

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7515604号  
(P7515604)

(45)発行日 令和6年7月12日(2024.7.12)

(24)登録日 令和6年7月4日(2024.7.4)

(51)国際特許分類 F I  
H 0 1 L 21/027 (2006.01) H 0 1 L 21/30 5 4 1 J  
G 0 3 F 7/20 (2006.01) G 0 3 F 7/20 5 0 4

請求項の数 13 (全23頁)

(21)出願番号	特願2022-550928(P2022-550928)	(73)特許権者	514108838
(86)(22)出願日	令和3年2月23日(2021.2.23)		マジック リープ, インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2023-516596(P2023-516596 A)		Magic Leap, Inc.
(43)公表日	令和5年4月20日(2023.4.20)		アメリカ合衆国 フロリダ 33322,
(86)国際出願番号	PCT/US2021/019261		プランテーション, ウエスト サンライズ
(87)国際公開番号	WO2021/173566		ブルバード 7500
(87)国際公開日	令和3年9月2日(2021.9.2)		7500 W SUNRISE BLVD
審査請求日	令和6年1月31日(2024.1.31)		, PLANTATION, FL 333
(31)優先権主張番号	62/981,756	(74)代理人	22 USA
(32)優先日	令和2年2月26日(2020.2.26)		100078282
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 山本 秀策
早期審査対象出願		(74)代理人	100113413
			弁理士 森下 夏樹
		(74)代理人	100181674
			弁理士 飯田 貴敏

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 手続型電子ビームリソグラフィ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータシステムであって、

基板上に生産されることになるパターンと関連付けられるオラクル関数を記憶する非一過性のコンピュータ可読記憶デバイスであって、前記オラクル関数は、前記基板の入力座標として受信するため、および前記基板の前記座標において電子ビームリソグラフィ(EBL)システムによって使用可能な、露光設定を含む制御データを含む、出力を提供し、前記電子ビームリソグラフィ(EBL)システムによって使用可能なオンザフライ露光設定を提供し、前記パターンを生産するために実行可能である、非一過性のコンピュータ可読記憶デバイスと、

1つ以上のハードウェアコンピュータプロセッサを有する制御システムであって、前記制御システムは、

前記基板上に生産されることになる前記パターンを複数のフィールドに分割することと、

前記複数のフィールド毎に、

前記基板の複数の座標毎に、

前記基板の座標を判定することと、

前記基板の前記判定された座標を使用して、前記オラクル関数をコールすることと、

前記オラクル関数から、露光設定を含む制御データを受信することであって、前記制御データは、電子ビームリソグラフィ(EBL)システムの動作を制御するように構成される、ことと、

前記制御データを E B L 駆動電子機器に伝送することと  
 を行うように構成される、制御システムと、  
 E B L 駆動電子機器であって、  
 前記制御データを受信することと、  
 前記制御データに基づいて、前記電子ビームリソグラフィの電流、電圧、ブランキング、またはステージ制御のうちの 1 つ以上を判定することと  
 を行うように構成される、E B L 駆動電子機器と  
 を備える、コンピュータシステム。

【請求項 2】

前記制御システムは、前記パターンを表す断片化データを生成するようにさらに構成される、請求項 1 に記載のコンピューティングシステム。 10

【請求項 3】

前記断片化データは、前記パターンの複数のフィールドを含む、請求項 2 に記載のコンピューティングシステム。

【請求項 4】

前記駆動電子機器は、前記制御システムに、前記制御データによって制御される電子ビームリソグラフィ ( E B L ) システムの動作のステータスを示すフィードバックを伝送するようにさらに構成される、請求項 1 に記載のコンピューティングシステム。

【請求項 5】

前記制御システムは、前記駆動電子機器からのフィードバックにตอบสนองして、前記基板の次の座標を選択する、請求項 1 に記載のコンピューティングシステム。 20

【請求項 6】

シミュレートされた制御データを生成し、前記パターンを生成するプロセスの少なくとも一部をシミュレートするように構成されるシミュレーションモジュールをさらに備える、請求項 1 に記載のコンピューティングシステム。

【請求項 7】

前記シミュレーションモジュールは、  
 前記基板の複数の座標毎に、  
 前記基板の座標を判定することと、  
 前記基板の前記判定された座標を使用して、前記オラクル関数をコールすることと、 30  
 前記オラクル関数から、電子ビームリソグラフィ ( E B L ) システムの動作を制御するように構成される制御データを受信することと、  
 前記受信された制御データを用いて、前記パターンを生成するプロセスの少なくとも一部をシミュレートすることと  
 を行うように構成される、請求項 6 に記載のコンピューティングシステム。

【請求項 8】

前記シミュレーションモジュールは、前記制御システムにシミュレーションフィードバックを提供するようにさらに構成される、請求項 7 に記載のコンピューティングシステム。

【請求項 9】

コンピューティングシステムによって実施されるコンピュータ化された方法であって、 40  
 前記コンピューティングシステムは、1 つ以上のハードウェアコンピュータプロセッサと、  
 前記コンピュータ化された方法を実施するために前記コンピューティングシステムによって実行可能なソフトウェア命令を記憶する 1 つ以上の非一過性のコンピュータ可読記憶デバイスとを有し、前記コンピュータ化された方法は、

基板上に生成されることになるパターンを複数のフィールドに分割することと、

前記複数のフィールド毎に、

前記基板の複数の座標毎に、

前記基板の座標を判定することと、

前記基板の前記判定された座標を使用してオラクル関数を評価し、断片化データを生成することであって、前記オラクル関数は、前記パターンを生産するために、電子ビーム 50

リソグラフィ（E B L）システムによって使用可能な、露光設定を含むオンザフライ制御データを提供するように構成される、ユーザ設計機能である、ことと、

少なくとも前記断片化データに基づいて、露光設定を含む前記オンザフライ制御データを生成することであって、前記制御データは、前記パターンを生産するために、前記電子ビームリソグラフィ（E B L）システムの動作を制御するように構成され、前記制御データは、現在のフィールドにおいて、前記E B Lの電流、電圧、ブランキング、またはステージ制御のうちの1つ以上を示す、ことと、

前記制御データを前記E B Lシステムに伝送することと  
を含む、コンピュータ化された方法。

#### 【請求項10】

前記複数のフィールドの次フィールドの制御データは、前記E B Lシステムが、前記現在のフィールドにおいて、前記制御データを実行する間に生成される、請求項9に記載のコンピュータ化された方法。

#### 【請求項11】

前記制御データは、1つ以上の付加的なフィールドのための制御データが生成されるまで、一時的にキャッシュされる、請求項9に記載のコンピュータ化された方法。

#### 【請求項12】

前記1つ以上の付加的なフィールドの数量は、前記パターンの複雑性に基づいて判定され、より複雑であるパターンは、より高い数量と関連付けられ、あまり複雑ではないパターンは、より低い数量と関連付けられる、請求項11に記載のコンピュータ化された方法。

#### 【請求項13】

2つ以上のフィールドのための前記制御データは、並行して生成される、請求項9に記載のコンピュータ化された方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

（関連出願の相互参照）

本願は、35 U.S.C. 119(e)に基づいて、2020年2月26日に出願され、「PROCEDURAL ELECTRON BEAM LITHOGRAPHY」と題された、米国仮出願第62/981,756号の優先権を主張するものである

#### 【0002】

（技術分野）

本開示は、自動リソグラフィに関する。

#### 【背景技術】

#### 【0003】

（背景）

電子ビームリソグラフィシステムに対する既存のソフトウェアインターフェースは、例えば、GDSまたはOASISファイルの形態で、ユーザに、レイアウト全体のモノシリックトップダウン仕様を提供することを要求する。デザイナメタサーフェスの成熟フィールドは、完全に、非周期的および非マンハッタン幾何学形状を伴うことができる、非常に大きな面積のレイアウトを伴う。しかしながら、これらのレイアウトは、例えば、その大きなサイズおよび設計およびレイアウトに費やされる時間のために、使用が困難である。

#### 【発明の概要】

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0004】

（要約）

対称性の本明白な不足にもかかわらず、ほぼ全ての実際に関心を引くレイアウトは、数式によって表されることができる。したがって、ユーザ提供スクリプトから、パターンジェネレータフィールドをオンザフライで要求する、手続型電子ビームリソグラフィ（PEBL）が、本明細書で説明される。制御システムは、次いで、関連基礎数式から、局所露

10

20

30

40

50

光設定を産出し得る。これは、データサイズだけではなく、設計およびレイアウトに費やされる時間に関して、桁違いに、レイアウトデータ準備の複雑性を低減し得る。本アプローチは、ナノ光学系を参照して、本明細書で議論されるが、これはまた、他の分野のユーザにも適用可能である。例えば、本明細書で議論されるシステムおよび方法は、大規模ホログラフィックパターン、照明設計のための拡散パターン、RFおよびテラヘルツのためのアンテナ設計、ならびにさらに、サブレイアウトが、1つのモノシリックデータベースの代わりに動的に装填される、古典的なIC設計を設計する際に使用され得る。

【0005】

いくつかの実装では、本明細書で議論されるPEBLシステムは、テラバイト、ペタバイト（またはより大きい）サイズであるファイル内で、回折のためのパターンを分解、離散化、および実行するように構成され、これは、既存のEBLシステムをクラッシュさせるであろう。例えば、既存のEBLシステムが処理することのできない、（例えば、非定期、非反復、および/または非直線パターンと関連付けられる）大規模パターンファイルは、本明細書で議論されるPEBLシステムによって処理され得る。大規模パターンファイルと関連付けられ、本明細書で議論されるPEBLシステムによって処理され得る、あるパターンの一実施例は、メタサーフェスレンズである。

【数1】

$$\varphi(x, y) = \frac{2\pi}{\lambda} \left( f - \sqrt{x^2 + y^2 + f^2} \right)$$

本例示的メタサーフェスレンズパターンは、結果として、1mmレンズに対して約100Mbであり、50mmレンズに対して500Gbまたはそれを上回る、パターンファイルをもたらし得る。さらにより複雑なパターンに対しては、ファイルサイズは、容易に、テラバイトまたはペタバイトサイズにさえ到達し得る。

本発明は、例えば、以下を提供する。

（項目1）

コンピュータシステムであって、

あるパターンと関連付けられるオラクル関数を記憶する非一過性のコンピュータ可読記憶デバイスであって、前記オラクル関数は、基板の入力座標として受信するため、および前記基板の前記座標において電子ビームリソグラフィ（EBL）システムによって使用可能な制御データを含む、出力を提供するために実行可能である、非一過性のコンピュータ可読記憶デバイスと、

1つ以上のハードウェアコンピュータプロセッサを有する制御システムであって、前記制御システムは、基板上で生産されることになる、あるパターンの複数のフィールド毎に、

基板の複数の座標毎に、

基板の座標を判定することと、

前記基板の前記判定された座標を使用して、前記オラクル関数をコールすることと、

前記オラクル関数から、電子ビームリソグラフィ（EBL）システムの動作を制御するように構成される制御データを受信することと、

前記制御データをEBL駆動電子機器に伝送することと

を行うように構成される、制御システムと、

EBL駆動電子機器であって、

前記制御データを受信することと、

前記制御データに基づいて、前記電子ビームリソグラフィの電流、電圧、ブランキング、またはステージ制御のうちの1つ以上を判定することと

を行うように構成される、EBL駆動電子機器と

を備える、コンピュータシステム。

（項目2）

前記制御システムはさらに、前記パターンを表す断片化データを生成するように構成さ

れる、項目 1 に記載のコンピューティングシステム。

(項目 3)

前記断片化データは、前記パターンの複数のフィールドを含む、項目 2 に記載のコンピューティングシステム。

(項目 4)

前記駆動電子機器はさらに、前記制御システムに、前記制御データ内に示される電子ビームアクティビティのステータスを示すフィードバックを伝送するように構成される、項目 1 に記載のコンピューティングシステム。

(項目 5)

前記制御システムは、前記駆動電子機器からのフィードバックに応答して、前記基板の次の座標を選択する、項目 1 に記載のコンピューティングシステム。

10

(項目 6)

シミュレートされた制御データを生成し、前記パターンと関連付けられる、電子ビームアクティビティの性能をシミュレートするように構成される、シミュレーションモジュールをさらに備える、項目 1 に記載のコンピューティングシステム。

(項目 7)

前記シミュレーションモジュールは、  
前記基板の複数の座標毎に、  
前記基板の座標を判定することと、  
前記基板の前記判定された座標を使用して、前記オラクル関数をコールすることと、  
前記オラクル関数から、電子ビームリソグラフィ (EBL) システムの動作を制御するように構成される制御データを受信することと、  
前記受信された制御データと関連付けられる電子ビームアクティビティをシミュレートすることと

20

を行うように構成される、項目 5 に記載のコンピューティングシステム。

(項目 8)

前記シミュレーションモジュールはさらに、前記制御システムにシミュレーションフィードバックを提供するように構成される、項目 6 に記載のコンピューティングシステム。

(項目 9)

コンピューティングシステムによって実施されるコンピュータ化された方法であって、前記コンピューティングシステムは、1 つ以上のハードウェアコンピュータプロセッサと、前記コンピュータ化された方法を実施するために前記コンピューティングシステムによって実行可能なソフトウェア命令を記憶する 1 つ以上の非一過性のコンピュータ可読記憶デバイスとを有し、前記コンピュータ化された方法は、

30

複数のフィールド内で、基板上に生成されることになる、あるパターンを分割することと、

前記複数のフィールド毎に、

前記基板の座標を判定することと、

前記基板の前記判定された座標を使用してオラクル関数を評価し、断片化データを生成することであって、前記オラクル関数は、電子ビームリソグラフィ (EBL) システムによって使用可能なオンザフライ制御データを提供するように構成される、ユーザ設計機能である、ことと、

40

少なくとも前記断片化データに基づいて、電子ビームリソグラフィ (EBL) システムの動作を制御するように構成される制御データを生成することであって、前記制御データは、現在のフィールドにおいて、前記 EBL の電流、電圧、ブランキング、またはステージ制御のうちの 1 つ以上を示す、ことと、

前記制御データを前記 EBL システムに伝送することと

を含む、コンピュータ化された方法。

(項目 10)

前記複数のフィールドの次フィールドの制御データは、前記 EBL システムが、前記現

50

在のフィールドにおいて、前記制御データを実行する間に生成される、項目 9 に記載のコンピュータ化された方法。

(項目 1 1)

前記制御データは、1 つ以上の付加的なフィールドのための制御データが生成されるまで、一時的にキャッシュされる、項目 9 に記載のコンピュータ化された方法。

(項目 1 2)

前記 1 つ以上の付加的なフィールドの数量は、前記パターンの複雑性に基づいて判定され、より複雑であるパターンは、より高い数量と関連付けられ、あまり複雑ではないパターンは、より低い数量と関連付けられる、項目 9 に記載のコンピュータ化された方法。

(項目 1 3)

2 つ以上のフィールドのための前記制御データは、並行して生成される、項目 9 に記載のコンピュータ化された方法。

【図面の簡単な説明】

【0006】

以下の図面および関連する説明は、本開示の実施形態を図示するために提供され、請求項の範囲を限定しない。特徴および要素の相対的な配置は、例証的明瞭性の目的のために修正されている場合がある。実際には、同一のまたは類似の参照番号は、1 つ以上の実施形態に従って、同一のまたは類似のまたは同等の構造、特徴、側面、または要素を意味する。

【0007】

本図面は、本開示の種々の実施形態の設計および実用性を図示する。数値は、必ずしも縮尺通りに描かれておらず、類似の構造または機能の各要素は、数値全体を通して、同様の参照数字によって表されることに留意されたい。これらの図面が、本開示の例示の実施形態のみを描写し、したがって、その範囲を限定すると見なされるべきではないことを理解した上で、本開示は、付随の図面の使用を通して、付加的な具体性および詳細とともに説明および解説されるであろう。

【0008】

【図 1】図 1 は、複数のフィールドを備える、分割パターンに分割されている、例示的完全パターンを図示する図である。

【0009】

【図 2】図 2 は、電子ビームリソグラフィ (EBL) システムを使用して、ウエハまたはレチクルマスクをパターン化するための一般的なワークフローを図示する、高レベル図である。

【0010】

【図 3 A】図 3 A は、PEBL システムにおいて利用可能であり得る、ベクトルスキャンモードおよびラスタスキャンモードを図示する。

【0011】

【図 3 B】図 3 B は、格子状回折格子の例示的プロットである。

【0012】

【図 3 C】図 3 C は、例示的パターンおよびそのパターンのフィールドを図示する。

【0013】

【図 4 A】図 4 A は、例えば、次元入力 (例えば、 $x$ 、 $y$ ) を受信し、ビームブランキング、ビーム電流、および / またはウエハ上のその特定の点において使用されることになる他のデータ等の種々の制御データを出力する、オラクル関数を図示する。

【0014】

【図 4 B】図 4 B は、その中で、ユーザ提供オラクル関数が、制御システム (例えば、制御コンピュータ) 上に存在する、PEBL システムの例示的構成を図示する、ブロック図である。

【0015】

【図 5】図 5 は、ベクトルスキャン PEBL 実装の例示的構成を図示する、ブロック図で

10

20

30

40

50

ある。

【 0 0 1 6 】

【 図 6 A 】 図 6 A は、略線形の細片を伴うパターンの例示的近似である。

【 0 0 1 7 】

【 図 6 B 】 図 6 B は、非周期的格子状パターンの例示的近似である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 8 】

( 詳細な説明 )

( 用語 )

本明細書で議論されるシステムおよび方法の理解を促進するために、いくつかの用語が、下記に説明される。これらの用語だけではなく、本明細書で使用される他の用語は、提供される説明、用語の通常かつ慣習的な意味、および/または代表的な用語に対する任意の他の言外の意味を含み、そのような構築は、用語の文脈と一致すると解釈されるものとする。したがって、以下の説明は、これらの用語の意味を限定しないが、例示的説明を提供するのみである。

【 0 0 1 9 】

図形データベースシステム ( G D S )、オープンアークワークシステム交換標準 ( O A S I S )、および製造電子ビーム露光システム ( M E B E S ) は、典型的には、集積回路製造プロセスと関連付けられる、パターンを定義するために、コンピュータによって使用される言語の実施例である。これらの用語は、例えば、長方形、台形、および多角形等の幾何学的形状だけではなく、それぞれが有し得る性質のタイプを定義する、コード要件を定義する。これらのファイルフォーマットおよび他の類似のファイルフォーマットは、ベンダ間で、集積回路レイアウトデータの交換を可能にする。

【 0 0 2 0 】

メタサーフェス：天然物質が行うことができない方法で、光波と相互作用するように設計された構造。メタサーフェスは、数十億分の1メートル ( ナノメートル ) 厚の層を含み、光の反射および透過を制御することができる、ナノスケールの光学的特徴 ( 例えば、アンテナ ) を含有してもよい。

【 0 0 2 1 】

( 例示的電子ビームリソグラフィワークフロー )

図 1 は、分割パターン 1 0 1 D において図示される、各フィールド ( 本実施例では、例えば、 $20 \times 20 = 400$  フィールド ) に分割されている、例示的完全パターン 1 0 1 を図示する図である。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、電子ビームリソグラフィ ( E B L ) システムを使用して、ウエハまたはレチクルマスクをパターン化するための一般的なワークフローを図示する、高レベル図である。

図 2 で言及されるように、例えば、プロセスは、以下を含んでもよい。

- ・ユーザが、電子ビームによって露光されるべき、ウエハまたはレチクル全体の全ての面積を表す多角形を含有する、GDS等のデータファイルを準備する。

- ・データファイルは、典型的には、断片化と呼ばれるプロセス内で、EBLシステムを駆動する、低レベルソフトウェアによって読み取られる、専用ファイルフォーマットに処理および変換される。本プロセスは、第三者ソフトウェア ( 例えば、Synopsys CATS または GenI Sys Beamers ) または専用ソフトウェアによって行われてもよい。データ操作は、ブール、近接効果補正、スケーリング、ヒーリング、およびトン反転を含んでもよい。

- ・断片化プロセスの間、パターンは、書込フィールドに分割され、個々の各書込フィールドでは、全ての形状が、識別され、長方形または台形に断片化され、専用露光機械フォーマット出力に変換される。図 1 は、分割パターン 1 0 1 D において図示される、各フィールド ( 本実施例では、例えば、 $20 \times 20 = 400$  フィールド ) に分割されている、完全パターン 1 0 1 の実施例を図示する。

10

20

30

40

50

・断片化データは、E B L制御コンピュータに送信される。例えば、各フィールド毎に、ベクトルラスタパターンが、ウエハ上のフィールド場所へのステージの移動を引き起こすために、生成されてもよい。

・ラスタパターンは、電子ビームを駆動する電子機器に送信され、ビームブランキングシステムが、ウエハの上へパターン全体を書き込むために使用されてもよい。

#### 【 0 0 2 3 】

上記に言及されるように、レイアウトは、コアメモリ内に適合しない程度まで、より複雑になっており、おそらく、それらは、ハードドライブまたは磁気テープの上にも適合しない。

#### 【 0 0 2 4 】

(例示的手続型電子ビームリソグラフィ)

上記に言及されるもの等、既存のリソグラフィ手順の技術的な欠陥に対処するために、その中に、パターンデータが手続的に生成される、手続型電子ビームリソグラフィ ( P E B L ) が、本明細書に説明される。本アプローチは、既存の E B Lワークフローに対して、完全に「下位互換性がある」ものであり得る。実際、いくつかの実施例では、P E B Lは、モノシリックレイアウトの表現力の上位集合であり得る。

#### 【 0 0 2 5 】

スキャンモードに応じて、P E B Lは、少なくとも2つの異なる実装、すなわち、ラスタスキャンモードまたはベクトルスキャンモードを含んでもよい。例えば、図3Aのプロック図に図示されるように、ベクトルスキャンモード310は、台形または長方形の中に、書込フィールド(例えば、図2の実施例では、400フィールドのうちの1つ)内の全ての形状を断片化することを含んでもよい。これらのプリミティブな形状は、次いで、プリミティブ形状によって定義される、領域内のみ、ビームを移動させることによって、書き込まれてもよい。代替として、ラスタスキャンモード320では、ビームは、全ての書込フィールドにおいてスキャンされ、パターンの外側領域においてブランキングされる。

#### 【 0 0 2 6 】

これらのスキャンモードはそれぞれ、P E B Lの例示の実装を参照して、下記にさらに議論される。いずれのモードにおいても、パターンは、利用可能なスクリプト言語、例えば、パイソンによって、または特化された言語によって定義され得る。いくつかの実装では、書込並みの速さで、書込フィールドを作成するための計算能力は、付加的な特化されたコンピュータ(および/またはプロセッサまたはメモリ)を用いて改良され得る。

#### 【 0 0 2 7 】

(ラスタスキャンモード)

E B Lシステムは、限定されたビーム進行に起因して、一度に1つのフィールドの露光を実施し得る。したがって、ステージは、フィールドサイズ(例えば、約1ミリメートル)に対応するインクリメントずつ移動され、次いで、電子ビームが、ラスタスキャンを実施するにつれて、安定状態を保ち得る。ウエハ全体を露光するプロセスにおいて、露光されることになる次フィールドのためのデータのみが、任意の所与の時間で要求される。したがって、パターンデータの圧倒的多数は、任意の所与の時間で要求されず、次に予定されているフィールドに対して要求される部分が、一度のみ使用され、破棄される。加えて、1つのフィールド内にローカル接続される、データに対する任意の所望の修正は、典型的には、前もって実施され、レイアウト全体上で動作する。

#### 【 0 0 2 8 】

先の観察結果に基づいて、本明細書で議論されるように、P E B Lワークフローは、一度に全てそれを記憶することの膨大な負担を回避するためだけでなく、表現を簡素化するために、要求される時、パターンデータを生成してもよい。既存のデータフォーマットは、それが、図形設計システム(「GDS」またはGDSII)、MEBES、オープンアートワークシステム交換標準(OASIS)、または他の専用フォーマットであるかどうかにかかわらず、その中で、露光される面積が、多角形によって表される、境界表現を使用する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 9 】

代替表現は、ウエハ（または他の基板）上の点の座標を入力とし、当該点に適用されるべきである、露光設定（例えば、ブランキング、ビーム電流等）を返す、「オラクル（oracle）」関数を提供することである。オラクル関数の基本的な実施例として、図3Bの例示的プロット等の、両方向にチャープされる格子状回折格子は、以下のように、Cコードにおいて表され得るであろう。

## 【数2】

```

Int oracle(double x, double y){
    double px = 1+1e-3*x;
    double py = 1+2e-3*y;
    return cos(x/px)*cos(y/py) > 0;
}

```

10

他の場所で言及されるように、オラクル関数は、種々の形態（例えば、プログラミング言語）で提供されてもよく、上記の実施例よりもはるかにより複雑な関数を実施する等、様々な程度に複雑であってもよい。

## 【 0 0 3 0 】

図3Cは、例示的パターン330およびそのパターン330のフィールド332を図示する。典型的なEBLシステム内に存在し得る、データ記述および取扱困難の排除を通して、本明細書に開示されるPEBLシステムは、リアルタイムにパターンの特定のフィールドに対する露光設定を計算する、オラクル関数を使用するもの（またはさらに、下記にさらに議論されるような、いくつかのフィールドのための事前計算）等、電子ビームリソグラフィを使用して、複雑なパターンの構造化を可能にする。対照的に、既存のEBLシステムは、小面積内にもみ、高分解能を提供し得、これは、要素ができる限り多く反復されるという要件を伴って、直線的であり得る。これらの要件は、必ずしも、本明細書で議論されるPEBL技術を使用していない。

20

## 【 0 0 3 1 】

図4Aは、例えば、次元入力（例えば、 $x$ 、 $y$ ）を受信し、ビームブランキング、ビーム電流、および/またはウエハ上のその特定の点において使用されることになる他のデータ等の種々の制御データを出力する、オラクル関数を図示する。オラクルを使用することによって、パターンデータは、EBLプロセスの開始に先立って、パターンデータ全体を生成するのではなく、オンザフライで（例えば、リアルタイムにまたは実質的にリアルタイムに）生成される。制御データの本オンザフライ生成は、任意複雑パターンデータが、EBLプロセスの一環として、一度に1つの点、または一度に1つのフィールドで、生成されることを可能にする。

30

## 【 0 0 3 2 】

図4Bは、その中で、ユーザ提供オラクル関数が、制御システム410（例えば、制御コンピュータ）上に存在する、PEBLシステムの例示的構成を図示する、ブロック図である。本実施例では、パターンジェネレータ420は、制御システム410を伴って、（例えば、具体的パターンと関連付けられる）オラクル関数インターフェースを双方向的に実装し、電子ビームによってアドレス指定されている、現在の場所上に、フィードバックを提供してもよい。制御システム410は、オラクルを呼び出し、個々の点場所（例えば、個々の $x$ 、 $y$ 場所）におけるパターンをクエリしてもよい、および/またはこれは、例えば、ビームおよびステージポジションによってアドレス指定されている、現在のフィールドに対応する面積にわたって、パターンをクエリしてもよい。有利なこととして、既存のEBL技術を活用することを可能にしながらも、本PEBL構成が、制御およびパターン生成を管理する間、低レベル駆動電子機器およびビーム列は、変更されないままであり得る。

40

## 【 0 0 3 3 】

（下位互換性）

50

有利なこととして、PEBL構成は、4Bにおける実施例等、包括的レイアウトファイルと（例えば、GDSファイルの形態で）互換性がある。例えば、（例えば、制御システム410およびパターンジェネレータ420によって提供される）オラクル関数は、レイアウトファイルを読み取り、現在の書込フィールド内で要求される部分をレンダリングするように構成されてもよい。

#### 【0034】

（同期化およびバッファ）

いくつかの実施形態では、ユーザ定義オラクルは、任意複雑であり得、そのため、オンザフライデータ生成は、データパイプラインを失速させ、低レベル駆動システムのデータを不足させ得る。これは、結果として、スループットの減少および書込時間の増加をもたらし得る。したがって、いくつかの実施形態では、PEBLシステムは、必要に応じて、オラクルを呼び出すことを通して、パターン生成プロセスの一部または全体をシミュレートする、（PEBLシステムの随意のコンポーネントとして図4B内に図示された）シミュレーションモジュール425を含み、例えば、駆動電子機器に対して新しい出力データが、利用不可能である、任意の時間的な隔たりを含め、パターン全体を書き込むために要求される時間の長さを判定してもよい。例えば、シミュレーションモジュール425は、パターンジェネレータに結合され、シミュレーションの間、駆動電子機器430と通信するパターンジェネレータではなく、パターンジェネレータ420と通信してもよい。いったんシミュレーションが、正常に実施される（例えば、パターンジェネレータからの出力間に隔たりが存在しない）と、パターン生成は、制御信号を駆動電子機器430に出力する、パターンジェネレータを用いて、再び実施され得る。

10

20

#### 【0035】

非常に長いオラクル計算が存在する場合等のいくつかの実施形態では、シミュレーションモジュール425は、駆動電子機器430と同様の様式等で、計算結果をバッファしてもよい。本バッファは、制御システム内に（例えば、シミュレーションモジュール内に）、付加的なメモリを要求するが、その量は、典型的には、一度にパターン全体を記憶するために要求されるであろうものよりも桁違いに少ない。いくつかの実装では、バッファは、書込前にレイアウトを完全に断片化することと、オンザフライで各フィールドを断片化することとの間のハイブリッドアプローチを使用して、実装されることができ。例えば、シミュレーションモジュール425は、電子機器を失速させることを防止するために必要に応じて、パターンジェネレータから出力され、それらの制御信号を駆動電子機器にフィードする、レイアウトの一部をバッファしてもよい。

30

#### 【0036】

（ベクトルスキャンモード）

上記に議論される、ラスタスキャンモードにおける動作と同様に、完全パターンのデータファイルは、一度に全て生成されないが、個々のフィールドが、スクリプトによって、オンザフライで生成される。いくつかの実装では、ベクトルスキャンモードは、より優れた側壁の平滑性、および典型的には、より優れた書込時間につながり得る、露光領域の境界内で、共形的に、より知的なスキャンが、所望される状況のために、（例えば、システムによって自動的に、またはユーザ入力によって手動で）選択されてもよい。ベクトルスキャンモードは、ベクトル経路の生成のため等、ラスタモードよりも多くの事前計算を要求し得る。

40

#### 【0037】

図5は、ベクトルスキャンPEBL実装の例示的構成を図示する、ブロック図である。本実施形態では、前処理システム505は、個々のフィールドのための露光プログラムを生成するように構成される。例えば、前処理システム505は、フィールド $n$ （例えば、現在のフィールド）、フィールド $n+1$ （次フィールド）、および任意の他の数のフィールド（例えば、フィールド $n+m$ 、式中、 $m$ は、並行して処理されるフィールドの数である）等、1つを上回るフィールドのための露光プログラムを並行して生成するように構成されてもよい。いくつかの実施形態では、各フィールドは、基本形（例えば、台形および

50

長方形)に断片化され、前処理システム505が、EBL機械入力内でフィールドデータを変換する。(例えば、図5の実施例におけるフィールドn内のための)フィールドデータが、前処理システム505から制御システム510へ伝送され、次フィールド(例えば、フィールドn+1)が、生成される一方、制御システム510、パターンジェネレータ520、および/または駆動電子機器530は、ステージをフィールド座標へ移動させ、ラスタパターンを生成し、サブフィールド補正を適用し、フィールドn内に形状を書き込む。本プロセスは、次いで、現在のフィールドが、制御システム510、パターンジェネレータ520、および/または駆動電子機器530によって処理されるにつれて、生成されていく、1つ以上の次フィールドのための露光プログラムを用いて、その後続くフィールドを伴って繰り返される。いくつかの実施形態では、前処理システムは、スキヤンの開始に先立って(例えばフィールドn露光プログラムを制御システム510に提供することに先立って)、いくつかのフィールドを生成してもよい。例えば、前処理システムは、パターンの複雑性を自動的に検出し、その複雑性に基づいて、スキヤンの開始に先立って、計算すべきフィールドの適切なキャッシュを判定するように構成されてもよい。

10

#### 【0038】

いくつかの実施形態では、前処理システム505によって処理されている現在のフィールド(例えば、フィールドn)のために、ステージは、基板上の対応する場所へ移動され、各要素的形狀に対して、ラスタパターンが、サブフィールド補正が適用されながら、生成される。フィールドが書き込まれる間、次フィールド(例えば、フィールドn+1)は、その形状を台形および長方形に断片化し、EBL機械入力内で変換し、ファイルを制御システムに転送すること等によって、生成される。したがって、EBLを用いたフィールドの書き込み、および別のフィールドの前処理(それが、書き込まれるために送信される前)のタスクは、パイプライン化され得る。(例えば、少なくとも部分的に並行して実施される)。すなわち、フィールドnが書き込まれている間、フィールドn+1は、事前処理されている。次いで、フィールドn+1が書き込まれるであろうし、フィールドn+2は、事前処理され得、そのように続く。

20

#### 【0039】

(近接効果)

いくつかの実施形態では、全体のパターンレイアウトは、ある時点で既知ではなく、したがって、近接効果のための補正は、先験的に適用されない場合がある。したがって、近接効果補正が所望される実施形態では、パターンデータの局所近傍が、駆動電子機器への出力に先立って、生成されてもよい。例えば、(例えば、図5のベクトルモードにおける)、一度に1つのデータのフィールドを生成する代わりに、フィールドの3×3グリッドが維持され、近接補正が、フィールド(例えば、各方向において生成される、近接フィールドを伴う、中央フィールド)の1つ以上に適用され得る。

30

#### 【0040】

(実施例パターン)

本明細書で議論される、PEBLアーキテクチャを使用して、リアルタイムで生成され得るパターンの実施例として、一次で機能し、位相関数 $F(x, y)$ を与える、回折光学素子(DOE)を検討する。その結果として生じる、書き込まれることになるパターンは、下式の領域に対応し、

40

$$\frac{[G + \text{grad } F(x, y)] \cdot (x, y)}{\dots} < 0.5$$

式中、Gは、基本回折格子に対応する、一定回折格子ベクトルであり、 $\text{grad } F(x, y)$ は、位相関数の勾配ベクトルであり、ピリオド「 $\cdot$ 」は、2Dドット積を表し、 $\frac{\{ \}}{\dots}$ は、その計算結果(常に0と1の間にある値)の端数部分をとることを表す。本実施例では、任意の座標(x, y)を前提として、パターンが書き込まれるべきかが、上記の不等式を評価することによって、判定され得る。この場合は、結果として、略直線の縞模様のシーケンスである、パターンをもたらず。例えば、GDSファイルを使用した本パターン表現は、扱いが容易であり得る。図6Aは、本パターンの例示的近似である。

50

## 【 0 0 4 1 】

別の実施例として、略直角方向に、ともに多重化される、2つのそのようなDOEを含むパターンを検討する。本場合では、2つの縞模様状のパターンのXORが、格子状パターンに類似する島を含む、パターンを生産するが、どこにも周期的なところはない(例えば、そのようなパターンの例示的近似である、図6B参照)。GDSファイルを使用して、そのようなパターンを表すことを試みることは、例えば、大面積にわたって扱いが困難であり得る。例えば、GDSファイルにおいて、各四角形領域は、多角形によって表され得る。回折構造のために、各多角形は、光の波長よりも小さい寸法を有してもよい。(例えば、可視光に関しては、これらのサイズは、10~1000ナノメートルの範囲内であり得る)。大面積回折光学素子に関しては、仮に眼鏡の場合、全体寸法は、センチメートルの規模であり得る。したがって、100nmを多角形のサイズとすると、次いで、回折光学レンズの1cmパッチは、100億個の多角形を要求するであろうし、GDSファイルは、約2テラバイトのサイズを有するであろう。これは、中程度のサイズの光学レンズにとって、非実践的に大量のデータである。

10

## 【 0 0 4 2 】

(付加的考慮点)

本明細書に説明される、および/または添付の図面に描写される、プロセス、方法、およびアルゴリズムはそれぞれ、具体的かつ特定のコンピュータ命令を実行するように構成される、1つ以上の物理的コンピューティングシステム、ハードウェアコンピュータプロセッサ、特定用途向け回路網、および/または電子ハードウェアによって実行されるコードモジュールの中で具現化され、それらによって、完全にまたは部分的に自動化されてもよい。例えば、コンピューティングシステムは、具体的なコンピュータ命令とともにプログラムされた、汎用コンピュータ(例えば、サーバ)、または特殊目的コンピュータ、特殊目的回路網等を含むことができる。コードモジュールは、実行可能プログラム内にコンパイルおよびリンクされ、動的リンクライブラリ内にインストールされてもよい、または解釈型プログラミング言語で書き込まれてもよい。いくつかの実装では、特定の動作および方法が、所与の機能に特有の回路網によって実施され得る。

20

## 【 0 0 4 3 】

さらに、本開示の機能性のある実装は、十分に数学的に、計算的に、または技術的に複雑であり、特定用途向けハードウェア、または(適切な特殊化された実行可能命令を使用する)1つ以上の物理的コンピューティングデバイスは、例えば、関連する計算の量または複雑性に起因して、その機能性を実施する、または実質的にリアルタイムに計算結果を提供する必要がある。例えば、動画または映像は、各フレームが、何百万ものピクセルを有する、多数のフレームを含んでもよく、具体的にプログラムされたコンピュータハードウェアは、商業的に妥当な時間で、所望の画像処理タスクまたはアプリケーションを提供するために、映像データを処理する必要がある。

30

## 【 0 0 4 4 】

本開示の種々の実施形態は、任意の可能性として考えられる技術的詳細レベルの統合における、システム、方法、および/またはコンピュータプログラム製品であってもよい。コンピュータプログラム製品は、プロセッサに本開示の側面を行わせるために、その上にコンピュータ可読プログラム命令を有する、コンピュータ可読記憶媒体(または複数の媒体)を含んでもよい。

40

## 【 0 0 4 5 】

例えば、本明細書に説明される機能性は、ソフトウェア命令が、1つ以上のハードウェアプロセッサおよび/または任意の他の好適なコンピューティングデバイスによって実行される、ソフトウェア命令によって、および/またはそれに応答して実行されるにつれて、実施されてもよい。ソフトウェア命令および/または他の実行可能コードは、コンピュータ可読記憶媒体(または複数の媒体)から読み取られてもよい。

## 【 0 0 4 6 】

コンピュータ可読記憶媒体は、命令実行デバイスによる使用のためのデータおよび/ま

50

たは命令を留保および記憶し得る、有形デバイスであることができる。コンピュータ可読記憶媒体は、例えば、限定ではないが、電子記憶デバイス（任意の揮発性および/または不揮発性電子記憶デバイスを含む）、磁気記憶デバイス、光学記憶デバイス、電磁記憶デバイス、半導体記憶デバイス、または前述の任意の好適な組み合わせであってもよい。コンピュータ可読記憶媒体のより具体的実施例の非包括的リストは、以下、すなわち、ポータブルコンピュータディスク、ハードディスク、ソリッドステートドライブ、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読取専用メモリ（ROM）、消去可能プログラマブル読取専用メモリ（EPROMまたはフラッシュメモリ）、静的ランダムアクセスメモリ（SRAM）、ポータブルコンパクトディスク読取専用メモリ（CD-ROM）、デジタル多用途ディスク（DVD）、メモリスティック、フロッピーディスク、その上に記録される命令を有する、パンチカードまたは溝内の隆起構造等の機械的にエンコーディングされたデバイス、および前述の任意の好適な組み合わせを含む。本明細書で使用されるようなコンピュータ可読記憶媒体は、無線波または他の自由に伝搬する電磁波、導波管または他の伝送媒体を通して伝搬する電磁波、（例えば、光ファイバケーブルを通して通過する、光パルス）、もしくはワイヤを通して伝送される電気信号等、それ自体が、一過性信号であるものとして解釈されない。

#### 【0047】

本明細書に説明されるコンピュータ可読プログラム命令は、コンピュータ可読記憶媒体から、個別のコンピューティング/処理デバイスに、もしくはネットワーク、例えば、インターネット、ローカルエリアネットワーク、広域ネットワーク、および/または無線ネットワークを介して、外部コンピュータもしくは外部記憶デバイスに、ダウンロードされることができる。ネットワークは、銅伝送ケーブル、光学伝送ファイバ、無線伝送、ルータ、ファイアウォール、スイッチ、ゲートウェイコンピュータ、および/またはエッジサーバを備えてもよい。各コンピューティング/処理デバイス内のネットワークアダプタカードまたはネットワークインターフェースは、コンピュータ可読プログラム命令をネットワークから受信し、個別のコンピューティング/処理デバイス内のコンピュータ可読記憶媒体の中への記憶のために、コンピュータ可読プログラム命令を転送する。

#### 【0048】

本開示の動作を行うためのコンピュータ可読プログラム命令（本明細書では、例えば、「コード」、「命令」、「モジュール」、「アプリケーション」、「ソフトウェアアプリケーション」、および/または同等物とも称される）は、アセンブラ命令、命令セットアーキテクチャ（ISA）命令、機械命令、機械依存命令、マイクロコード、ファームウェア命令、状態設定データ、集積回路網のための構成データ、またはJava（登録商標）、C++、もしくは同等物等のオブジェクト指向プログラミング言語、および「C」プログラミング言語または類似プログラミング言語等の手続き型プログラミング言語を含む、1つ以上のプログラミング言語の任意の組み合わせにおいて書き込まれる、ソースコードもしくはオブジェクトコードのいずれかであってもよい。コンピュータ可読プログラム命令は、他の命令から、またはそれ自体からコール可能であってもよい、ならびに/もしくは検出されたイベントまたはインタラプトにตอบสนองして呼び出されてもよい。コンピューティングデバイス上での実行のために構成される、コンピュータ可読プログラム命令は、コンピュータ可読記憶媒体上に、および/または、次いで、コンピュータ可読記憶媒体上に記憶され得る、デジタルダウンロードとして提供されてもよい（かつ、元々、実行に先立って、インストール、解凍、または解読を要求する、圧縮またはインストール可能フォーマットで記憶されてもよい）。そのようなコンピュータ可読プログラム命令は、部分的または完全に、コンピューティングデバイスによる実行のために、実行コンピューティングデバイスのメモリデバイス（例えば、コンピュータ可読記憶媒体）上に記憶されてもよい。コンピュータ可読プログラム命令は、ユーザのコンピュータ（例えば、実行コンピューティングデバイス）上で完全に、ユーザのコンピュータ上で部分的に、独立型ソフトウェアパッケージとして、ユーザのコンピュータ上で部分的に、かつ遠隔コンピュータ上で部分的に、もしくは遠隔コンピュータまたはサーバ上で完全に実行されてもよい。後者のシナ

10

20

30

40

50

リオでは、遠隔コンピュータは、ローカルエリアネットワーク（LAN）または広域ネットワーク（WAN）を含む、任意のタイプのネットワークを通して、ユーザのコンピュータに接続されてもよい、もしくは接続は、（例えば、インターネットサービスプロバイダを使用して、インターネットを通して）外部コンピュータに行われてもよい。いくつかの実施形態では、例えば、プログラマブル論理回路網、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、またはプログラマブル論理アレイ（PLA）を含む、電子回路網は、本開示の側面を実施するために、コンピュータ可読プログラム命令の状態情報を利用して、電子回路網を個人化することによって、コンピュータ可読プログラム命令を実行してもよい。

**【0049】**

本開示の側面は、本開示の実施形態による、方法、装置（システム）、およびコンピュータプログラム製品のフローチャート図および/またはブロック図を参照して本明細書に説明される。フローチャート図および/またはブロック図の各ブロック、ならびにフローチャート図および/またはブロック図内のブロックの組み合わせは、コンピュータ可読プログラム命令によって実装されることができると理解されたい。

**【0050】**

これらのコンピュータ可読プログラム命令は、コンピュータまたは他のプログラマブルデータ処理装置のプロセッサを介して実行される命令が、フローチャートならびに/もしくはブロック図のブロックまたは複数のブロック内に規定された機能/行為を実装するための手段を作成するように、汎用コンピュータ、特殊目的コンピュータ、または他のプログラマブルデータ処理装置のプロセッサに提供され、機械を生産してもよい。これらのコンピュータ可読プログラム命令はまた、その中に記憶される命令を有するコンピュータ可読記憶媒体が、フローチャートならびに/もしくはブロック図のブロックまたは複数のブロック内に規定された機能/行為の側面を実装する、命令を含む、製造品を備えるように、コンピュータ、プログラマブルデータ処理装置、および/または他のデバイスに、特定の様式において機能するように指示し得る、コンピュータ可読記憶媒体内に記憶されてもよい。

**【0051】**

コンピュータ可読プログラム命令はまた、コンピュータ、他のプログラマブル装置、または他のデバイス上で実行される命令が、フローチャートならびに/もしくはブロック図のブロックまたは複数のブロック内に規定された機能/行為を実装するように、コンピュータ、他のプログラマブルデータ処理装置、または他のデバイス上にロードされ、一連の動作ステップをコンピュータ、他のプログラマブル装置、または他のデバイス上で実施させ、コンピュータ実装プロセスを生産してもよい。例えば、命令は、最初に、遠隔コンピュータの磁気ディスクまたはソリッドステートドライブ上で搬送されてもよい。遠隔コンピュータは、命令および/またはモジュールをその動的メモリの中にロードし、モデムを使用して、電話、ケーブル、または光学ラインを経由して、命令を送信してもよい。サーバコンピューティングシステムにローカル接続されるモデムは、データを電話/ケーブル/光学ライン上で受信し、適切な回路網を含む、コンバータデバイスを使用して、データをバス上に設置してもよい。バスは、データをメモリに搬送し、そこからプロセッサは、命令を読み出し、実行してもよい。メモリによって受信された命令は、随意に、コンピュータプロセッサによる実行の前または後のいずれかにおいて、記憶デバイス（例えば、ソリッドステートドライブ）上に記憶されてもよい。

**【0052】**

図中のフローチャートおよびブロック図は、本開示の種々の実施形態による、システム、方法、およびコンピュータプログラム製品の可能性として考えられる実装のアーキテクチャ、機能性、および動作を図示する。本点では、フローチャートまたはブロック図内の各ブロックは、規定された論理機能を実装するための1つ以上の実行可能命令を備える、命令のモジュール、セグメント、または一部を表し得る。いくつかの代替実装では、ブロック内に記載される機能は、図中に記載の順序外で生じてもよい。例えば、連続して示さ

10

20

30

40

50

れる2つのブロックは、実際は、実質的に並行して実行されてもよい、またはブロックは、時として、関わる機能性に応じて、逆順で実行されてもよい。加えて、あるブロックは、いくつかの実装では、省略されてもよい。本明細書に説明される方法およびプロセスはまた、いずれの特定のシーケンスにも限定されず、それに関連するブロックまたは状態は、適切な他のシーケンスで実施されることができる。

#### 【0053】

また、ブロック図および/またはフローチャート図の各ブロック、ならびにブロック図および/またはフローチャート図内のブロックの組み合わせは、規定の機能または行為を実施する、もしくは特殊目的ハードウェアとコンピュータの命令の組み合わせを行う、特殊目的ハードウェアベースのシステムによって実装されることができることに留意されたい。例えば、前述の節において説明される、プロセス、方法、アルゴリズム、要素、ブロック、アプリケーション、または他の機能性（または機能性の一部）のいずれかは、特定用途向けプロセッサ（例えば、特定用途向け集積回路（ASIC））、プログラマブルプロセッサ（例えば、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA））、特定用途向け回路網、および/または同等物（そのうちのいずれかはまた、その技法を遂行するために、カスタムされたハードワイヤード論理、論理回路、ASIC、FPGA等を、ソフトウェア命令のカスタムされたプログラミング/実行と組み合わせ得る）等の電子ハードウェア内で具現化され、および/またはそれを介して、完全にまたは部分的に自動化され得る。

10

#### 【0054】

上記で述べられたプロセッサおよび/または上記で述べられたプロセッサのいずれかを組み込むデバイスのいずれかは、本明細書では、例えば、「コンピュータ」、「コンピュータデバイス」、「コンピューティングデバイス」、「ハードウェアコンピューティングデバイス」、「ハードウェアプロセッサ」、「処理ユニット」、および/または同等物と称され得る。前述の実施形態のコンピューティングデバイスは、概して（必ずしもそうではないが）、Mac OS、iOS、Android、Chrome OS、Windows（登録商標）OS（例えば、Windows XP、Windows Vista、Windows 7、Windows 8、Windows 10、Windowsサーバ等）、Windows CE、Unix（登録商標）、Linux（登録商標）、SunOS、Solaris、Blackberry（登録商標）OS、VxWorks、または他の好適なオペレーティングシステム等のオペレーティングシステムソフトウェアによって制御および/または協調され得る。他の実施形態では、コンピューティングデバイスは、専用オペレーティングシステムによって制御され得る。従来のオペレーティングシステムは、とりわけ、実行のためのコンピュータプロセスを制御およびスケジュールし、メモリ管理を実施し、ファイルシステム、ネットワーク形成、I/Oサービスを提供し、グラフィカルユーザインターフェース（「GUI」）等のユーザインターフェース機能性を提供する。

20

30

#### 【0055】

上記に説明されるように、種々の実施形態において、ある機能性は、ウェブベースのビューワ（ウェブブラウザ等）または他の好適なソフトウェアプログラムを通して、ユーザによってアクセス可能であり得る。そのような実装では、ユーザインターフェースは、サーバコンピューティングシステムによって生成され、（例えば、ユーザのコンピューティングシステム上で起動している）ユーザのウェブブラウザに伝送され得る。代替として、ユーザインターフェースを生成するために必要なデータ（例えば、ユーザインターフェースデータ）は、サーバコンピューティングシステムによって、ブラウザに提供されてもよく、そこで、ユーザインターフェースは、生成され得る（例えば、ユーザインターフェースデータは、ウェブサービスにアクセスするブラウザによって実行され得、ユーザインターフェースデータに基づいて、ユーザインターフェースをレンダリングするように構成され得る）。ユーザは、次いで、ウェブブラウザを通して、ユーザインターフェースと相互作用することができる。ある実装のユーザインターフェースは、1つ以上の特化されたソ

40

50

ソフトウェアアプリケーションを通して、アクセス可能であり得る。ある実施形態では、本開示のコンピューティングデバイスおよび/またはシステムのうちの1つ以上は、モバイルコンピューティングデバイスを含んでもよく、ユーザインターフェースは、そのようなモバイルコンピューティングデバイス（例えば、スマートフォンおよび/またはタブレット）を通してアクセス可能であり得る。

【0056】

これらのコンピュータプログラムはまた、プログラム、ソフトウェア、ソフトウェアアプリケーション、アプリケーション、コンポーネント、またはコードとも称され得、プログラマブルコントローラ、プロセッサ、マイクロプロセッサ、もしくは他のコンピューティングまたはコンピュータ化されたアーキテクチャのための機械命令を含んでもよく、高水準手続型言語、オブジェクト指向プログラミング言語、関数型プログラミング言語、論理型プログラミング言語において、および/またはアセンブリ/機械言語において実装され得る。本明細書内で使用されるように、用語「機械読取可能媒体」は、例えば、磁気ディスク、光ディスク、メモリ、およびプログラマブル論理デバイス（PLD）等の任意のコンピュータプログラム製品、装置、および/またはデバイスを指し、機械命令および/またはデータをプログラマブルプロセッサに提供するために使用され、機械読取可能信号として、機械命令を受信する、機械読取可能媒体を含む。用語「機械読取可能信号」は、機械命令および/またはデータをプログラマブルプロセッサに提供するために使用される、任意の信号を指す。機械読取可能媒体は、例えば、非一過性ソリッドステートメモリまたは磁気ハードディスクもしくは任意の同等の記憶媒体であろうように等、そのような機械命令を、非一過性的に記憶し得る。機械読取可能媒体は、代替として、または追加として、例えば、プロセッサキャッシュ、または1つ以上の物理的プロセッサコアと関連付けられる、他のランダムアクセスメモリであろうように等、一過性様式で、そのような機械命令を記憶する。

【0057】

多くの変形例および修正が、上記に説明される実施形態に対して行われ得、その各要素は、他の容認可能な実施例の中に存在するものとして理解されるべきである。全てのそのような修正および変形例は、本開示の範囲内で、本明細書内に含まれるように意図されている。前述の説明は、ある実施形態を詳述する。しかしながら、本文において、前述がいかにかに詳細に現れていても、そのシステムおよび方法は、多くの方法で実践されることができ、そのことを理解されたい。また、上記に記述されるように、システムおよび方法のある特徴または側面を説明するときの、特定の専門用語の使用は、その専門用語が、その専門用語が関連付けられている、システムおよび方法の特徴または側面に関する、任意の具体的な特性を含むことに制限されるように、本明細書で再定義されていることを含意するように捉えられるべきでないことに留意されたい。

【0058】

とりわけ、「can（～できる）」、「could（～できるであろう）」、「might（～場合がある）」、または「may（～し得る）」等の条件付き用語は、具体的に別様に記述されない限り、または文脈内で使用されるものとして別様に理解されない限り、概して、ある実施形態は、ある特徴、要素、および/またはステップを含むが、他の実施形態は含まないことを伝達するように意図されている。したがって、そのような条件付き用語は、概して、特徴、要素、および/またはステップが、いかようにも、1つ以上の実施形態に対して要求されること、もしくは1つ以上の実施形態が、必ず、ユーザ入力またはプロンプトの有無にかかわらず、これらの特徴、要素、および/またはステップが含まれる、もしくは任意の特定の実施形態において実施されることになるかどうかを決定するための論理を含むことを意味するように含意されない。

【0059】

用語「実質的に」は、用語「リアルタイム」と併せて使用されるとき、当業者によって容易に理解されるであろう語句を形成する。例えば、そのような用語が、全くまたは殆ど遅延もしくは待機が判別不能であるような、もしくはそのような遅延が、ユーザを憤慨さ

10

20

30

40

50

せない、苛立たせない、または別様に悩ませないほどに十分に短い速さを含むであろうことが容易に理解される。

【0060】

語句「X、Y、およびZのうちの少なくとも1つ」または「X、Y、またはZのうちの少なくとも1つ」等の接続的な用語は、具体的に別様に記述されない限り、一般に、ある項目、用語等が、X、Y、またはZのいずれか、もしくはその組み合わせであり得ることを伝達するために使用されるものとして、文脈とともに理解されることになる。例えば、用語「or（または）」は、その包括的な意味で（排他的な意味ではなく）使用され、例えば、要素のリストを接続するために使用されるとき、用語「or（または）」は、リスト内の要素のうちの1つ、いくつか、または全てを意味する。したがって、そのような接続的な用語は、概して、ある実施形態が、Xの少なくとも1つ、Yの少なくとも1つ、およびZの少なくとも1つが、それぞれ存在することを要求することを含意するように意図されない。

10

【0061】

本明細書内で使用されるような用語「a（ある）」は、排他的ではなく包括的な解釈を与えられるべきである。例えば、別様に言及されない限り、用語「a（ある）」は、「正確に1つ」または「1つおよび1つのみ」を意味すると理解されるべきではなく、代わりに、用語「a（ある）」は、請求項内で、または明細書内の他の場所で使用されるかどうか、ならびに請求項または明細書内の他の場所で、「少なくとも1つ」、「1つ以上」、または「複数」等の数量詞の使用の有無にかかわらず、「1つ以上」または「少なくとも1つ」を意味する。

20

【0062】

本明細書内で使用されるような用語「comprising（～を備える）」は、排他的ではなく包括的な解釈を与えられるべきである。例えば、1つ以上のプロセッサを備える汎用コンピュータは、他のコンピュータコンポーネントを排除するものとして解釈されるべきでなく、とりわけ、メモリ、入力/出力デバイス、および/またはネットワークインターフェース等のコンポーネントを、場合によっては含み得る。

【0063】

「forward（前方へ）」、「rearward（後方へ）」、「under（下に）」、「below（下方に）」、「lower（下側）」、「over（上方に）」、「upper（上側）」、および同等語等の空間関連用語は、本明細書では、図に図示されるように、ある要素または特徴と別の要素または特徴との関係を説明するために、説明の容易性のために使用され得る。空間関連用語は、図に描写される方向性に加えて、使用または動作中のデバイスの異なる方向性を網羅するように意図されることを理解されたい。例えば、図の中のデバイスが反転されると、他の要素または特徴の「under（下に）」または「beneath（真下に）」として説明される要素は、次いで、反転状態のため、他の要素または特徴の「over（上方に）」位置に置かれるであろう。したがって、用語「under（下に）」は、参照点または方向性に依りて、「上方に」と「下に」の両方の方向性を網羅し得る。デバイスは、別様に配向され得（90度または他の方向に回転される）、本明細書で使用される空間関連記述子は、状況に応じて解釈される。同様に、用語「upwardly（上方へ）」、「downwardly（下方へ）」、「vertical（垂直な）」、「horizontal（水平な）」、および同等語は、具体的に別様に示されない限り、本明細書では、説明の目的のためのみに使用され得る。

30

40

【0064】

用語「first（第1の）」および「second（第2の）」は、種々の特徴/要素（ステップまたはプロセスを含む）を説明するために、本明細書で使用され得るが、これらの特徴/要素は、別様に文脈が指示しない限り、その特徴/要素の序列の指示として、もしくは一方が、他方よりも順位が上位である、またはより重要であるかどうかにかかわらず、これらの用語によって限定されるべきではない。これらの用語は、ある特徴/要

50

素を別の特徴／要素と区別するために使用されてもよい。したがって、本明細書に提供される教示から逸脱することなく、議論される第1の特徴／要素が、第2の特徴／要素と称され得、同様に、後に議論される第2の特徴／要素が、第1の特徴／要素と称され得る。

#### 【0065】

実施例において使用されるものも含め、明細書および請求項において本明細書で 사용되는ように、別様に明示的に規定されない限り、全ての数字は、たとえ、用語が明示的に現れない場合においても、単語「about（約）」または「approximately（およそ）」によって前置きされている場合と同様に、読まれてもよい。語句「about（約）」または「approximately（およそ）」は、大きさおよび／または位置を説明するときに使用され得、説明される値および／または位置が、合理的な予期される範囲の値および／または位置の中にあることを示す。例えば、数値は、記述された値（または値の範囲）の+/-0.1%、記述された値（または値の範囲）の+/-1%、（または値の範囲）記述された値の+/-2%、記述された値（または値の範囲）の+/-5%、（または値の範囲）記述された値の+/-10%等である値を有し得る。本明細書で与えられる任意の数値はまた、別様に文脈が指示しない限り、約またはおよそのその値を含むことを理解されたい。

10

#### 【0066】

例えば、値「10」が開示される場合、「約10」もた、開示される。本明細書で列挙される任意の数値範囲は、その中に組み込まれる全ての下位領域を含むことが意図される。また、ある値が開示される時、当業者によって適切に理解されるように、その値「よりも小さいまたは等しい値」、「その値よりも大きいまたは等しい値」、および各値の可能性として考えられる範囲もまた、開示されることを理解されたい。例えば、値Xが開示される時、「Xよりも小さいまたは等しい値」だけでなく「Xよりも大きいまたは等しい値」（例えば、Xは、数値である）もまた、開示される。また、本願全体を通して、データは、いくつかの異なるフォーマットで提供され、本データは、終点または始点およびデータ点の任意の組み合わせのための範囲を表し得ることを理解されたい。例えば、特定のデータ点「10」および特定のデータ点「15」が開示され得る場合、10および15より大きい、より大きいまたは等しい、より小さい、より小さいまたは等しい、および等しいデータ点だけでなく、10と15の間のデータ点も、開示されると見なされ得ることを理解されたい。また、2つの特定の単位間の各単位もまた、開示され得ることを理解されたい。例えば、10および15が開示され得る場合、11、12、13、および14もまた、開示され得る。

20

30

#### 【0067】

種々の例示的实施形態が開示されてきたが、任意のいくつかの変更のいずれかは、本明細書の教示から逸脱することなく、種々の実施形態に対して行われ得る。例えば、種々の説明される方法ステップが実施される順序は、異なるまたは代替の実施形態において、変更または再構成され得、他の実施形態では、1つ以上の方法ステップが、全部省略され得る。種々のデバイスおよびシステムの実施形態の随意のまたは望ましい特徴は、いくつかの実施形態に含まれ得るが、他の実施形態には含められ得ない。したがって、前述の説明は、主に、実施例の目的のために提供され、請求項の範囲および具体的実施例または開示される特定の詳細または特徴を限定するものとして解釈されるべきではない。

40

#### 【0068】

同様に、動作は、特定の順序において図面に描写され得るが、そのような動作は、望ましい結果を達成するために、示される特定の順序または順次順序で実施される、または全ての図示される動作が、実施される必要がないことを認識されたい。さらに、図面は、フローチャートの形態における1つ以上の例示的プロセスを図式的に描写し得る。しかしながら、描写されない他の動作も、図式的に図示される、例示的方法およびプロセス内に組み込まれることができる。例えば、1つ以上の付加的動作が、図示される動作のいずれかの前、後、それと同時に、またはその間に実施されることができる。加えて、動作は、他の実装では、再配列される、または並べ替えられてもよい。ある状況では、マルチタスク

50

および並列処理が、有利であり得る。さらに、上記に説明される実装における種々のシステムコンポーネントの分離は、そのような分離を全ての実装において要求するものと理解されるべきではなく、説明されるプログラムコンポーネントおよびシステムは、概して、単一ソフトウェア製品内にとともに統合される、または複数のソフトウェア製品の中にパッケージ化されることができると理解されたい。加えて、他の実装も、以下の請求項の範囲内である。ある場合には、請求項に列挙されるアクションは、異なる順序で実施され、依然として、望ましい結果を達成することができる。

【 0 0 6 9 】

上記の詳細な説明は、種々の実施形態に適用されるような新規特徴を図示、説明、および指摘しているが、図示されるデバイスまたはプロセスの形態および詳細における種々の省略、代用、および変更が、本開示の精神から逸脱することなく行われてもよいことを理解されたい。認識され得るように、本明細書に説明される本発明のある実施形態は、本明細書に記載される特徴および利点の全てを提供しない、形態内に具現化されてもよく、いくつかの特徴は、その他と別個に使用または実践されてもよい。本明細書に開示されるいくつかの発明の範囲は、前述の説明によってではなく、添付の請求項によって示される。請求項の等価性の意味および範囲内に該当する、全ての変更は、その範囲内に包含されるべきである。

10

20

30

40

50

【図面】  
【図 1】

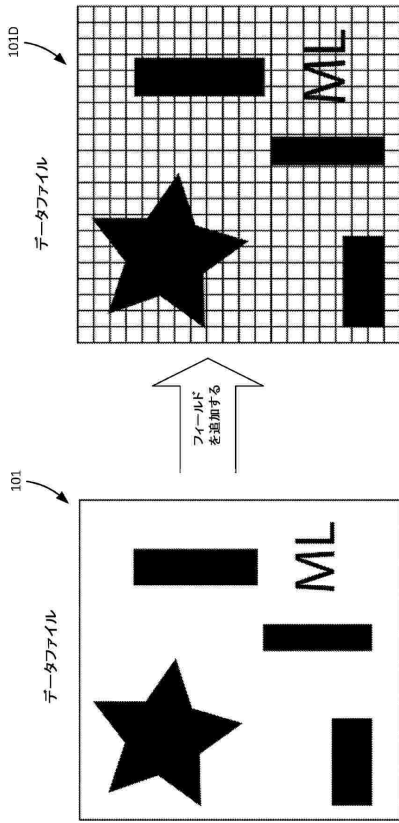


Fig. 1

【図 2】

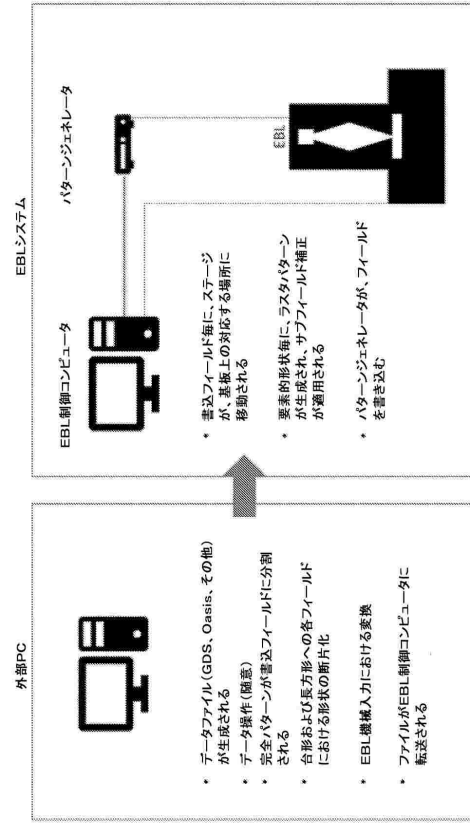


Fig. 2

【図 3 A】

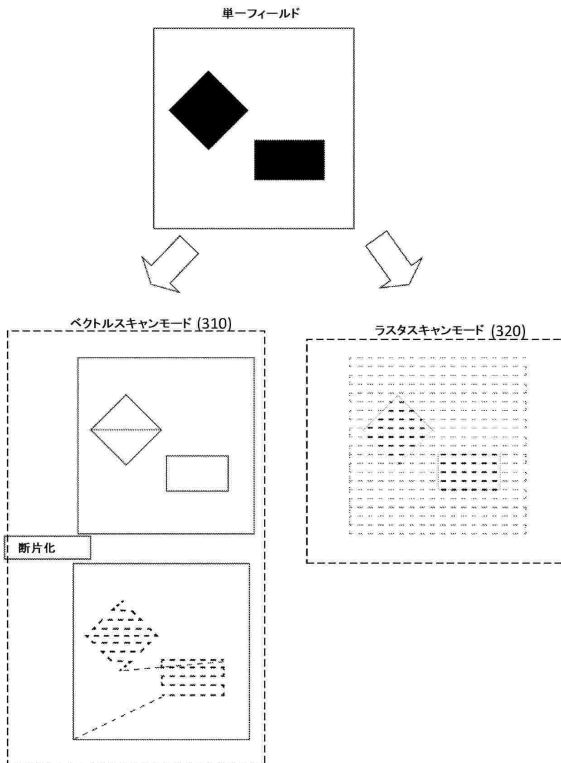


Fig. 3A

【図 3 B】

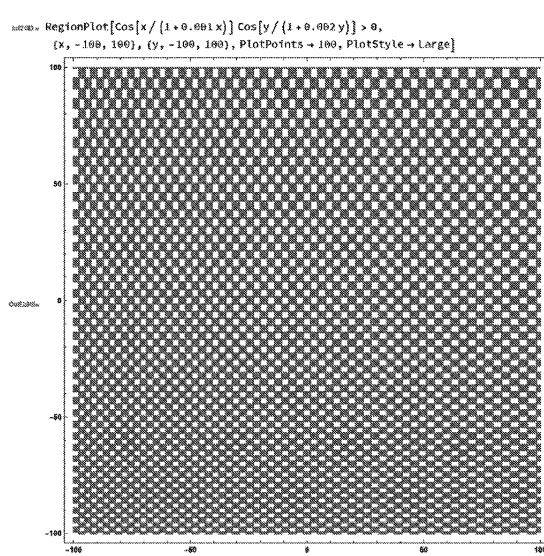


Fig. 3B

10

20

30

40

50

【図 3 C】

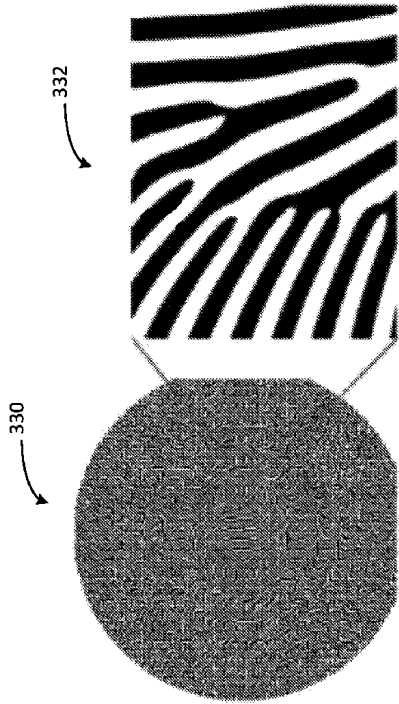


Fig. 3C

【図 4 A】

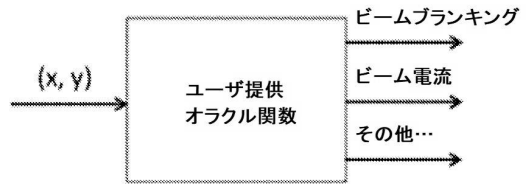


Fig. 4A

10

20

【図 4 B】

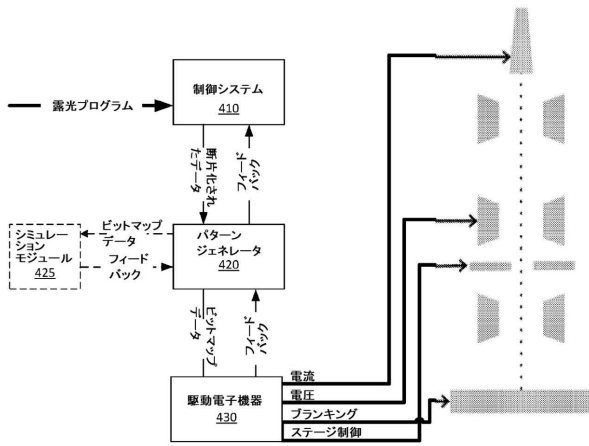


Fig. 4B

【図 5】

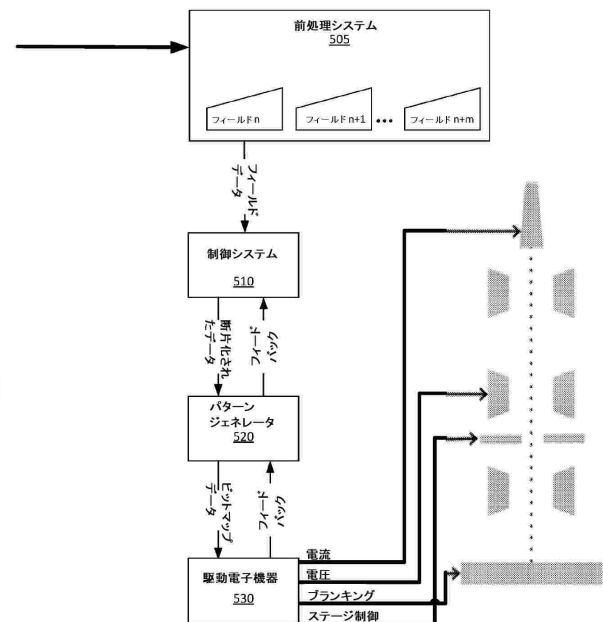


Fig. 5

30

40

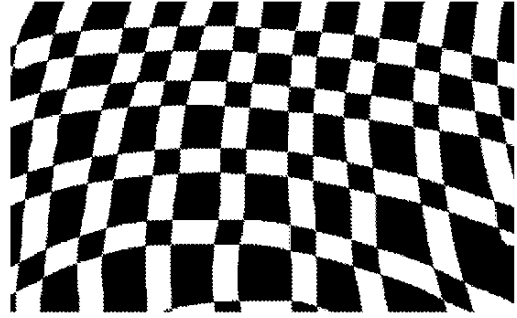
50

【 6 A 】



**Fig. 6A**

【 6 B 】



**Fig. 6B**

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (74)代理人 100181641  
弁理士 石川 大輔
- (74)代理人 230113332  
弁護士 山本 健策
- (72)発明者 リウ, ビクター カイ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94040, マウンテン ビュー, ランニングウッド サークル  
837
- (72)発明者 メッリ, マウロ  
アメリカ合衆国 フロリダ 33322, プランテーション, ダブリュー サンライズ プールバ  
ード 7500
- 審査官 田中 秀直
- (56)参考文献 特開2004-079987(JP,A)  
特開2018-120996(JP,A)  
特開平02-188910(JP,A)  
特開昭60-041221(JP,A)  
特開2007-018930(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
H01L 21/027  
G03F 7/20  
H01J 37/00