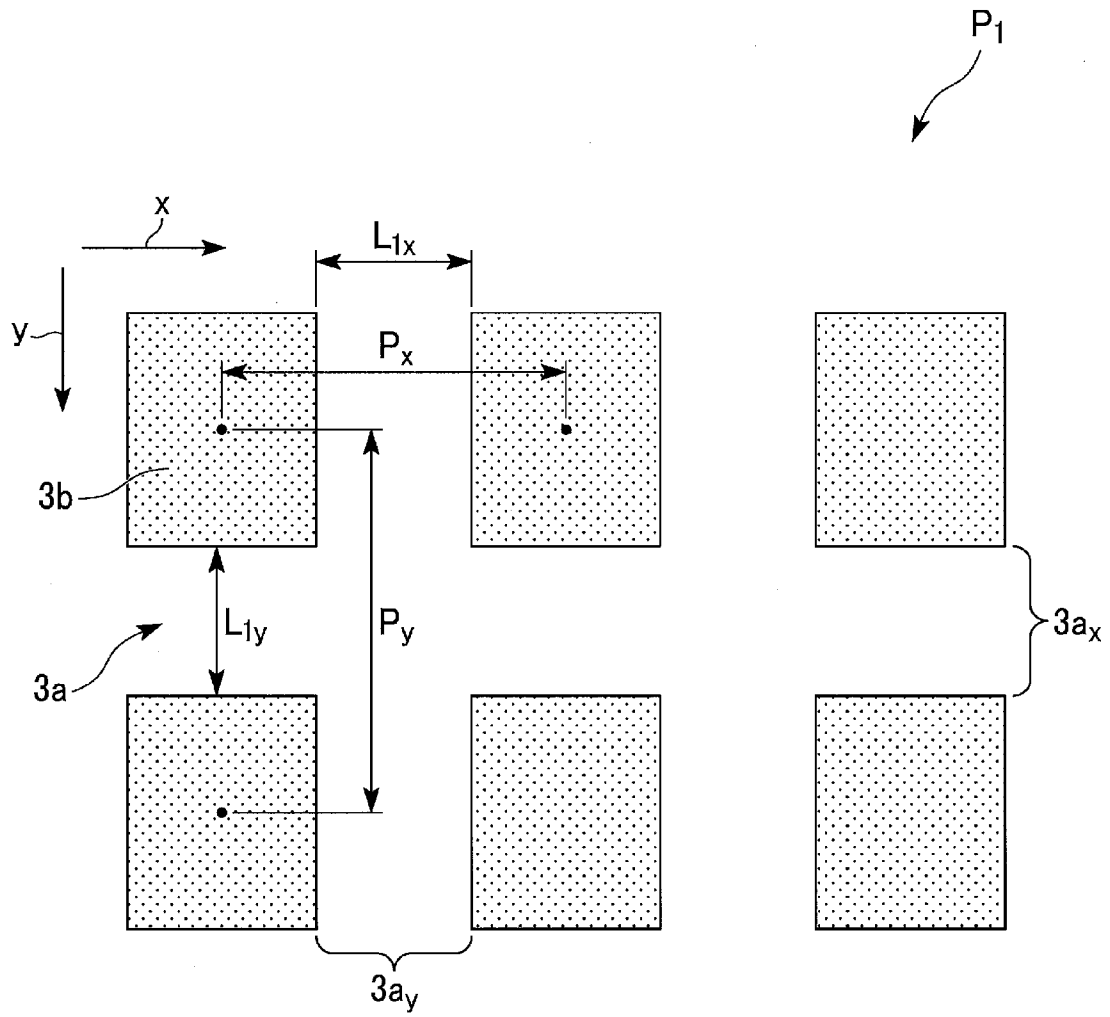
[図8]



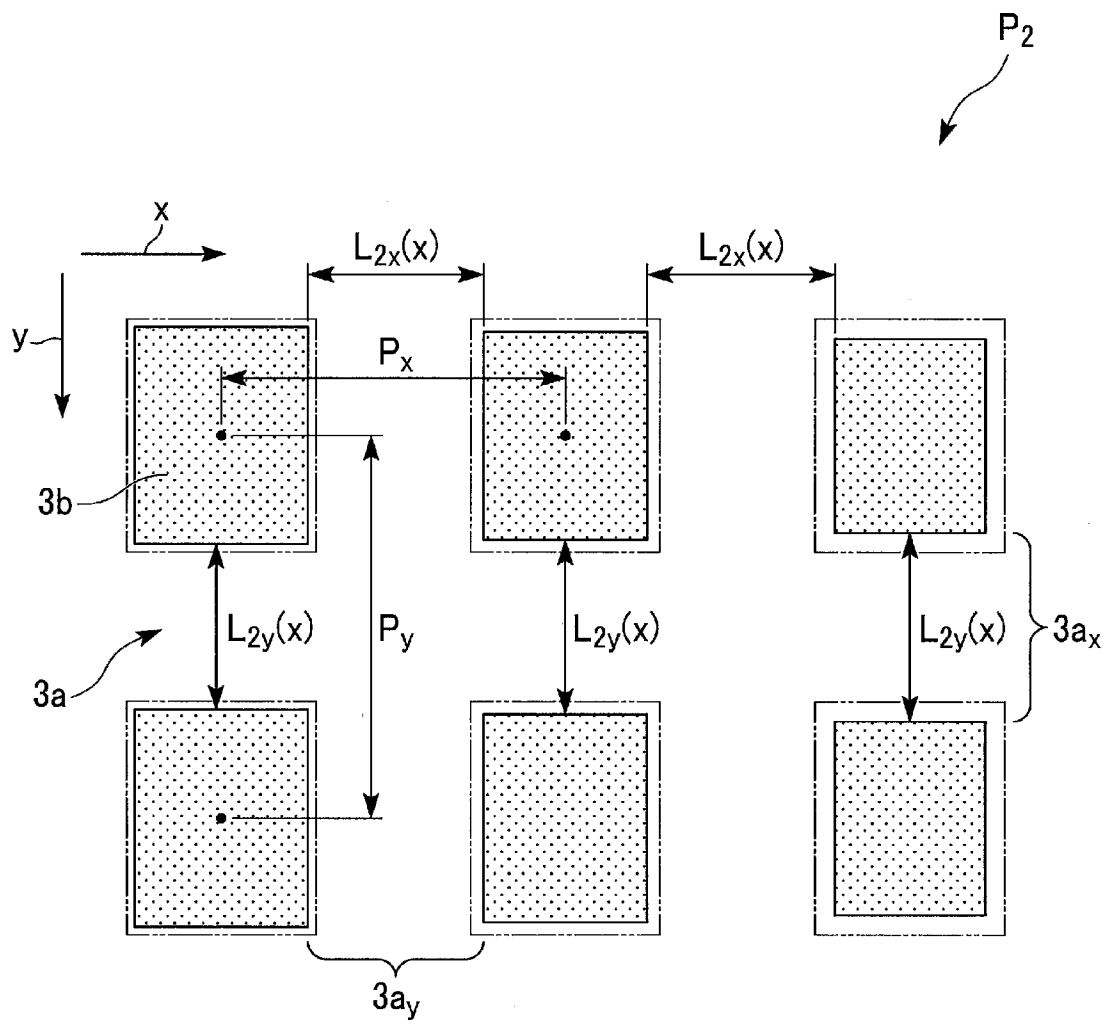
[図9]



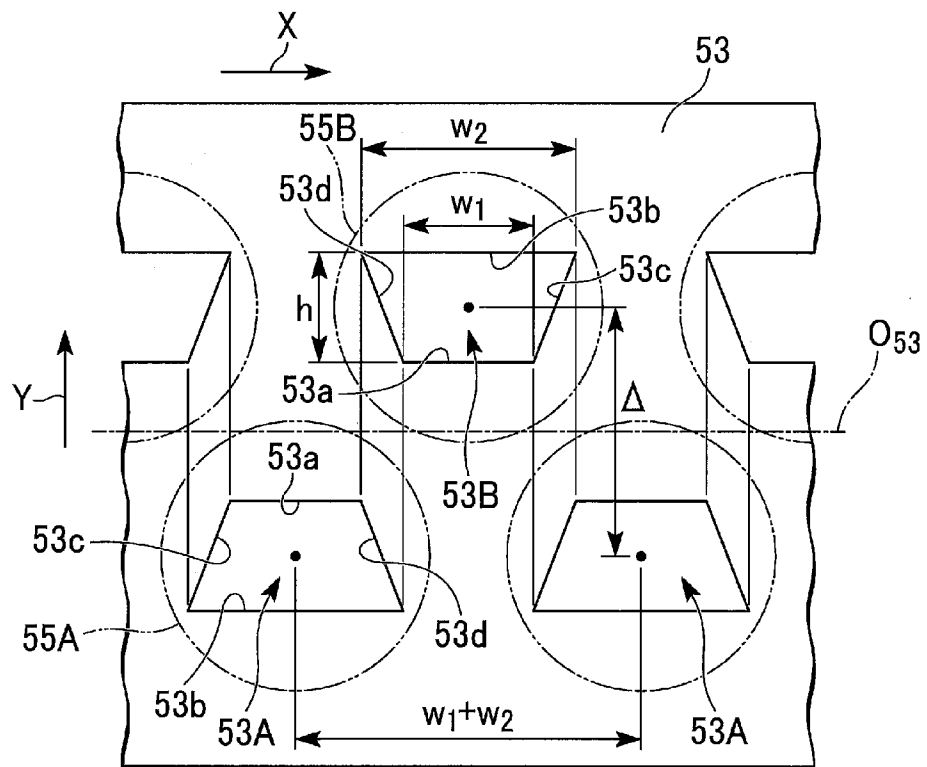
[図10]



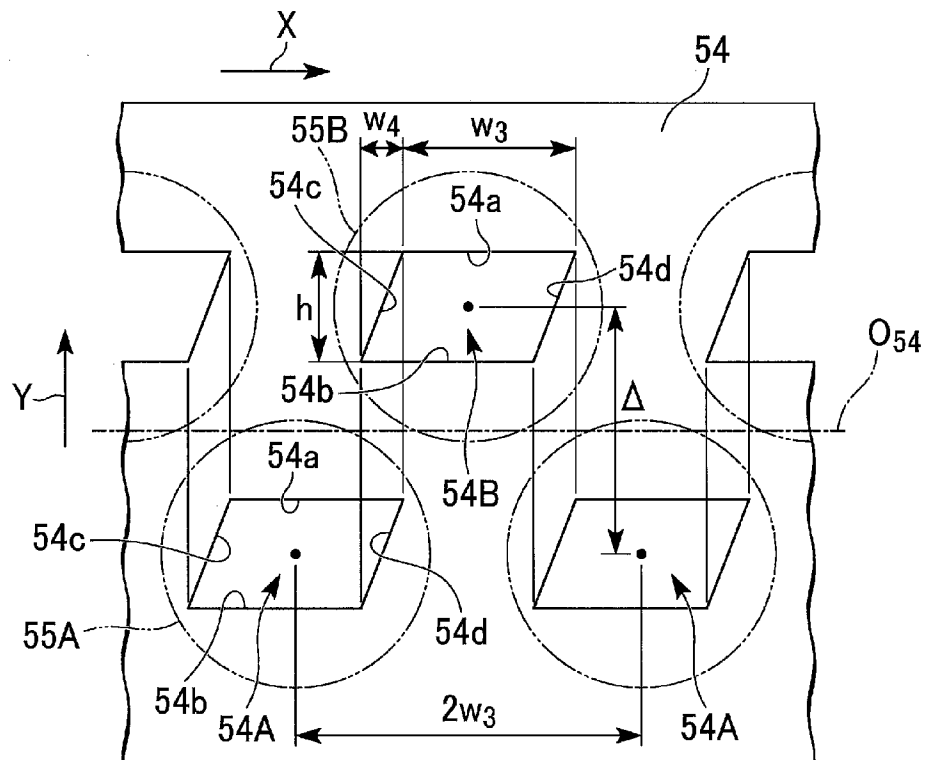
[図11]



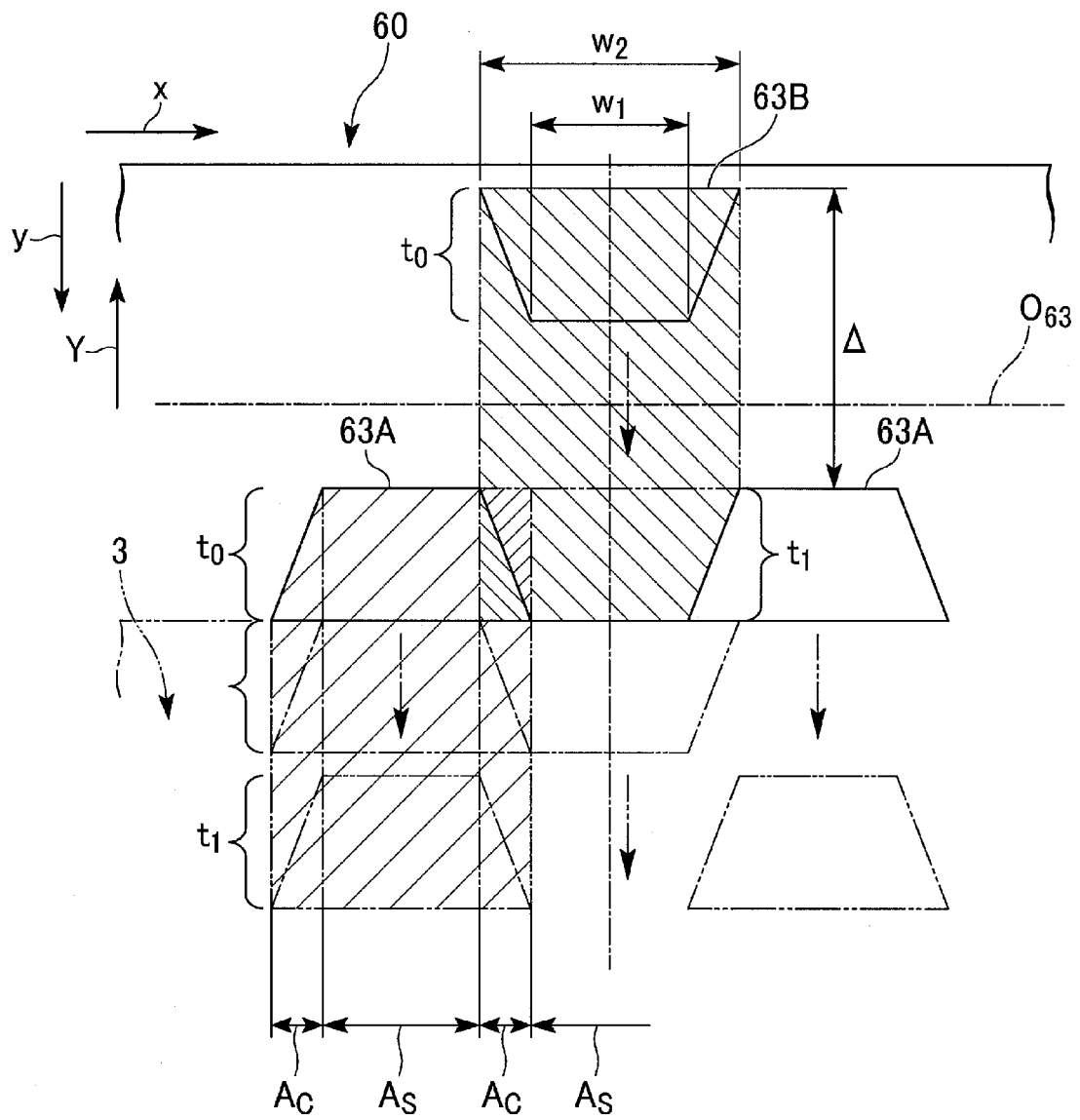
[図14]



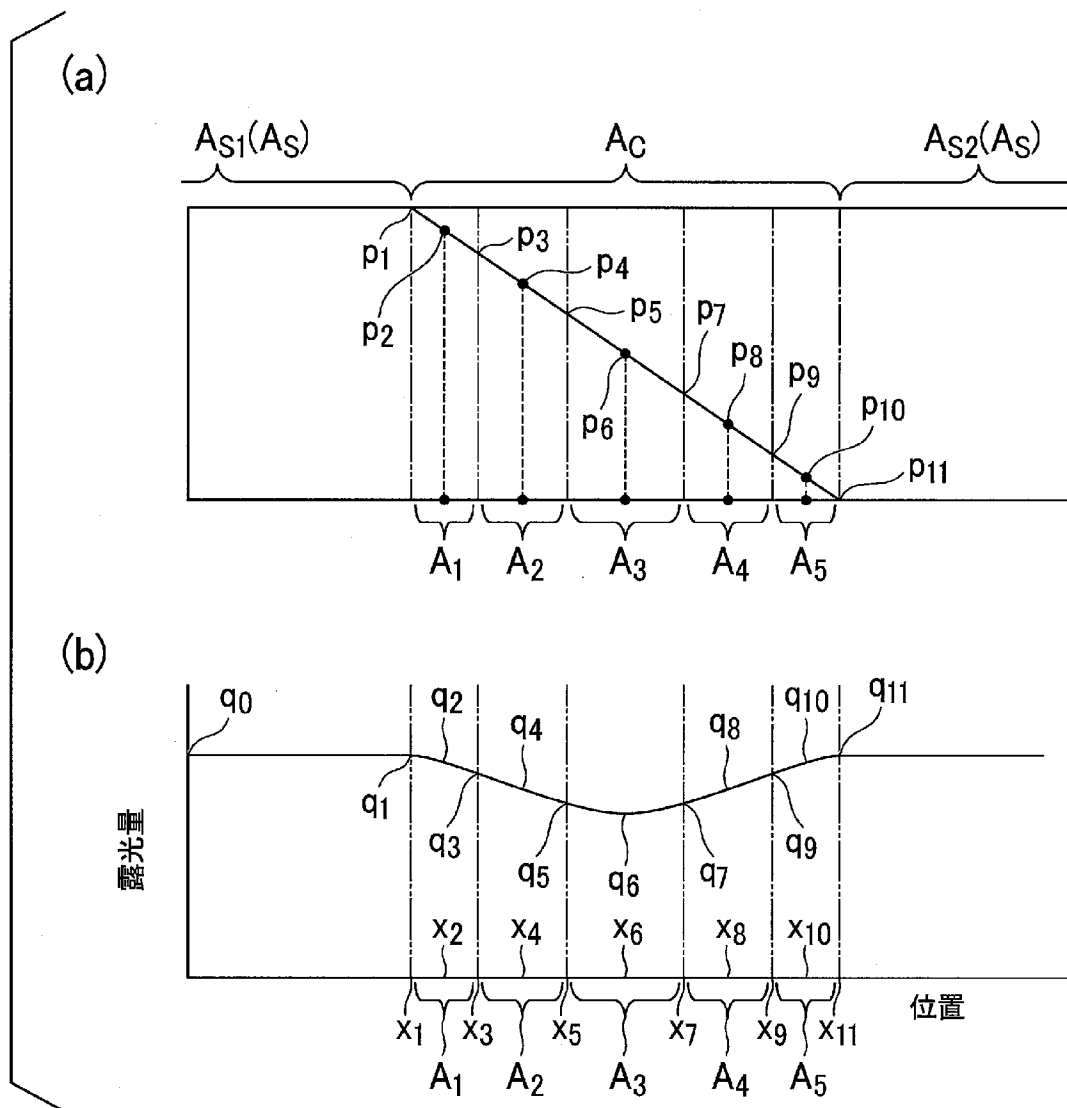
[図15]



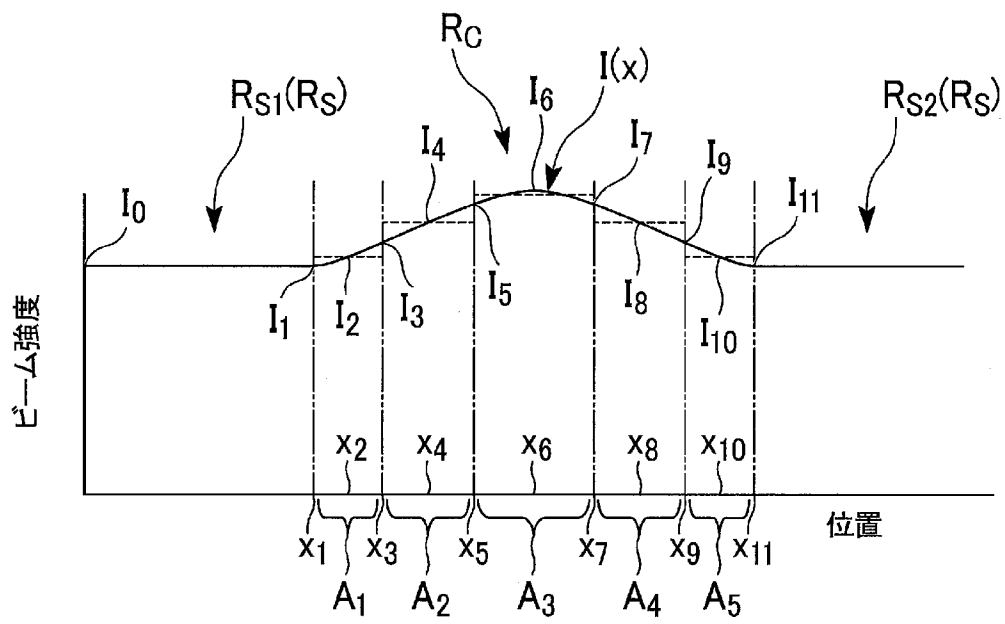
[図16]



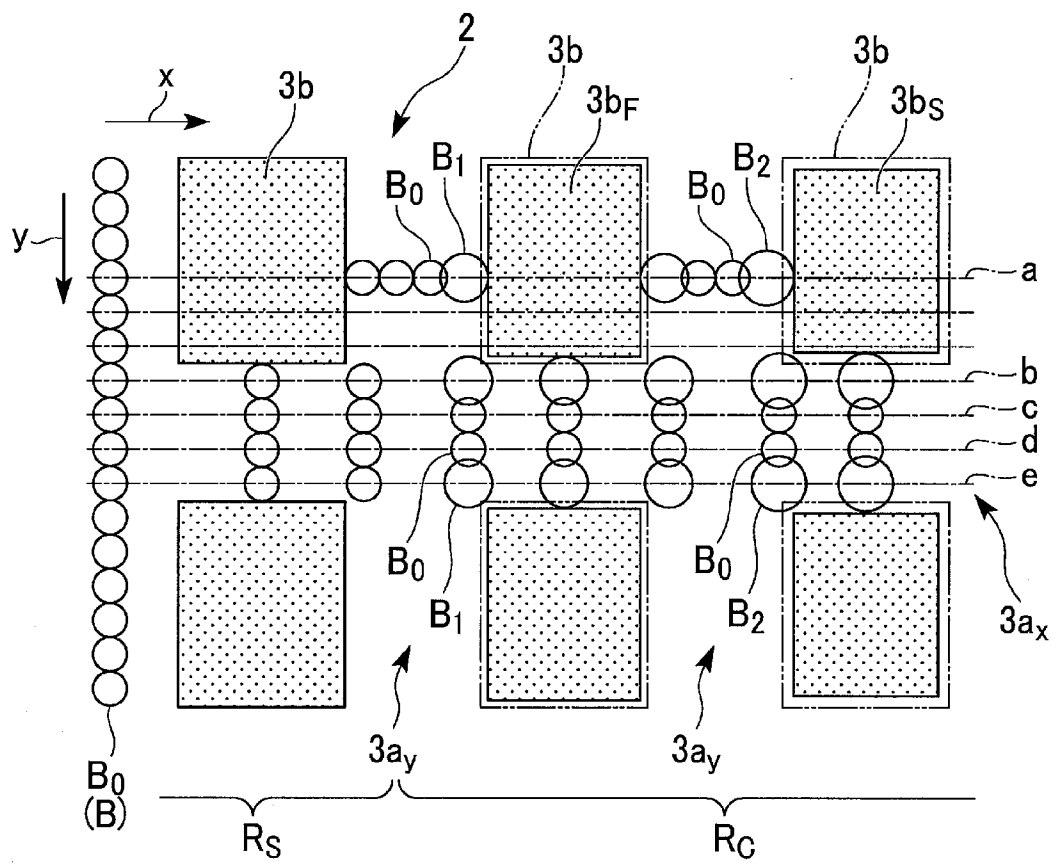
[図17]



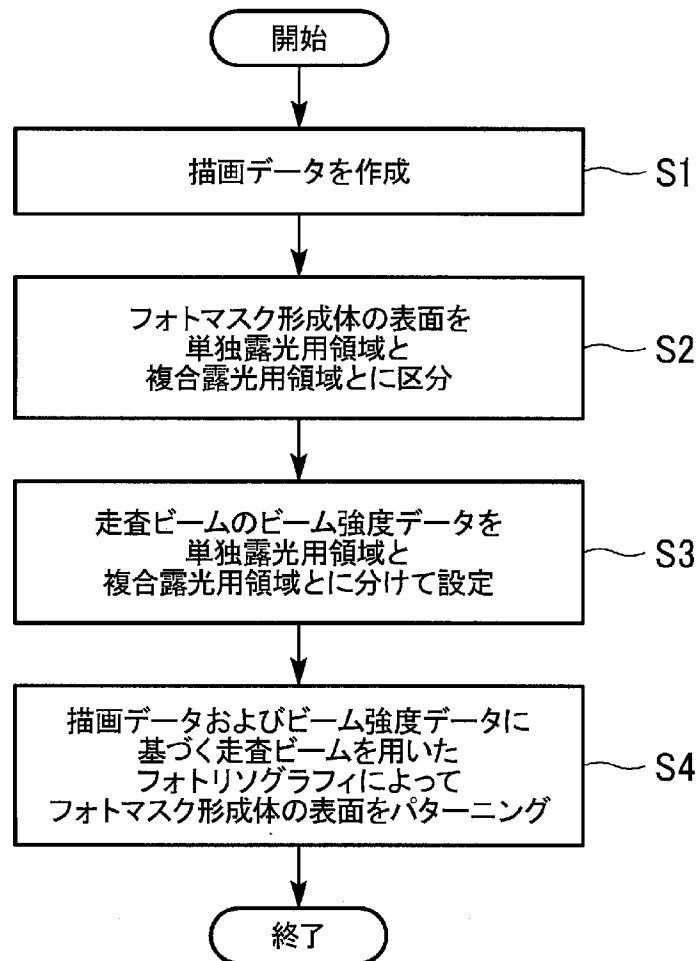
[図18]



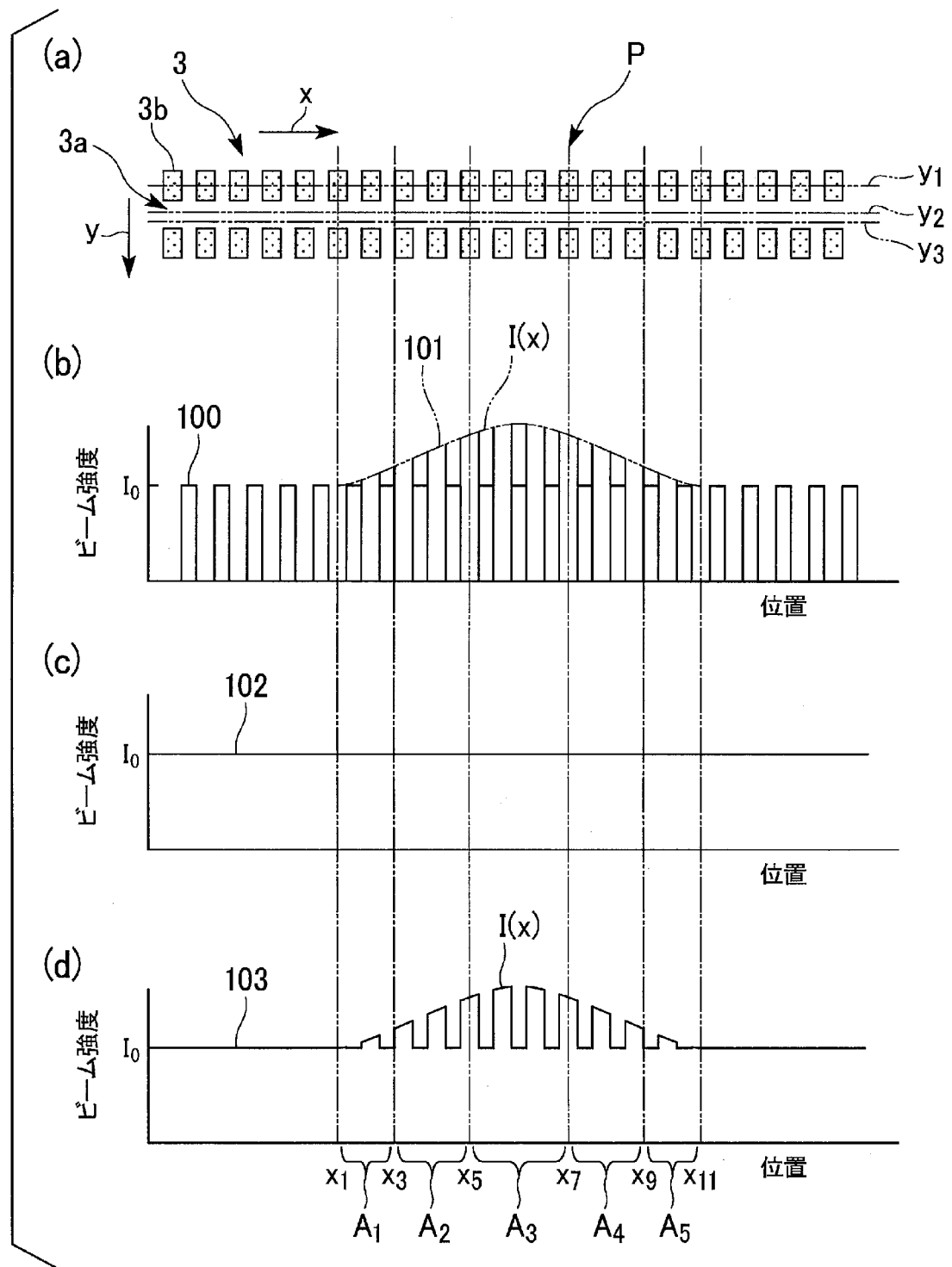
[図19]



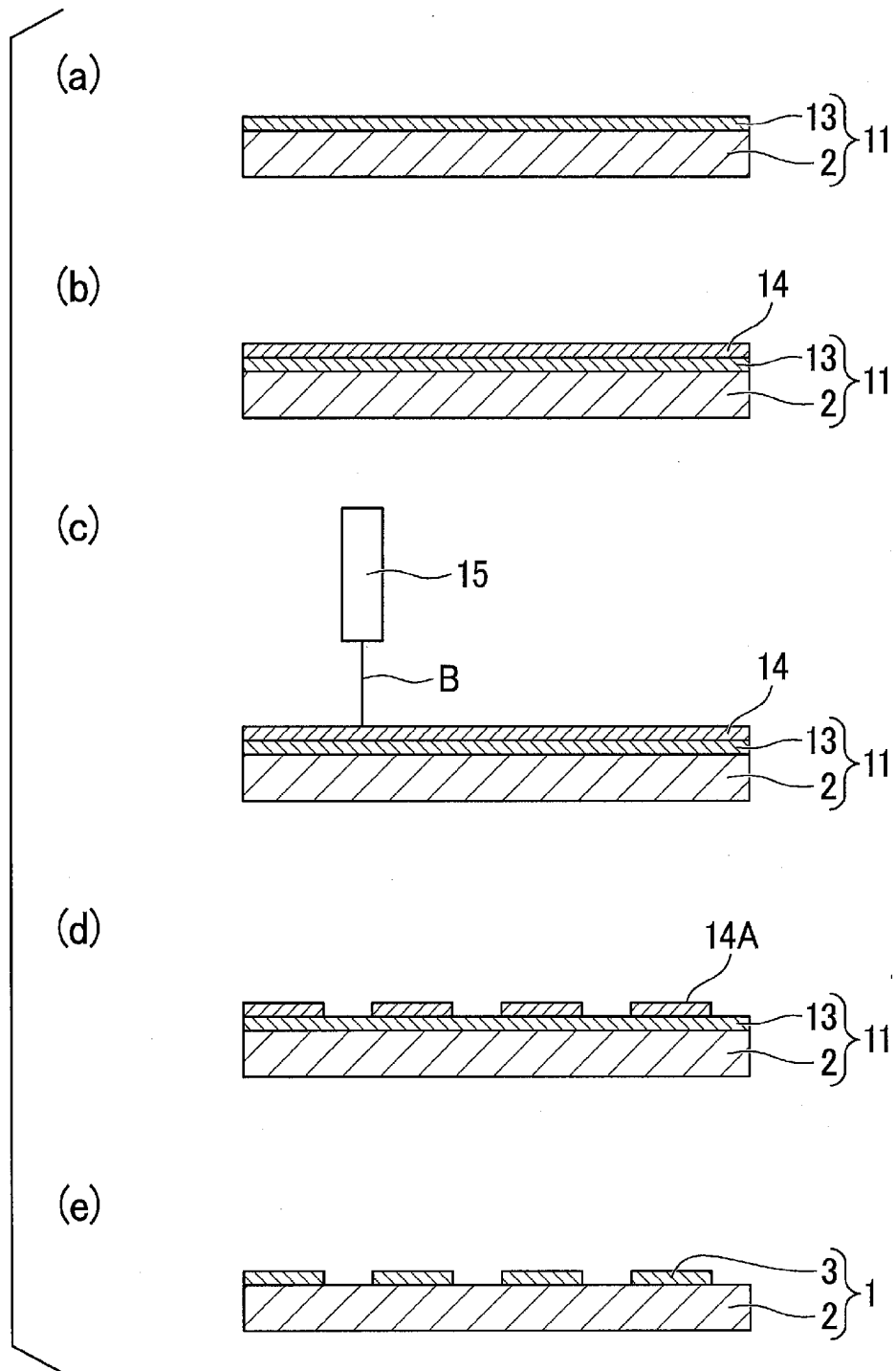
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/025967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F1/70(2012.01)i, G02B5/20(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03F7/20-7/24, G03F9/00-9/02, H01L21/027, H01L21/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	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 Y	JP 2008-185908 A (Nikon Corp.), 14 August 2008 (14.08.2008), paragraphs [0001], [0019], [0027], [0041], [0049], [0053] to [0056], [0065] to [0067], [0071] to [0072]; fig. 1, 8, 14 (Family: none)	1-3, 5, 14 4, 6-13
Y A	JP 2009-251013 A (Hitachi Displays, Ltd.), 29 October 2009 (29.10.2009), paragraph [0080]; fig. 6 & US 2009/0244466 A1 paragraph [0101]; fig. 6	4 1-3, 5-14
Y A	JP 2011-187869 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 22 September 2011 (22.09.2011), paragraph [0028] (Family: none)	4 1-3, 5-14

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
29 September 2017 (29.09.17)

Date of mailing of the international search report
10 October 2017 (10.10.17)

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/JP2017/025967

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2000-100688 A (Fujitsu Ltd.), 07 April 2000 (07.04.2000), paragraphs [0028] to [0031]; fig. 2 (Family: none)	6-13 1-5, 14
Y A	JP 2009-259992 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 05 November 2009 (05.11.2009), paragraph [0069]; fig. 8 (Family: none)	6-13 1-5, 14
A	JP 2001-60546 A (Nikon Corp.), 06 March 2001 (06.03.2001), paragraphs [0074] to [0075]; fig. 14 & US 6366341 B1 specification, column 14, lines 16 to 41; fig. 14 & TW 512444 B & KR 10-2002-0022117 A & SG 83810 A	1-14
A	US 2005/0142458 A1 (MCKENNA LONG & ALDRIDGE LLP), 30 June 2005 (30.06.2005), paragraphs [0030] to [0034]; fig. 2, 3 & US 2009/0297958 A1 & KR 10-2005-0070365 A & KR 10-2005-0068418 A & CN 1637594 A & CN 1979344 A	1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03F1/70(2012.01)i, G02B5/20(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03F7/20-7/24, G03F9/00-9/02, H01L21/027, H01L21/30

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 Y	JP 2008-185908 A（株式会社ニコン）2008.08.14, [0001] 段落、[0019] 段落、[0027] 段落、 [0041] 段落、[0049] 段落、 [0053] - [0056] 段落、[0065] - [0067] 段落、 [0071] - [0072] 段落、図1、図8、図14 (ファミリーなし)	1-3, 5, 14 4, 6-13

☒ 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

29.09.2017

国際調査報告の発送日

10.10.2017

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）

今井 彰

2G

5703

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
Y A	JP 2009-251013 A (株式会社日立ディスプレイズ) 2009. 10. 29, [0080] 段落、図 6 & US 2009/0244466 A1、[0101]段落、FIG. 6	4 1-3, 5-14
Y A	JP 2011-187869 A (凸版印刷株式会社) 2011. 09. 22, [0028] 段落 (ファミリーなし)	4 1-3, 5-14
Y A	JP 2000-100688 A (富士通株式会社) 2000. 04. 07, [0028] - [0031] 段落、図 2 (ファミリーなし)	6-13 1-5, 14
Y A	JP 2009-259992 A (大日本印刷株式会社) 2009. 11. 05, [0069] 段落、図 8 (ファミリーなし)	6-13 1-5, 14
A	JP 2001-60546 A (株式会社ニコン) 2001. 03. 06, [0074] - [0075] 段落、図 14 & US 6366341 B1、明細書第 14 欄第 16 行 - 第 41 行、FIG. 14 & TW 512444 B & KR 10-2002-0022117 A & SG 83810 A	1-14
A	US 2005/0142458 A1 (MCKENNA LONG & ALDRIDGE LLP) 2005. 06. 30, [0030] - [0034] 段落、FIG. 2、FIG. 3 & US 2009/0297958 A1 & KR 10-2005-0070365 A & KR 10-2005-0068418 A & CN 1637594 A & CN 1979344 A	1-14