

(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2011-164268

(P2011-164268A)

(43) 公開日 平成23年8月25日(2011.8.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G03F 7/20 (2006.01)	G03F 7/20 501	2H097
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30 529	5F046
		5F146

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2010-25431 (P2010-25431)
 (22) 出願日 平成22年2月8日 (2010.2.8)

(71) 出願人 000128496
 株式会社オーク製作所
 東京都町田市小山ヶ丘3丁目9番地6
 (74) 代理人 100090169
 弁理士 松浦 孝
 (74) 代理人 100124497
 弁理士 小倉 洋樹
 (74) 代理人 100132045
 弁理士 坪内 伸
 (72) 発明者 奥山 隆志
 東京都町田市小山ヶ丘3丁目9番地6 株
 式会社オーク製作所内
 Fターム(参考) 2H097 AA03 AB05 BB10 CA12 GA04
 LA09 LA10

最終頁に続く

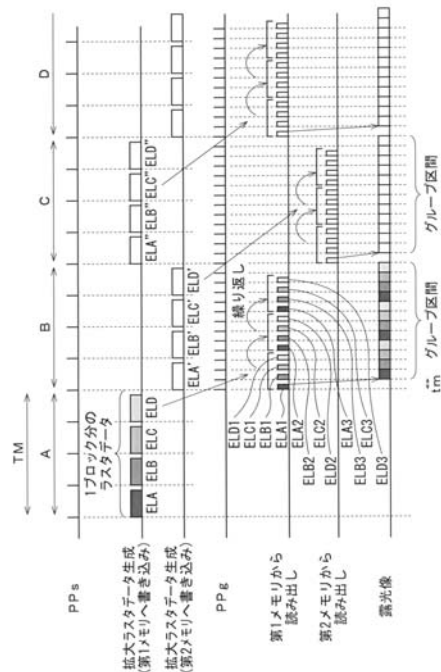
(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【課題】 走査速度の低下、露光ピッチの長さ拡張等することなく、高解像度パターンを形成しながらスループットを向上させる。

【解決手段】 ラスタデータ変換部は、実際の露光エリアよりもデータサイズの大きい4つの拡大ラスタデータELA~ELDをブロックとして生成し、時間間隔TMに従って第1、第2バッファメモリへ交互に格納する。一方、アドレス制御回路は、露光ピッチに応じた露光タイミングに合わせて、第1、第2バッファメモリから露光用ラスタデータELA1~ELD1を交互に読み出す。このとき、露光エリアEAの相対移動に合わせながらブロック毎の露光用ラスタデータ抽出を3回繰り返し、露光用ラスタデータELA1~ELD1、ELA2~ELD2、ELA3~ELD3を、4つの拡大ラスタデータELA~ELDから順に抽出する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光源からの光を変調する複数の空間光変調素子を 2 次元配列させた光変調素子アレイと、
前記光変調素子アレイによる露光エリアを被描画体に対して相対的に移動させる走査手段と、

描画パターンに応じたパターンデータに基づき、露光エリアのデータサイズより大きく、露光動作複数回分のエリアをカバーする少なくとも 1 つの拡大ラスタデータを順次生成し、メモリへ格納するデータ変換手段と、

前記拡大ラスタデータの生成する間の露光エリア移動距離よりも短い露光ピッチに従い、前記メモリに格納された拡大ラスタデータから、露光エリアの相対位置に応じた露光用ラスタデータを、オーバーラップさせながら順次抽出するデータ抽出手段と、

抽出された露光用ラスタデータに基づき、前記複数の空間光変調素子を制御する描画処理手段と

を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記データ変換手段が、単位露光エリア幅より短い露光ピッチに従って順にデータシフトさせた一連の拡大ラスタデータを順次生成し、

前記データ抽出手段が、次の一連の拡大ラスタデータが生成される間、露光エリアの相対位置に合わせて、前記メモリに格納されている一連の拡大ラスタデータから露光用ラスタデータを順に抽出することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】

前記データ抽出手段が、前記一連の拡大ラスタデータに対する露光用ラスタデータ抽出を繰り返し行うことを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記メモリに格納された拡大ラスタデータに基づく露光用ラスタデータ抽出がすべて終了し、次に生成された一連の拡大ラスタデータに基づく露光用ラスタデータ抽出を開始するとき、露光開始位置をシフト補正する補正手段をさらに有することを特徴とする請求項 2 に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記メモリが、別々にラスタデータの書き込み、読み出しが可能な第 1、第 2 メモリを有し、

前記データ変換手段が、前記拡大ラスタデータを前記第 1、第 2 メモリへ交互に格納させることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の露光装置。

【請求項 6】

前記走査手段が、前記露光エリアを、基板に対し斜め方向に沿って相対移動させることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の露光装置。

【請求項 7】

描画パターンに応じたパターンデータに基づき、露光エリアのデータサイズより大きく、露光動作複数回分のエリアをカバーする少なくとも 1 つの拡大ラスタデータを順次生成し、メモリへ格納するデータ変換手段と、

前記拡大ラスタデータの生成する間の露光エリア移動距離よりも短い露光ピッチに従い、前記メモリに格納された拡大ラスタデータから、露光エリアの相対位置に応じた露光用ラスタデータを、オーバーラップさせながら順次抽出するデータ抽出手段と

を備えたことを特徴とする露光装置のデータ処理装置。

【請求項 8】

描画パターンに応じたパターンデータに基づき、露光エリアのデータサイズより大きく、露光動作複数回分のエリアをカバーする少なくとも 1 つの拡大ラスタデータを順次生成し、メモリへ格納するデータ変換手段と、

前記拡大ラスタデータの生成する間の露光エリア移動距離よりも短い露光ピッチに従い

10

20

30

40

50

、前記メモリに格納された拡大ラスタデータから、露光エリアの相対位置に応じた露光用ラスタデータを、オーバーラップさせながら順次抽出するデータ抽出手段と
を機能させることを特徴とする露光装置のプログラム。

【請求項 9】

描画パターンに応じたパターンデータに基づき、露光エリアのデータサイズより大きく、露光動作複数回分のエリアをカバーする少なくとも 1 つの拡大ラスタデータを順次生成し、メモリへ格納し、

前記拡大ラスタデータの生成する間の露光エリア移動距離よりも短い露光ピッチに従い、前記メモリに格納された拡大ラスタデータから、露光エリアの相対位置に応じた露光用ラスタデータを、オーバーラップさせながら順次抽出することを特徴とする露光装置のデータ処理方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、DMD (Digital Micro-mirror Device) など空間光変調デバイスによってパターンを直接描画するマスクレス露光装置に関し、特に、露光データ (ラスタデータ) の生成および描画処理に関する。

【背景技術】

【0002】

DMDなどを備えたマスクレス露光装置では、マイクロミラーなどの光変調素子 (セル) をマトリクス状に 2 次元配列させた空間光変調デバイスを制御して露光動作が行われ、基板の描画面へパターンが直接形成される。具体的には、設計用パターンデータ (ベクタデータなど) が 2 次元配列のラスタデータに変換され、バッファメモリへ一時的に格納された後に DMD へ転送される。DMD では、ラスタデータに基づいて各マイクロミラーが ON/OFF 制御される。これにより、パターン像に応じた光が基板に照射される。

20

【0003】

高精度の 2 次元パターンを形成するため、走査方向を基板方向 (セル配列方向) に対し傾斜させるとともに、マトリクス状に並ぶマイクロミラー群の照明スポットを徐々にシフトさせ、同一の照射エリアに対し 2 次的にオーバーラップさせる露光動作 (多重露光動作) が行われる (例えば、特許文献 1 参照)。

30

【0004】

多重露光動作を行う場合、露光データ生成処理に膨大な時間がかかり、スループットに影響する。このようなデータ処理の負担を軽減するため、例えば、設計用パターンデータを複数のデータに分割し、分割されたデータごとにラスタデータを順次生成する多重露光方法が知られている (特許文献 2 参照)。また、露光対象エリアの相対的移動に合わせて、分割露光データを循環シフトさせる方法も知られている (特許文献 3 参照)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2003 - 50469 号公報

40

【特許文献 2】特開 2004 - 62155 号公報

【特許文献 3】特開 2009 - 157168 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ベクタデータなどのパターンデータからラスタデータへの変換処理、そしてラスタデータの転送処理という一連のデータ処理の流れを基本にした描画処理では、最終的処理となるラスタデータ (露光データ) の転送処理に比べ、その前段階のラスタデータへの変換処理に時間がかかる。特に、高精細なファインパターンの場合その傾向が顕著であり、走査速度、露光ピッチに制限が生じる。ラスタデータ生成途中で露光動作タイミングが来るの

50

を防ぐためには、走査速度を低下させるか、あるいは露光ピッチ（露光動作間隔）を広げる必要性が生じる。

【0007】

しかしながら、走査速度を遅くしてデータ変換処理の時間を確保すると、スループットが低下する。また、露光ピッチを長くしてデータ変換処理の時間を確保すると、多重露光間隔が長くなり、十分な照射量が確保されず、効率よく走査できない。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の露光装置は、パターンを直接形成する露光装置であり、マイクロミラーなど光源からの光を変調する複数の空間光変調素子を2次元配列させた光変調素子アレイと、光変調素子アレイによって規定される投影対象となるエリア（以下、露光エリアという）を被描画体に対して相対的に移動させる走査手段とを備える。

【0009】

DMD、LCDなどの光変調素子アレイは、光源からの照明光をパターンに応じて被描画体へ導き、マイクロミラー、液晶素子など照明光を被描画体もしくは被描画体外へ選択的に導く複数の空間光変調素子（セル）によって構成される。走査手段は、例えば、間欠的に露光エリアを相対移動させるステップ&リピート方式、あるいは連続移動させる連続移動方式などが適用可能である。微細なパターンを形成するため、走査手段は、露光エリアを、基板方向（セルの照射エリア配列方向）に対し斜め方向に沿って相対移動させてもよい。

【0010】

本発明の露光装置は、さらに、データ変換手段およびデータ抽出手段、そして描画処理手段を備える。データ変換手段は、描画パターンに応じたパターンデータに基づき、少なくとも1つの拡大ラスタデータを順次生成し、バッファメモリなどのメモリへ格納する。ただし、拡大ラスタデータは、露光エリアよりデータサイズが大きく、露光動作複数回分のエリアをカバーするラスタデータを表す。メモリが2つ用意されている場合、データ変換手段は、拡大ラスタデータを第1、第2メモリへ交互に格納することが可能である。

【0011】

データ変換処理、メモリ特性、データ転送特性などの事情により、拡大ラスタデータの生成する間に露光エリアが移動する距離よりも、露光動作間隔である露光ピッチの方が短い。別の言い方をすれば、拡大ラスタデータの生成時間間隔よりも、露光動作時間間隔のほうが短い露光条件が発生することがある。

【0012】

このような条件の下、本発明のデータ抽出手段は、メモリに格納された拡大ラスタデータから、露光エリアの相対位置に応じた露光用ラスタデータを、オーバーラップさせながら順次抽出する。すなわち、すでにメモリに格納されている拡大ラスタデータを用いて、露光エリアの相対移動に合わせて全体的に徐々にデータシフトさせながら露光用ラスタデータを何度もメモリから読み出す。そして、描画処理手段は、抽出された露光用ラスタデータに基づき、複数の空間光変調素子を制御する。

【0013】

本発明では、拡大ラスタデータ生成と露光用ラスタデータ抽出、転送が別々に、独立して実行される。新たな拡大ラスタデータが生成されている途中で露光エリアが露光位置に到達しても、すでに用意された拡大ラスタデータに基づいて露光用ラスタデータを作成することが可能であり、また、オーバーラップさせるように全体的データシフトによって露光用ラスタデータを抽出するため、短い露光ピッチによる露光を実現できる。

【0014】

その結果、露光ピッチ間隔を狭めながら走査速度を早めても、露光エリアの相対位置に適合するラスタデータを順次漏れなくメモリから読み出すことが可能となる。複数回露光動作を実行した時には次の拡大ラスタデータが生成されており、次の露光動作へ移行することができる。

10

20

30

40

50

【0015】

走査速度を維持しながらオーバーラップ回数をできる限り多く設定することを考慮すると、一度生成した拡大ラスタデータを出来る限り有効利用することが望ましい。そのため、データ変換手段は、単位露光エリア幅より短い露光ピッチに従って順にデータを全体的にシフトさせた一連の拡大ラスタデータ（1ブロックの拡大ラスタデータ）を順次生成するように構成してもよい。

【0016】

この場合、データ抽出手段は、次の一連の拡大ラスタデータが生成されている間、露光エリアの相対位置に合わせて、メモリに格納されている一連の拡大ラスタデータから露光用ラスタデータを順に抽出すればよい。

10

【0017】

また、拡大ラスタデータ生成に時間がかかる場合、データ抽出手段が、一連の拡大ラスタデータに対する露光用ラスタデータ抽出を繰り返し行う、すなわち、ブロック内で順次露光用ラスタデータ抽出することを周期化（グループ化）するのが望ましい。この場合、できるだけ広いデータサイズ幅をもつ拡大ラスタデータが用意される。

【0018】

また、オーバーラップ露光をより分散させるため、メモリに格納された拡大ラスタデータに基づく露光用ラスタデータ抽出がすべて終了し、次に生成された一連の拡大ラスタデータに基づく露光用ラスタデータ抽出を開始するとき、露光開始位置をシフト補正する補正手段を設けてもよい。

20

【0019】

本発明の露光データ処理装置は、描画パターンに応じたパターンデータに基づき、露光エリアのデータサイズより大きく、露光動作複数回分のエリアをカバーする少なくとも1つの拡大ラスタデータを順次生成し、メモリへ格納するデータ変換手段と、拡大ラスタデータの生成する間の露光エリア移動距離よりも短い露光ピッチに従い、メモリに格納された拡大ラスタデータから、露光エリアの相対位置に応じた露光用ラスタデータを、オーバーラップさせながら順次抽出するデータ抽出手段とを備えたことを特徴とする。

【0020】

本発明のプログラムは、描画パターンに応じたパターンデータに基づき、露光エリアのデータサイズより大きく、露光動作複数回分のエリアをカバーする少なくとも1つの拡大ラスタデータを順次生成し、メモリへ格納するデータ変換手段と、拡大ラスタデータの生成する間の露光エリア移動距離よりも短い露光ピッチに従い、メモリに格納された拡大ラスタデータから、露光エリアの相対位置に応じた露光用ラスタデータを、オーバーラップさせながら順次抽出するデータ抽出手段とを機能させることを特徴とする。

30

【0021】

本発明の露光データ処理方法は、描画パターンに応じたパターンデータに基づき、露光エリアのデータサイズより大きく、露光動作複数回分のエリアをカバーする少なくとも1つの拡大ラスタデータを順次生成し、メモリへ格納し、拡大ラスタデータの生成する間の露光エリア移動距離よりも短い露光ピッチに従い、メモリに格納された拡大ラスタデータから、露光エリアの相対位置に応じた露光用ラスタデータを、オーバーラップさせながら順次抽出することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、走査速度の低下、露光ピッチの長さ拡張等することなく、高解像度パターンを形成しながらスループットを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本実施形態である描画装置を模式的に示した斜視図である。

【図2】露光ヘッドの内部構成を示した図である。

【図3】描画装置に設けられた描画制御部のブロック図である。

50

【図4】ラスタ変換部において生成されるラスタデータを示した図である。

【図5】露光データ処理のタイミングチャートを示した図である。

【図6】抽出される露光用ラスタデータを順に示した図である。

【図7】1つのセル領域内におけるオーバーラップ露光の分布を示した図である。

【図8】1つのセル領域内におけるオーバーラップ露光の分布を示した図である。

【図9】1つのセル領域内におけるオーバーラップ露光の分布を示した図である。

【図10】1つのセル領域内におけるオーバーラップ露光の分布を示した図である。

【図11】ラスタデータ変換に関する処理を示したフローチャートである。

【図12】露光用ラスタデータ抽出に関する処理を示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下では、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【0025】

図1は、本実施形態である描画装置を模式的に示した斜視図である。図2は、光源ランプ、露光ヘッドの内部構成を示した図である。

【0026】

描画装置（露光装置）10は、フォトリソなどの感光材料を塗布あるいは貼り付けた基板SWに直接パターンを形成するマスクレス露光装置であって、ゲート状構造体12、基台14を備える。描画装置10では、描画制御部（ここでは図示せず）によって露光動作が実行、制御される。描画制御部には、モニタ、キーボードなどの入力装置（ここでは図示せず）が接続されており、オペレータの操作に従って描画処理が行われる。

【0027】

ゲート状構造体12には、光源ランプ20a、20bと、露光ヘッド20₁、20₂が配設されている。所定間隔を空けて配置される露光ヘッド20₁、20₂は、光源ランプ20a、20bからの光に基づいて基板SWを照射し、基板SWの表面にパターンを形成する。露光ヘッド20₁は、DMD24₁を備え（図2参照）、露光ヘッド20₂も同様の構成になっている。ゲート状構造体12のガイド31に設置されている観察手段AC（CCDカメラなど）は、基板変形検出のため、基板SWに形成されたアライメントマークを撮影する。

【0028】

基台14には、描画テーブル18を支持するX-Yステージ機構56が搭載され、描画テーブル18上に基板SWが設置される。矩形の基板SWは、例えばシリコンウェハ、プリント基板、ドライフィルム、ガラス基板、銅貼積層板などの電子回路用基板であり、プリベイク処理、フォトリソの塗布等の処理が施されたブランクスの状態で描画テーブル18に搭載される。

【0029】

基板SW、すなわち描画テーブル18には、互いに直交なX-Y-Z座標系が規定されており、描画テーブル18はX、Y方向に沿って移動可能である。また、描画テーブル18はZ軸周りに回転可能であって、基板送り方向が調整される。ここでは、X方向を主走査方向（走査方向）、Y方向を副走査方向と規定する。

【0030】

図2に示すように、光源ランプ20aは、紫外光などの照明光を放射する放電ランプ21を備え、リフレクタ22によって放射される光が照明光学系23へ導かれる。照明光学系23によって平行光に成形された照明光は、平面ミラー25、ハーフミラー27を経てDMD24₁に導かれる。DMD24₁は、数μm～数十μmの微小矩形形状マイクロミラーをマトリクス状に2次元配列させた光変調素子アレイであり、ここでは1024×768のマイクロミラーによって構成される。

【0031】

DMD24₁では、露光データに基づいて、各マイクロミラーがそれぞれ選択的にON/OFF制御される。ON状態のマイクロミラーにおいて反射した光は、ミラー27を介

10

20

30

40

50

して投影光学系 28 へ導かれる。そして、ON 状態ミラーからの反射光によって形成される光束、すなわちパターン像の光が基板 SW に照射される。

【0032】

基板 SW が走査方向 (X 方向) に沿って移動するのに伴い、DMD 24₁ によって規定される投影領域 (以下、露光エリアという) が基板 SW に対して相対的に移動する。ここでは、露光方式として多重露光方式が適用されており、描画テーブル 18 が移動する間、オーバーラップ露光するような露光ピッチでマイクロミラーが ON/OFF 制御される。

【0033】

また、基板 SW は、走査方向 Y に対し微小角度だけ斜め方向を向いた状態で描画テーブル 18 に配置されている。そのため、描画テーブル 18 が走査方向に沿って移動するとき、露光エリアは基板 SW の長手方向に対し斜め方向に相対移動する。

10

【0034】

基板 SW を副走査方向 (Y 方向) にシフトさせながら露光ヘッド 20₁、20₂ による露光動作が走査方向 (X 方向) に沿って続けられることにより、基板全体にパターンが形成されていく。描画処理が終了すると、現像処理、エッチング又はメッキ、レジスト剥離処理などの後処理が施され、パターンを形成した基板が製造される。

【0035】

図 3 は、描画装置に設けられた描画制御部のブロック図である。

【0036】

描画制御部 50 は、外部のワークステーション (図示せず) と接続され、露光制御部 52 を備える。露光制御部 52 は、キーボード 50C からの操作信号に基づいて描画処理全体を制御し、DMD 駆動回路 59、アドレス制御回路 57、描画テーブル制御回路 53、光源 20a、20b の発光を制御する光源制御回路 61 などの回路へ制御信号を出力する。描画処理を制御するプログラムは、あらかじめ露光制御部 52 内の ROM (図示せず) に格納されている。

20

【0037】

ワークステーション (図示せず) から露光制御部 52 に入力されるパターンデータは、描画パターンの位置情報をもつベクタデータ (CAD/CAM データ) であり、基板 SW に規定される X-Y 座標系に基づく位置座標データとして表される。ラスタ変換部 51 に入力されたベクタデータは、2次元ドットデータ (ON/OFF データ) であるラスタデータに変換される。

30

【0038】

生成されたラスタデータは、第 1 バッファメモリ 58A、第 2 バッファメモリ 58B へ交互に格納される。一時的に格納されたラスタデータは、アドレス制御回路 57 からの制御信号に従って読み出され、DMD 駆動回路 59 へ送られる。

【0039】

DMD 駆動回路 59 は、露光データとして送られてくるラスタデータに基づき、露光制御部 52 からのタイミング信号に合わせて DMD 24₁、24₂ の各マイクロミラーを ON/OFF 制御する。描画テーブル 18 が移動する間、露光エリアの相対位置に応じたラスタデータに従って DMD 24₁、24₂ が制御される。

40

【0040】

描画テーブル制御回路 53 は、駆動回路 54 を介してモータ (図示せず) を備えた X-Y ステージ機構 56 を制御し、これによって描画テーブル 18 の移動速度、基板送り方向等が制御される。位置検出センサ 55 は、描画テーブル 18 の位置、すなわち基板 SW における露光エリアの相対位置を検出する。

【0041】

CCD センサ AC によって得られた画像信号は、画像処理部 62 において画像処理された後、露光制御部 52 へ送られる。露光制御部 52 は、画像信号に基づいてアライメントマークの位置を検出する。観察手段制御部 60 は、CCD センサ AC を駆動する。

【0042】

50

図4は、ラスタ変換部において生成されるラスタデータを示した図である。図4を用いて、1つの露光ヘッドに関するラスタデータの構造について説明する。

【0043】

本実施形態では、ラスタ変換処理によって4つのラスタデータ $E L A \sim E L D$ をシリーズで生成し、これらのラスタデータ $E L A \sim E L D$ を、第1バッファメモリ58A(第2バッファメモリ58B)の4つのメモリ領域に格納する。各ラスタデータは、基板 $S W$ 上を相対移動する露光エリア $E A$ の幅 $E L$ に応じたデータサイズ $E L S$ よりも大きいデータサイズをもつように構成されている(以下、拡大ラスタデータという)。

【0044】

具体的には、単位露光エリア $E a$ の走査方向幅 m に応じたデータ幅 M を基準としたとき、拡大ラスタデータ $E L A$ のデータサイズ $S M$ は、露光エリア $E A$ のデータサイズ $E L F$ よりも $6 M$ だけデータ幅が大きい。ただし、単位露光エリア $E a$ は、1個のミラー(セル)の投影領域を示す。他の拡大ラスタデータ $E L B \sim E L D$ も同様のデータサイズ $S M$ もっている。

【0045】

本実施形態では、単位露光エリア幅 m より短い $0.75 m$ を露光ピッチとして露光動作を行う。一連の拡大ラスタデータ $E L A \sim E L D$ は、露光ピッチ $0.75 m$ に応じたデータ幅 $0.75 M$ だけ順番にデータシフトさせたデータとして構成されており、拡大ラスタデータ $E L A \sim E L D$ が露光ピッチに合わせて順に利用される。

【0046】

露光動作中、拡大ラスタデータ $E L A \sim E L D$ は部分的に露光データとして使用される。すなわち、第1バッファメモリ58A(第2バッファメモリ58B)に拡大された拡大ラスタデータ $E L A \sim E L D$ のうち、露光エリア $E A$ の相対位置に該当するラスタデータ(以下、露光用ラスタデータという)を順番に抽出する。

【0047】

そして、4つの露光用ラスタデータの読み出しが終了し、露光エリア $E A$ が $3 m$ だけ走査方向に進むと、今度は、それぞれデータ幅 $3 M$ だけ全体的にデータシフトさせた露光用ラスタデータが、拡大ラスタデータ $E L A \sim E L D$ から抽出される。露光用ラスタデータが抽出されると、さらに、データ幅 $3 M$ だけ全体的にデータシフトさせた露光用ラスタデータが抽出される。図4には、拡大ラスタデータ $E L A$ から順に抽出される露光用ラスタデータ $E L A 1$ 、 $E L A 2$ 、 $E L A 3$ が図示されている。

【0048】

このようなブロック単位の露光用ラスタデータ読み出しが三回繰り返されると、新たに生成された一連の拡大ラスタデータをブロック単位として次の露光動作が行われる。

【0049】

図5は、露光データ処理のタイミングチャートを示した図である。図6は、抽出される露光用ラスタデータを順に示した図である。

【0050】

図5に示すように、1ブロック分の拡大ラスタデータは、所定の時間間隔 $T M$ に従って生成される。この時間間隔 $T M$ は、ラスタ変換部51のデータ変換処理機能、第1、第2バッファメモリ58A、58Bへのデータ書き込み時間などに起因して定められる。期間Aでは、1ブロック分の拡大ラスタデータ $E L A \sim E L D$ が順に生成され、第1バッファメモリ58Aに格納されていく。

【0051】

期間Bでは、拡大ラスタデータ $E L A \sim E L D$ に基づき、露光用ラスタデータ $E L A 1$ 、 $E L B 1$ 、 $E L C 1$ 、 $E L D 1$ が第1バッファメモリ58Aから読み出される。露光用ラスタデータ読み出しが一巡すると、露光用ラスタデータ $E L A 1$ 、 $E L B 1$ 、 $E L C 1$ 、 $E L D 1$ に対して $3 M$ だけ全体シフトさせたラスタデータ $E L A 2 \sim E L D 2$ が続けて抽出される。露光用ラスタデータの読み出しが一巡すると、さらに $3 M$ だけ全体的にデータシフトさせた露光用ラスタデータ $E L A 3 \sim E L D 3$ の読み出しが行われる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 2 】

その結果、露光ピッチ 0.75 m に従い、同一ブロック（時間間隔 T_M の間に生成された一連の拡大ラスタデータ）を対象とするオーバーラップ露光が合計 12 回実行される。 $P P g$ は、露光ピッチに応じた時間間隔 t_m のタイミングを表す。 $P P s$ は、基板 $S W$ に規定される単位露光エリア $E a$ の配列に合わせたグリッド（以下、基準グリッドという）に一致するタイミングを示し、4 回オーバーラップ露光が行われる度に、露光エリアの位置が基準グリッドに合わせられる。

【 0 0 5 3 】

このようなブロック毎の露光用ラスタデータ抽出が 3 回繰り返される間、新たな拡大ラスタデータ $E L A'$ 、 $E L B'$ 、 $E L C'$ 、 $E L D'$ が順に生成される。期間 B のオーバーラップ露光中、露光エリア $E A$ は 9 m だけ相対移動している。この露光エリア移動距離 M に基づき、拡大ラスタデータ $E L A' \sim E L D'$ は、前回生成された拡大ラスタデータ $E L A \sim E L D$ と比べ、データ幅 9 M だけそれぞれ全体的にシフトさせた拡大ラスタデータであり、第 2 バッファメモリ $58 B$ に格納される。

10

【 0 0 5 4 】

期間 C では、第 2 バッファメモリ $32 B$ に格納された拡大ラスタデータ $E L A' \sim E L D'$ に基づき、露光用ラスタデータが読み出される。ブロック毎の露光用ラスタデータ抽出が 3 回繰り返されると同時に、次の拡大ラスタデータ $E L A'' \sim E L D''$ が生成され、第 1 バッファメモリ $58 A$ に格納される。

【 0 0 5 5 】

このように、ラスタデータ生成に用意される時間間隔 T_M に従い、ブロックを単位とする 4 つの拡大ラスタデータが、第 1 バッファメモリ $58 A$ 、第 2 バッファメモリ $58 B$ へ交互に格納される。それと同時に、すでに生成されている 4 つの拡大ラスタデータに対する露光用ラスタデータ抽出がこの期間において 3 回繰り返される。

20

【 0 0 5 6 】

なお、同一ブロックから抽出される一連の露光用ラスタデータを 1 グループと定めた場合、グループが切り替わる度に（一連の拡大ラスタデータが新たに生成、格納される度に）露光位置が補正される。露光位置の補正（以下、グループ補正という）については、以下説明する。

【 0 0 5 7 】

図 7 ~ 図 10 は、1 つのセル領域内におけるオーバーラップ露光の分布を示した図である。図 7 ~ 図 10 を用いて、セル領域内における露光点分布とグループ補正について説明する。

30

【 0 0 5 8 】

基板 $S W$ には、 $X - Y$ 座標系に従って基準グリッド P が規定されている。基準グリッド P は、単位露光エリア $E a$ の幅に合わせたグリッドサイズをもち、露光タイミングの基準位置に該当する。以下、基板 $S W$ 上の 1 つのセル領域 $S P$ に対して行われる露光動作について説明する。

【 0 0 5 9 】

図 7 には、基準グリッド P のセル領域 $S P$ と単位露光エリア $E a$ の位置が合致している状態を示している。このとき、セル領域 $S P$ の基準点 $C S$ と単位露光エリア $E a$ の基準点 $C P 1$ は一致する。

40

【 0 0 6 0 】

露光ピッチ $K T$ は、上述したように 0.75 m に定められており、露光エリア $E A$ が 0.75 m だけ移動すると、単位露光エリア $E a$ の一部がセル領域 $S P$ に収まる。ただし、上述したように、基板 $S W$ はミラー配列方向、すなわち単位露光エリア $E a$ の配列方向に対して斜め方向に移動するため、基準点 $C P 1$ は Y 方向にずれていく。

【 0 0 6 1 】

さらに 0.75 m （合計 1.5 m ）だけ露光エリア $E A$ が移動すると、その左隣にあった単位露光エリア $E a'$ がセル領域 $S P$ と部分的に重なり、基準点 $C P 2$ に基づいたミラ

50

一の ON/OFF 制御が行われる。さらに 0.75 m (合計 2.25 m) だけ露光エリア EA が移動すると、その左隣の単位露光エリア E a " がセル領域 SP と部分的に重なり、基準点 CP 3 に基づくミラー制御が行われる。

【0062】

このように、ブロック内での露光用ラスタデータによる露光動作が最初に一巡すると (4 回露光動作が行われると)、走査方向に沿って 0.25 m ずつシフトしながら単位露光エリアがセル領域 SP 内でオーバーラップする。2 巡目の露光動作開始のとき、セル領域 SP とさらに左の単位露光エリア E a " ' の基準点 CP 5 とが一致する (図 8 参照)。3 巡目の露光動作が終了、すなわち 1 グループ分の露光動作 (12 回の露光動作) が終了すると、次のグループの露光動作が行われる。

10

【0063】

次のグループ、すなわち、新たに生成された一連の拡大ラスタデータに基づく露光動作を開始するとき、単位露光エリア EA の基準位置 CP 13 を k だけシフト (補正) する。これにより、単位露光エリアのセル領域 SP に対するオーバーラップ領域が前回のグループから 0.125 m ずつ X, Y 方向に沿って移動し、オーバーラップの分布範囲が分散する。ここでは、k = 0.125 m に定められている。

【0064】

1 グループ分の露光動作が終了すると、次のグループの露光動作時には、露光位置がさらに k だけシフトされる。このようにグループ切替の度に露光位置をシフト補正することにより、セル領域 SP 内でオーバーラップ領域が X, Y 方向に沿って徐々に移動し、均等に分散したオーバーラップ露光が 1 つの露光対象エリア SP に対して実現される (図 10 参照)。

20

【0065】

図 11 は、ラスタデータ変換に関する処理を示したフローチャートである。図 12 は、露光用ラスタデータ抽出に関する処理を示したフローチャートである。図 11、12 を用いて、ラスタデータ変換処理、露光用ラスタデータ抽出処理を別々に独立して行う露光制御処理について説明する。

【0066】

ステップ S 101 では、同一グループ期間による露光動作を行う時間間隔 TM (図 5 参照) 内であるか否かが判断される。同一グループ期間内では、1 ブロック分、すなわち 4 つの拡大ラスタデータを生成する処理が実行される (S 102)。4 つの拡大ラスタデータがすべて生成されるまで、ステップ S 102 が繰り返し実行される (S 103)。

30

【0067】

すべての拡大ラスタデータが生成されると (S 103)、バッファメモリの切替が行われる (S 105)。その結果、新たな 1 ブロック分の拡大ラスタデータを生成するとき、第 1 バッファメモリ 58 A、第 2 バッファメモリ 58 B のうち使用されていなかった他方のメモリに対し、一連の拡大ラスタデータが順次格納される。描画処理が終了すると、ラスタデータ変換処理が終了する (S 104)。

【0068】

一方、図 12 のステップ S 201 では、第 1 バッファメモリ 58 A、もしくは第 2 バッファメモリ 58 B に格納された一連の拡大ラスタデータから、露光エリアの相対位置に応じた露光用ラスタデータが抽出される。そして、露光ピッチ KT (= 0.75 m) のタイミング信号に合わせて露光用ラスタデータが DMD へ転送される (S 202)。

40

【0069】

ステップ S 203 では、露光ピッチ KT だけ露光エリアが移動しているか判断される。露光ピッチ分の移動があると判断されると、次の拡大ラスタデータから露光用ラスタデータが抽出され、DMD へ転送される (S 204)。1 ブロックの 4 つの拡大ラスタデータに基づく露光用ラスタデータ抽出、読み出しが終了まで、ステップ S 201 ~ S 204 が繰り返し実行される (S 205)。1 ブロック分の露光用ラスタデータ抽出が終了すると、4 つの拡大ラスタデータに対し、それぞれ 3 M だけデータシフトさせた領域から露光用

50

ラスタデータを抽出することが決定される (S 2 0 6) 。

【 0 0 7 0 】

ステップ S 2 0 7 では、1 グループに対する露光用ラスタデータ抽出が終了したか否かが判断される。1 グループの露光用ラスタデータ抽出が終了すると、新たに生成された一連の拡大ラスタデータから露光用ラスタデータを抽出するため、バッファメモリが切り替えられる (S 2 0 8) 。さらに、グループ補正が行われる (S 2 0 9) 。すなわち、露光開始タイミングが k (= 0 . 1 2 5 m) だけシフトされる。描画が終了するまでステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 9 が繰り返し実行される。

【 0 0 7 1 】

このように本実施形態によれば、ラスタデータ変換部 5 1 は、実際の露光エリアよりもデータサイズの大きい 4 つの拡大ラスタデータをブロックとして生成し、時間間隔 T M に従って第 1、第 2 バッファメモリ 5 8 A、5 8 B へ交互に格納する。拡大ラスタデータ各々は、単位露光エリア E a のデータ幅 m を基準としたときの露光ピッチ K T = 0 . 7 5 m に従って順にシフトさせたデータ構造になっている。

【 0 0 7 2 】

一方、アドレス制御回路 5 7 は、露光ピッチ K T に応じた露光タイミングに合わせて、第 1、第 2 バッファメモリ 5 8 A、5 8 B から露光用ラスタデータを交互に読み出す。このとき、露光エリア E A の相対移動に合わせながら、露光用ラスタデータを 4 つの拡大ラスタデータから順に抽出する。1 ブロック内の露光用ラスタデータ抽出が一巡すると、さらに露光用ラスタデータ抽出を 2 度繰り返し行う。このとき、露光エリア E A の相対移動に従い、3 M、6 M だけデータシフトさせた露光用ラスタデータが抽出される。

【 0 0 7 3 】

ブロック内での露光用ラスタデータ抽出を 3 回繰り返している間 (1 グループ間の露光用ラスタデータ抽出中)、ラスタデータ変換部 5 1 は、次のブロックを構成する一連の拡大ラスタデータを生成し、いずれかのバッファメモリへ格納する。1 グループの露光用ラスタデータ抽出がすべて終了すると、次のグループに基づく露光用ラスタデータ抽出、描画処理が開始される。このとき、露光タイミングが k (= 0 . 1 2 5 m) だけシフト補正される。

【 0 0 7 4 】

本実施形態では、従来のように露光エリアの相対移動に合わせて順次ラスタデータを生成、メモリへ格納、そしてメモリから読み出しを行うのではなく、あらかじめデータサイズの大きな複数のラスタデータが用意され、ラスタデータの生成処理と露光動作制御処理が切り分けて実行される。そして、バッファメモリからのデータ読み出し領域を順次オーバーラップシフトしながら、ブロック周期で繰り返し替えし露光動作を実行する。

【 0 0 7 5 】

拡大ラスタデータ生成する時間間隔 T M は、露光用ラスタデータの抽出、転送時間 t m よりも長く設定されているが、本実施形態の構成により、ラスタデータ生成に十分時間を確保することができるとともに、走査速度の低下、露光ピッチの拡張なくきめ細かいオーバーラップ露光が可能となり、スループットを向上させながら、高解像度で微細パターンを形成することができる。

【 0 0 7 6 】

例えば、拡大ラスタデータ生成に約 0 . 1 ~ 1 . 0 (m s) 必要とする一方、露光用ラスタデータ抽出、転送にかかる時間はせいぜい 0 . 0 5 ~ 0 . 1 (m s) であり、ラスタデータ生成の方が平均的に 2 ~ 3 倍以上時間がかかる。通常、ラスタデータ生成時間は、ラスタデータ転送時間を越える。

【 0 0 7 7 】

本実施形態では、ラスタデータ生成処理と露光用データ転送処理が別々に制御されるため、このタイムラグを解消するための走査速度低下、露光ピッチ拡大の措置をとる必要がない。なお、データサイズの大きい拡大ラスタデータを生成するための時間ロスは、ほとんど生じない。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 8 】

また、グループが切り替わる、すなわち使用されるバッファメモリの切替が行われる度にグループ補正処理を行うため、1つの露光対象セル領域に対し、分散したオーバーラップ露光が実現可能となる。

【 0 0 7 9 】

露光ピッチ（拡大ラスタデータのシフト量）、ブロックを構成する拡大ラスタデータの数は、それぞれ任意に設定可能であり、走査速度、必要とされるパターン解像度、ラスタデータ生成、転送処理時間などに基づいて定められる。露光ピッチ $K T$ が単位露光エリア $E a$ のセルサイズ m より小さく設定される場合、1つのブロックの露光動作回数（上記実施形態では4回）の間に露光エリア $E A$ が移動する移動量が整数倍になる条件を満たす必要がある。露光ピッチ $K T$ は、以下の式で求められる。

$$K T = N \times (m / D V) \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

ただし、 N は整数、 $D V$ は拡大ラスタデータのブロックを構成する数を表す。なお、セルサイズ m より大きい値であってもよい。

【 0 0 8 0 】

本実施形態では、複数の拡大ラスタデータから成るブロックを基調として露光用ラスタデータの抽出を行っているが、1つの拡大ラスタデータから、露光用ラスタデータを順にオーバーラップシフトさせて抽出するように構成してもよい。例えば、ラスタデータ生成中の露光エリア移動距離（上記実施形態では $9 m$ ）に比べて短い露光ピッチに対し、所定のデータ幅でシフトさせながら露光用ラスタデータを抽出すればよい。また、ブロック化する構成であっても、ブロック単位の露光用ラスタデータを繰り返し行わない構成（一巡するだけ）にしてもよい。

【 0 0 8 1 】

パターン解像度、パターン形成方向などを考慮し、走査方向を斜めに設定しなくてもよい。また、ベクタデータ以外のパターンデータを作成するように構成してもよい。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 2 】

- 1 0 描画装置
- 5 1 ラスタ変換部
- 5 2 露光制御部
- 5 7 アドレス制御回路
- 5 8 A 第1バッファメモリ
- 5 8 B 第2バッファメモリ
- E L A 拡大ラスタデータ
- E L A 1 露光用ラスタデータ
- K T 露光ピッチ
- E a 単位露光エリア
- E A 露光エリア
- m 単位露光エリア幅

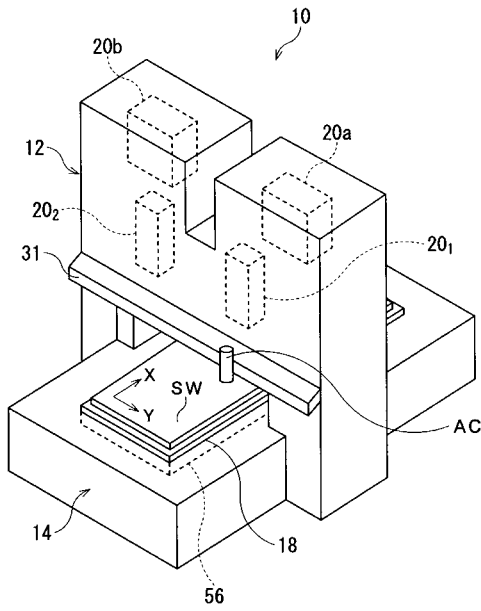
10

20

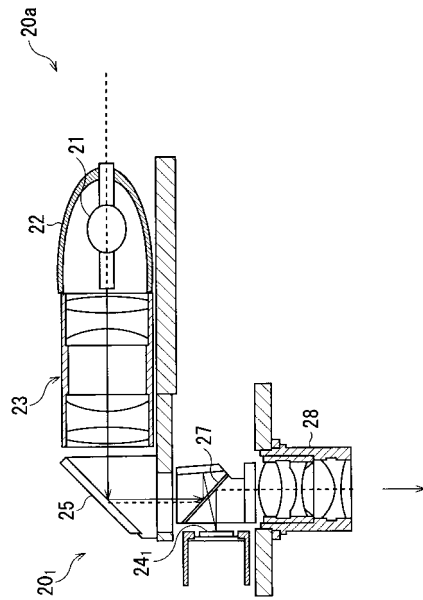
30

40

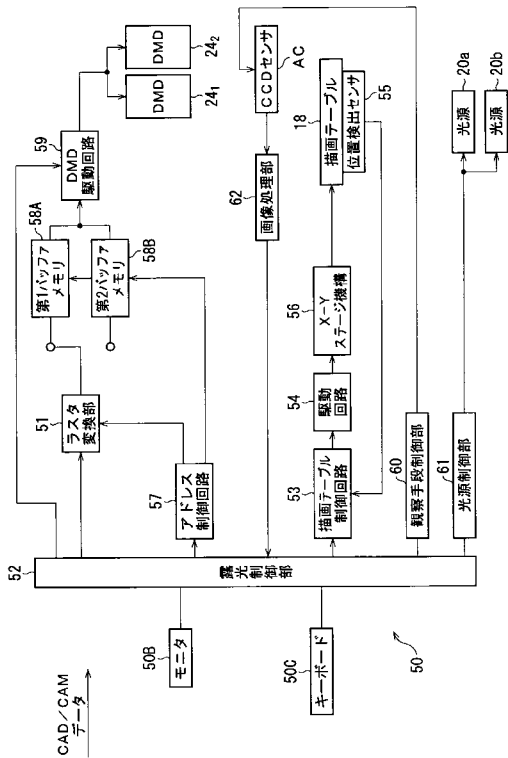
【図1】



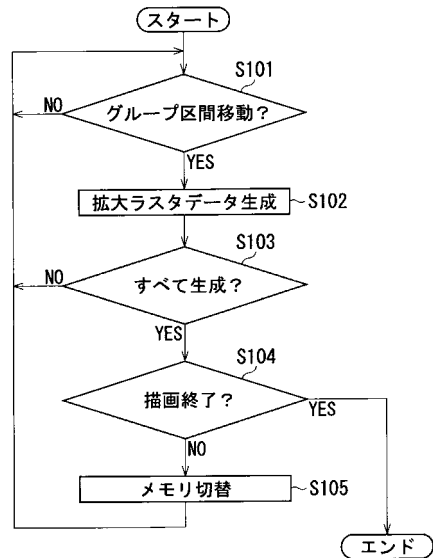
【図2】



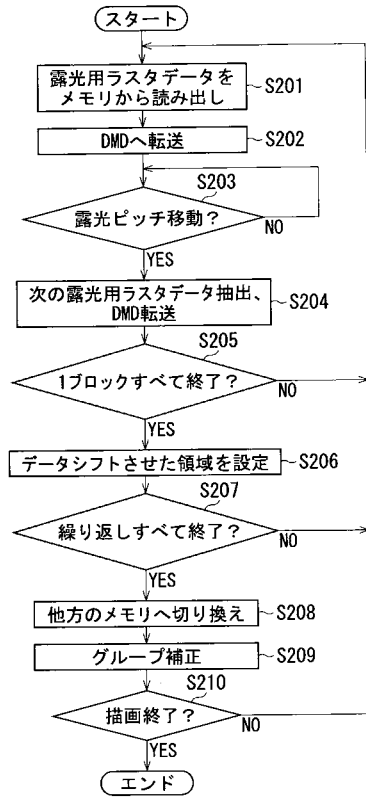
【図3】



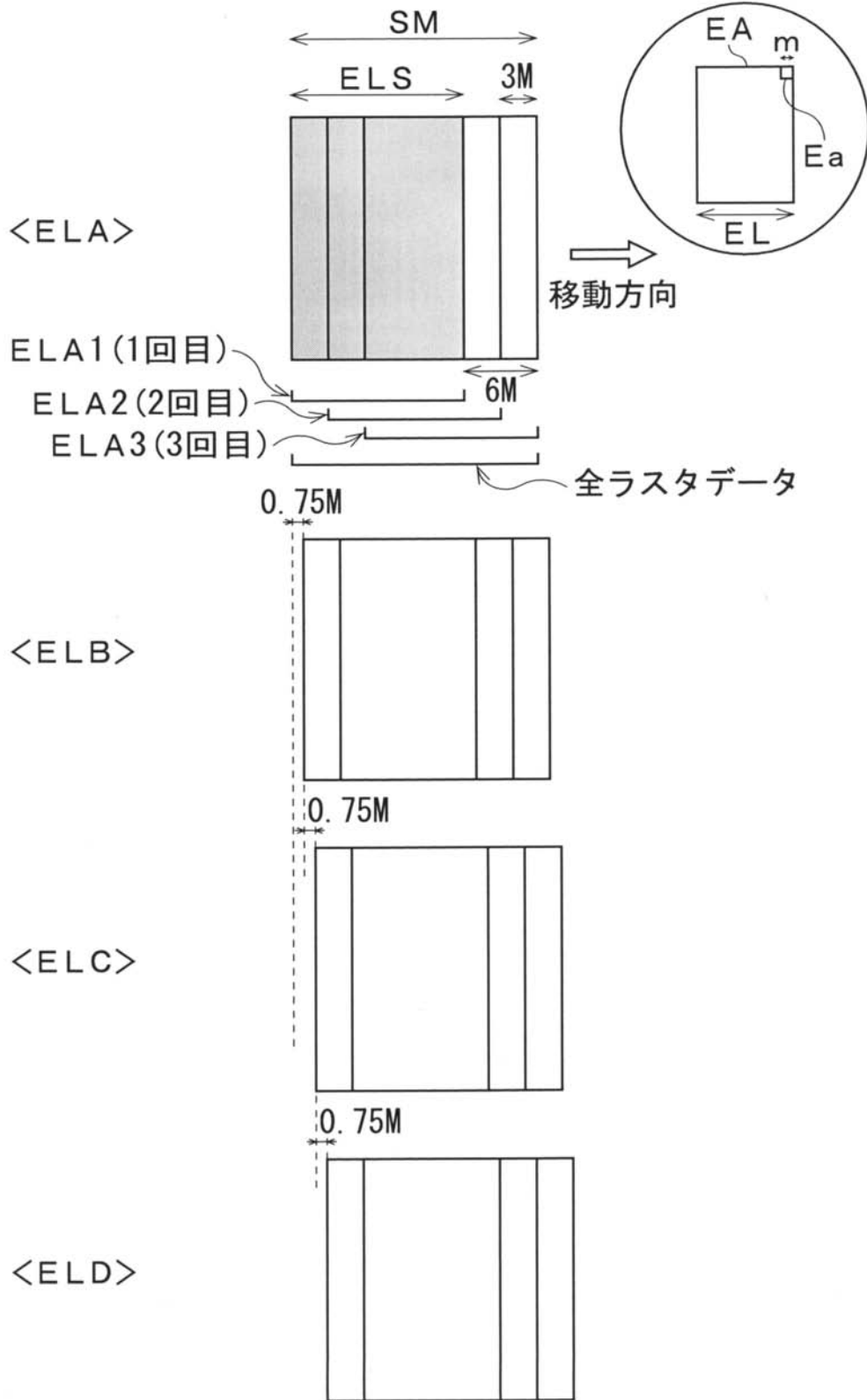
【図11】



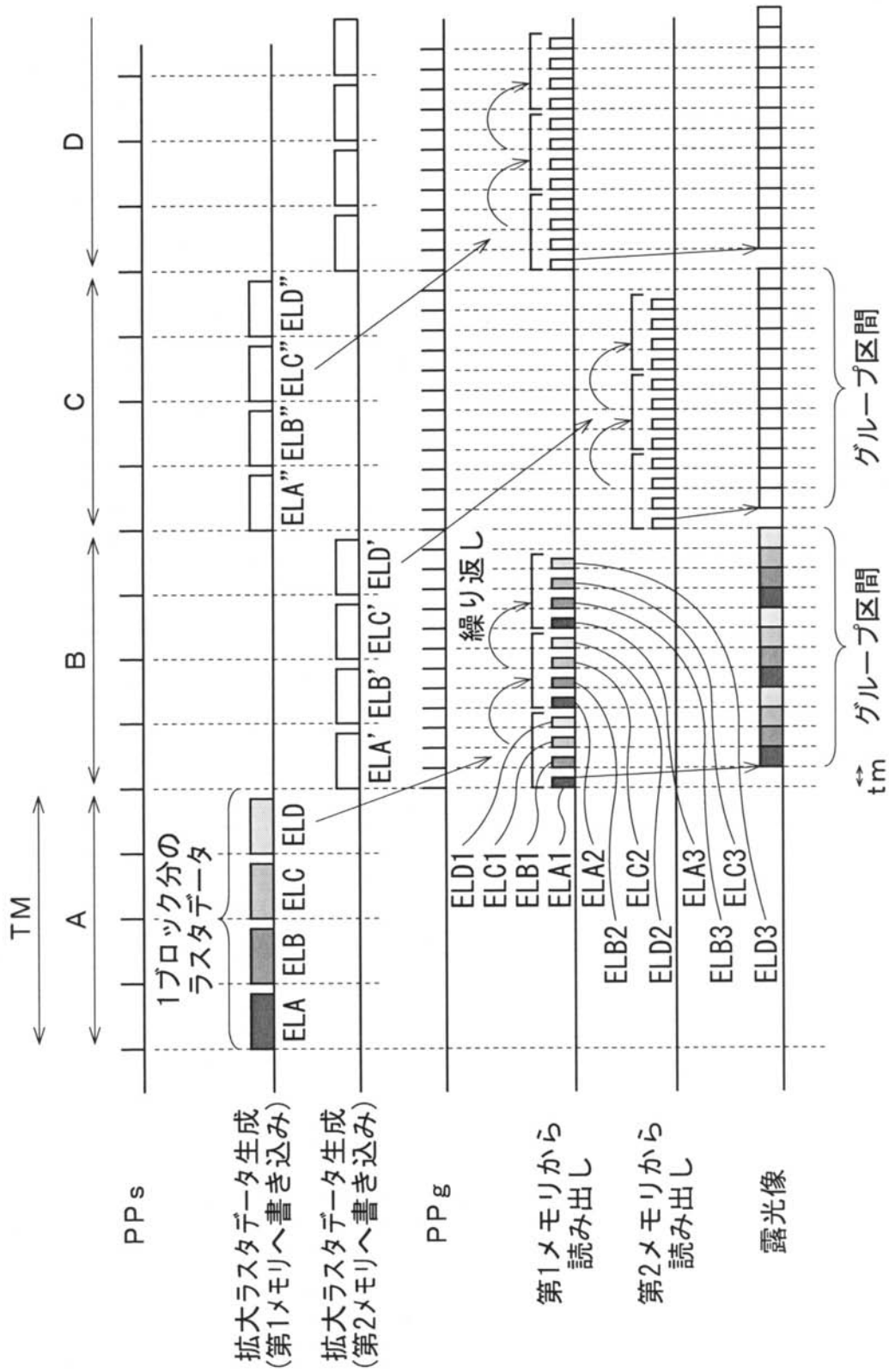
【 図 1 2 】



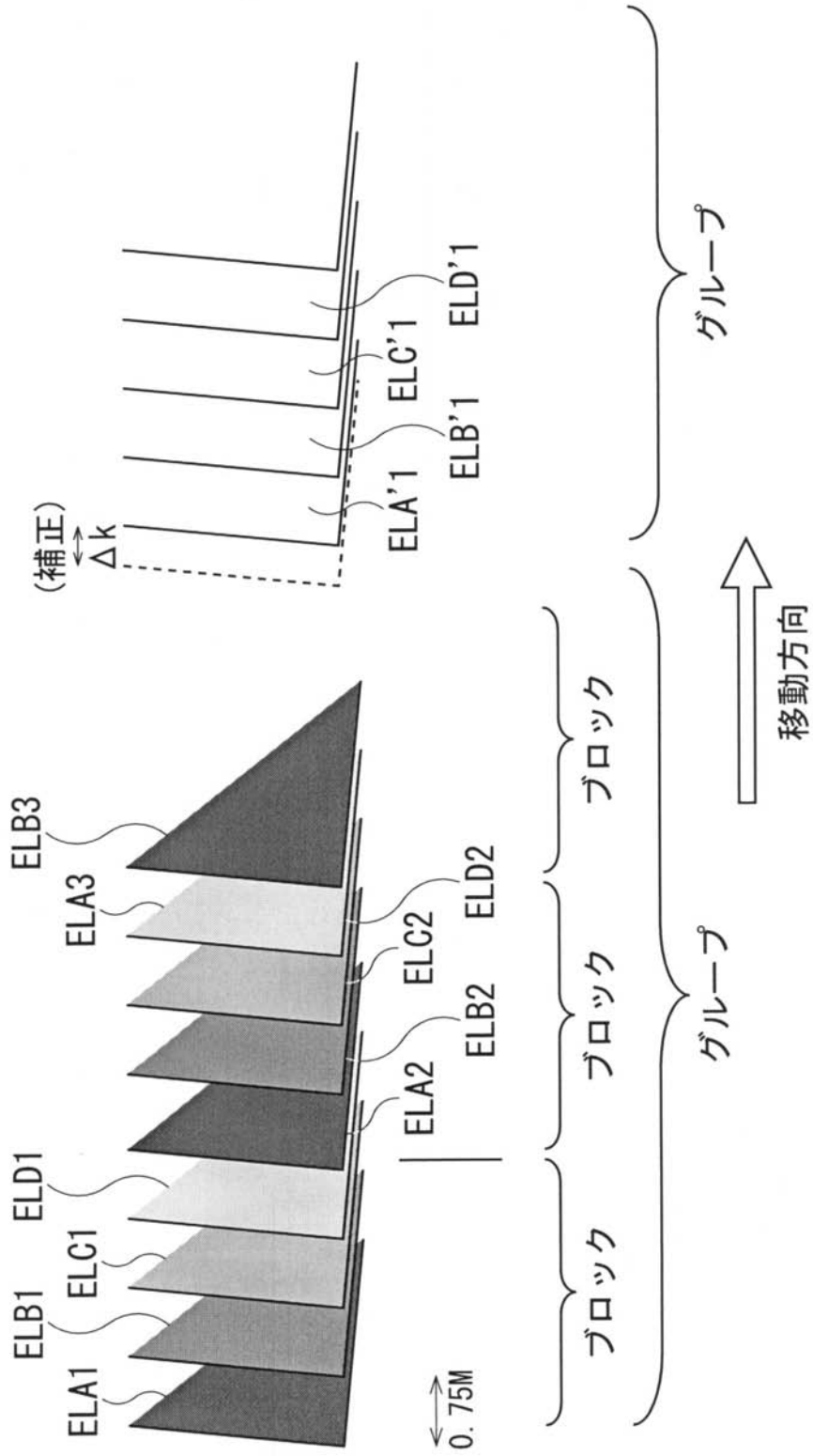
【 図 4 】



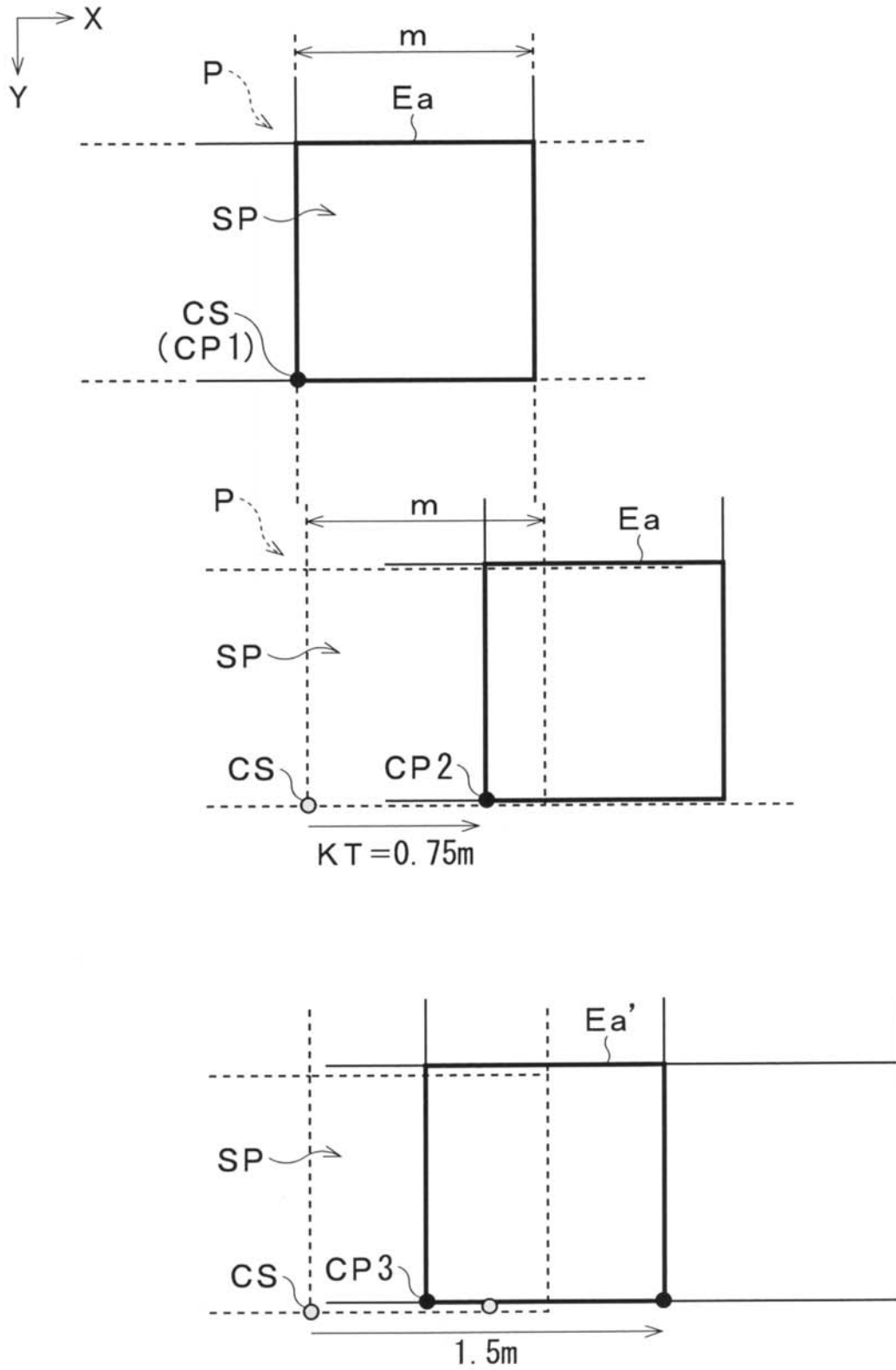
【図5】



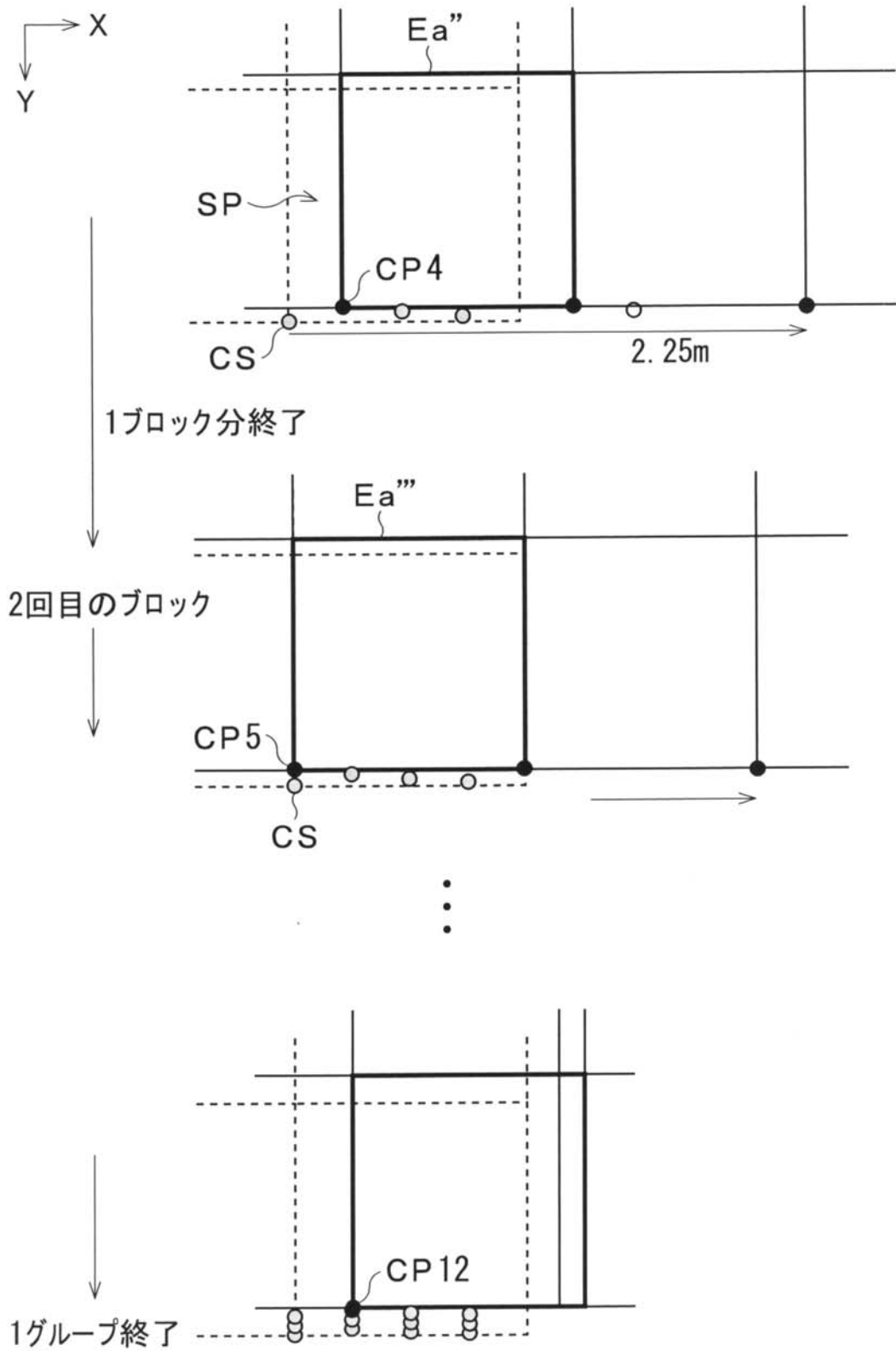
【 図 6 】



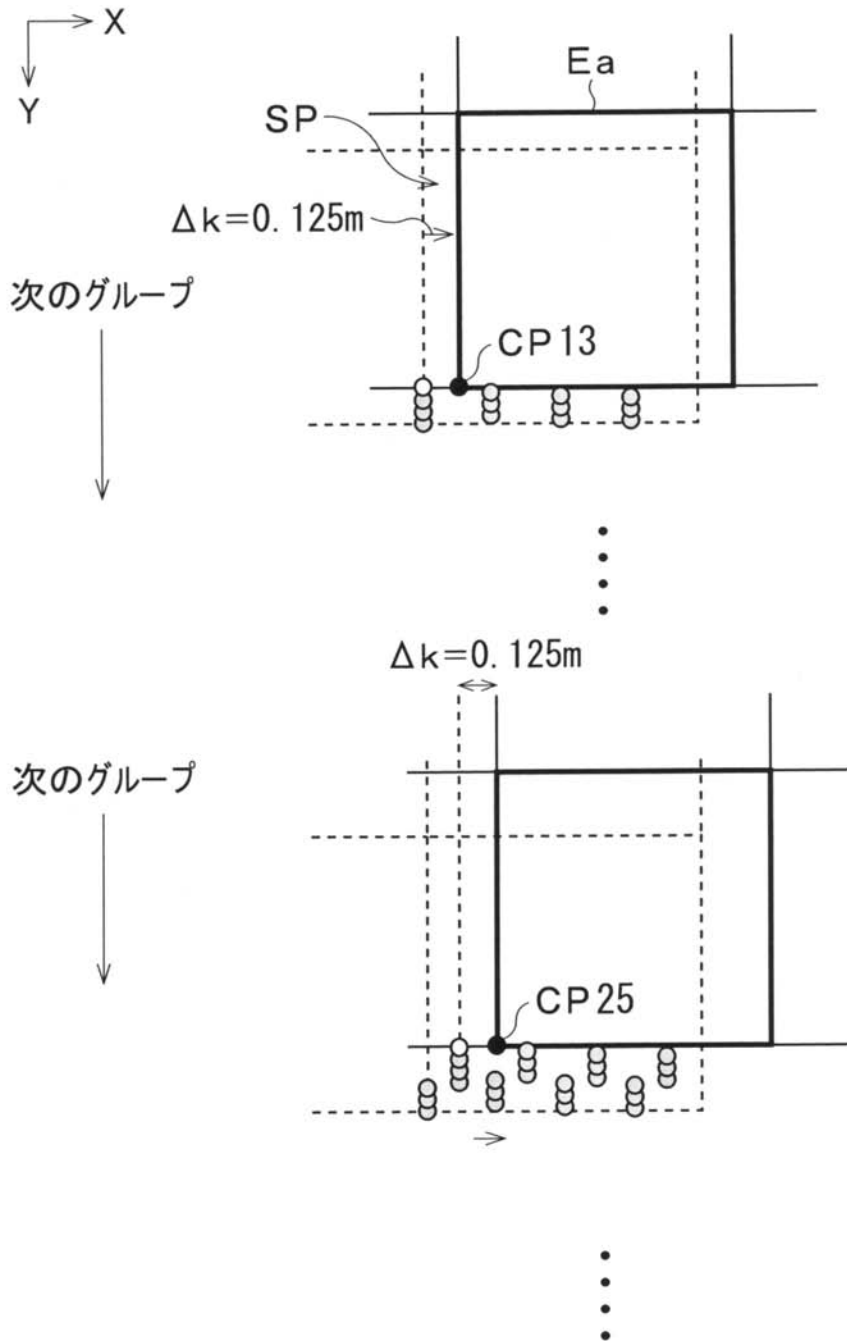
【 図 7 】



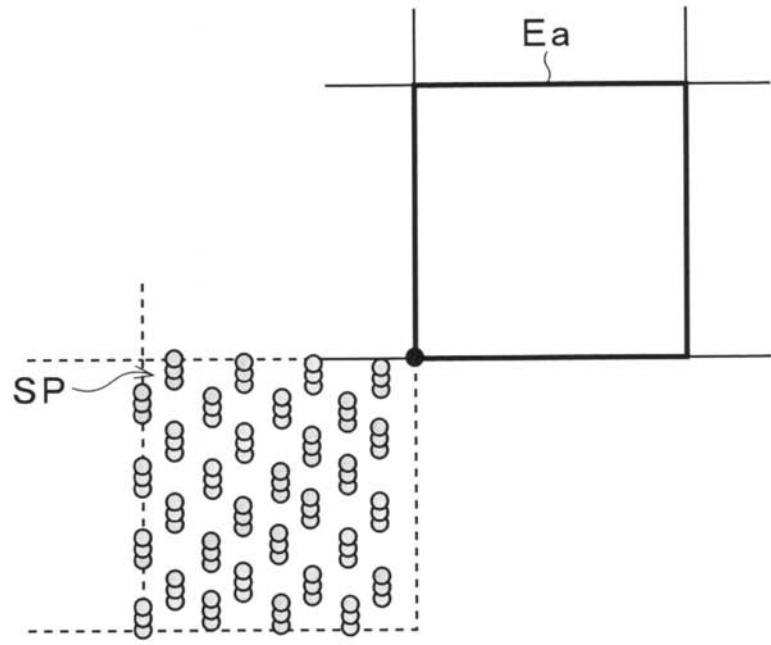
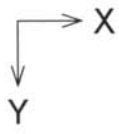
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F046 BA07 CB02 CB18 CB23 DA01 DD06
5F146 BA07 CB02 CB33 CB43 DA01 DD06