

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-536347
(P2020-536347A)

(43) 公表日 令和2年12月10日(2020.12.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 J 37/12 (2006.01)	HO 1 J 37/12	5 C 0 3 3
HO 1 J 37/153 (2006.01)	HO 1 J 37/153	B
HO 1 J 37/147 (2006.01)	HO 1 J 37/147	B

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2020-516808 (P2020-516808)	(71) 出願人	504151804 エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ. オランダ国 ヴェルトホーフエン 550 4 ディー アール、デ ラン 6501
(86) (22) 出願日	平成30年10月2日 (2018.10.2)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(85) 翻訳文提出日	令和2年5月20日 (2020.5.20)	(74) 代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史
(86) 国際出願番号	PCT/EP2018/076707	(74) 代理人	100117189 弁理士 江口 昭彦
(87) 国際公開番号	W02019/068666	(74) 代理人	100134120 弁理士 内藤 和彦
(87) 国際公開日	平成31年4月11日 (2019.4.11)		
(31) 優先権主張番号	62/567, 134		
(32) 優先日	平成29年10月2日 (2017.10.2)		
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 荷電粒子ビームを用いた装置

(57) 【要約】

高い電気的安全性、機械的利用可能性、及び機械的安定化を有する、より多くのビームレットを提供する改良ソース変換ユニットを備えたマルチビーム検査用のマルチビーム装置が開示される。ソース変換ユニットは、複数の像形成素子を有する像形成素子アレイと、複数のマイクロ補償器を有する収差補償器アレイと、複数の事前屈曲マイクロ偏向器を備えた事前屈曲素子アレイとを含む。各アレイにおいて、隣接する素子は、異なる層に配置され、及び1つの素子は、異なる層に配置された2つ以上のサブ素子を含み得る。マイクロ補償器のサブ素子は、マイクロレンズ及びマイクロ非点収差補償器などの異なる機能を有し得る。

【選択図】 図4B

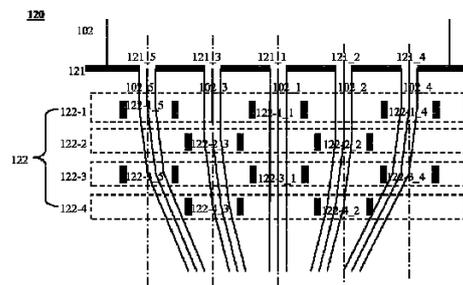


Fig. 4B

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第一セットの 2 つ以上の層に配置された複数の像形成素子を有する像形成素子アレイを含み、

前記複数の像形成素子が、荷電粒子ソースによって生成された一次荷電粒子ビームの複数のビームレットに影響を与えることによって前記荷電粒子ソースの複数の像を形成する、ソース変換ユニット。

【請求項 2】

各像形成素子が、前記複数のビームレットの 1 つを偏向させて、前記複数の像の 1 つを形成するためにマイクロ偏向器を含む、請求項 1 に記載のソース変換ユニット。

10

【請求項 3】

前記像形成素子の少なくとも幾つかは、前記複数のビームレットの 1 つを順次偏向させて、前記複数の像の 1 つを形成するために前記第一セットの 2 つの層に配置された 2 つのマイクロ偏向器を含む、請求項 1 に記載のソース変換ユニット。

【請求項 4】

前記複数の像形成素子の 1 つが、前記複数のビームレットの 1 つを偏向させて、前記複数の像の 1 つを形成するために 1 つのマイクロ偏向器を含み、及び前記複数の像形成素子の別の 1 つが、前記複数のビームレットの別の 1 つを順次偏向させて、前記複数の像の別の 1 つを形成するために前記第一セットの 2 つの層に配置された 2 つのマイクロ偏向器を含む、請求項 1 に記載のソース変換ユニット。

20

【請求項 5】

前記複数の像の収差を補償するために第二セットの 2 つ以上の層に配置された複数のマイクロ補償器を有する収差補償器アレイをさらに含む、請求項 1 に記載のソース変換ユニット。

【請求項 6】

各マイクロ補償器が、前記第二セットの異なる層に配置されたマイクロレンズ素子及びマイクロ非点収差補償器素子を含む、請求項 5 に記載のソース変換ユニット。

【請求項 7】

前記複数のマイクロ補償器の中で、マイクロレンズ素子の 1 つ及びマイクロ非点収差補償器素子の 1 つが、前記第二セットの 1 つの層に配置される、請求項 6 に記載のソース変換ユニット。

30

【請求項 8】

複数のビーム制限アパーチャを備えたビームレット制限アパーチャアレイと、第三セットの 2 つ以上の層に配置された複数の事前屈曲マイクロ偏向器を有する事前屈曲素子アレイと、

をさらに含む、

各ビーム制限アパーチャが、前記複数のビームレットの 1 つのサイズを制限し、及び各事前屈曲マイクロ偏向器が、前記複数のビームレットの 1 つを屈曲させて、対応する前記ビーム制限アパーチャに垂直に入るようにする、請求項 1 に記載のソース変換ユニット。

【請求項 9】

1 つ又は複数の事前屈曲マイクロ偏向器が、対応する 1 つのビームレットを順次屈曲させるために前記第三セットの異なる層に配置された 2 つ以上のサブマイクロ偏向器を含む、請求項 8 に記載のソース変換ユニット。

40

【請求項 10】

前記複数の事前屈曲マイクロ偏向器の各事前屈曲マイクロ偏向器が、他の事前屈曲マイクロ偏向器から電氣的にシールドされるために電気シールドキャビティ内に配置される、請求項 8 に記載のソース変換ユニット。

【請求項 11】

前記複数のマイクロ補償器の各マイクロ補償器が、他のマイクロ補償器から電氣的にシールドされるために、1 つ又は複数の電気シールドキャビティ内に配置される、請求項 5

50

に記載のソース変換ユニット。

【請求項 1 2】

前記複数の像形成素子の各像形成素子が、他の像形成素子から電氣的にシールドされるために電気シールドキャビティ内に配置される、請求項 1 に記載のソース変換ユニット。

【請求項 1 3】

前記像形成素子の 1 つ又は複数が、補償器素子を含む、請求項 1 に記載のソース変換ユニット。

【請求項 1 4】

前記補償器素子が、マイクロレンズ又は非点収差補償器の何れかを含む、請求項 1 3 に記載のソース変換ユニット。

【請求項 1 5】

前記像形成素子の 1 つ又は複数が、マイクロレンズを含む補償器素子を含み、前記像形成素子の 1 つ又は複数が、マイクロ非点収差補償器である非点収差補償器を含む補償器を含み、並びに前記像形成素子の 1 つ又は複数が、マイクロレンズ及び非点収差補償器を含む補償器を含む、請求項 1 3 に記載のソース変換ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、2017年10月2日に提出された米国特許出願第62/567,134号の優先権を主張するものであり、参照によりその全体が本明細書に援用される。

【0002】

[0002] 本明細書で提供される実施形態は、より多くのビームレットを提供する改良ソース変換ユニットを含むマルチビーム装置を開示する。

【背景技術】

【0003】

[0003] 半導体製造プロセスの様々なステップにおいて、パターン欠陥及びノイズ又は招かれざる粒子が、製造プロセス中に、ウェーハ及びノイズ又はマスク上に生じる場合があり、これは、歩留まりを大幅に低下させ得る。半導体デバイスの寸法を減少させることによってもたらされた分解能及び信頼性検査の要求をかなえるため、並びに製造プロセスの高スループット及び高歩留まりの要求を満たすために、単一の一次電子ビームを利用して、一度にサンプルオブジェクトの表面の1つのエリアを検査する、以前に使用された低電圧走査電子顕微鏡(LVSEM (Low-voltage Scanning Electron Microscope)) に取って代わる検査システムにおいて、複数の粒子ビームが利用されてきた。

【0004】

[0004] 複数の荷電粒子ビームは、一度に、サンプルの表面の一セクションの小さなスキャンエリア上に複数のビームスポットを同時に形成する。このタイプの並列スキャンは、スキャンの効率を向上させるだけでなく、複数の荷電粒子ビームの各ビームの電流が、単一の荷電粒子ビームに必要とされるより大きな電流と比較して小さいため、荷電粒子相互作用(クーロン効果)を根本的に低下させる。これらのタイプの改良は、大きな電流を有するビームにおける強いクーロン効果により、検査の分解能の悪化を減少させることができる。

【0005】

[0005] 検査システムで利用される複数のビームは、複数のソースから、又は単一のソースからのものでもよい。ビームが複数のソースからのものである場合、複数のコラムがビームをスキャンし、及びビームの焦点を表面上に合わせ、ビームによって生成された信号が、コラムにおける検出器によってそれぞれ検出され得る。複数のソースからのビームを使用した装置は、マルチコラム装置と呼ばれる場合がある。

【0006】

[0006] 荷電粒子ビームが単一のソースからのものである場合、単一ビームソースの複

10

20

30

40

50

数の仮想像又は実像を形成するために、ソース変換ユニットが使用され得る。ソース変換ユニットは、単一ソースからの荷電粒子を複数のビーム（ビームレットとも呼ばれる）に分割する複数のアパーチャを有する導電層を有し得る。ソース変換ユニットは、単一ソースの複数の仮想像又は実像を形成するためのビームレットに影響を与え得るマイクロ素子を有し得る。単一ソースからのビームを使用する装置は、マルチビーム装置と呼ばれ得る。

【0007】

【0007】 単一ソースの複数の像を形成するために異なる方法が存在する。幾つかのソース変換ユニットでは、各マイクロ素子が、1つのビームレットの焦点を合わせ、及び1つの実像を形成する静電マイクロレンズとして機能する。幾つかのソース変換ユニットでは、各マイクロ素子が、1つのビームレットを偏向させ、及び1つの仮想像を形成する静電マイクロ偏向器として機能する。

10

【0008】

【0008】 ソース変換ユニットは、1つのビームレット制限機構、1つの収差補償器アレイ機構、及び1つの像形成機構を含み得る。ビームレット制限機構は、一次荷電粒子ビームを複数のビームレットに分割する複数のビーム制限アパーチャを含む。収差補償器アレイ機構は、各ビームレットに対して、フィールド曲率収差及び/又は非点収差を補償するマイクロ補償器素子を含む。像形成機構は、複数の像形成マイクロ素子を含み、各像形成マイクロ素子は、円形レンズ又は偏向器でもよい。複数の像形成マイクロ素子は、複数のビームレットの焦点を合わせ、又は複数のビームレットを偏向させて、複数の平行実像又は仮想像を形成する。一次荷電粒子ビームが非平行電子ビームである幾つかの例では、ソース変換ユニットは、垂直角でビーム制限機構に入るように複数のビームレットを屈曲させる複数の事前屈曲マイクロ偏向器素子を含む事前屈曲素子機構をさらに含み得る。

20

【0009】

【0009】 また、これらの機構の1つにおける素子のピッチは、他の機構の対応する素子のピッチに等しい。それに応じて、ビームレットのピッチは、従って、対応する素子のピッチと同じである。単一ソースからより多くのビームレットを得るために、素子のピッチは、好ましくは、可能な限り多く作られる。従って、これらの機構は、MEMS技術によって作られる。しかし、これらのピッチは、機構の素子の電気的安全性、機械的利用可能性、及び機械的安定化によって決定される制限を超えて減少させることはできない。

30

【0010】

【0010】 ソース変換ユニットの既存の構造は、素子のピッチをさらに減少させるための機械的及び電気的制約を引き継ぐ。制約の1つは、表面上の素子の製造プロセスの機械的利用可能性である。別の制約は、素子の構造が製造で使用される導電材料の物理的限界に達したときの素子の構造の機械的安定性である。また、隣接する素子間の電気的クロストークが、電気的安全性の懸念をソース変換ユニットに持ち込み得る。

【0011】

【0011】 従って、ビームレットのより小さいピッチを有し、それと同時に、機械的及び電気的制約を克服する機械的安定性及び電気的安全性を有するソース変換ユニットが、半導体製造プロセスの検査スループットをさらに向上させるために、マルチビーム検査システムにおいて非常に望ましい。

40

【発明の概要】

【0012】

【0012】 本開示の実施形態は、高い電気的安全性、機械的利用可能性、及び機械的安定化を有する、より多くのビームレットを提供する改良ソース変換ユニットを備えたマルチビーム検査用のマルチビーム装置を提供する。幾つかの実施形態では、ソース変換ユニットが提供される。ソース変換ユニットは、複数の像形成素子を有する像形成素子アレイと、複数のマイクロ補償器を有する収差補償器アレイとを含む。複数のマイクロ補償器は、複数の収差補償器層に配置されたサブマイクロ補償器を含む。幾つかのサブマイクロ補償器は、マイクロレンズとして機能するようにさらに構成され、及び幾つかの他のサブマイ

50

クロ補償器は、マイクロ非点収差補償器として機能するようにさらに構成される。

【0013】

[0013] 幾つかの実施形態では、ソース変換ユニットが提供される。ソース変換ユニットは、複数の像形成素子を有する像形成素子アレイを含む。複数の像形成素子は、2つ以上の像形成層に配置される。

【0014】

[0014] 幾つかの実施形態では、ソース変換ユニットが提供される。ソース変換ユニットは、複数の像形成素子を有する像形成素子アレイと、複数のマイクロ補償器を有する収差補償器アレイとを含む。複数の像形成素子は、2つ以上の像形成層に配置される。複数のマイクロ補償器は、2つ以上の収差補償器層に配置される。複数のマイクロ補償器の1つは、異なる収差補償器層に配置された1つのマイクロレンズ素子及び1つのマイクロ非点収差補償器素子をさらに含み得る。

10

【0015】

[0015] 幾つかの実施形態では、ソース変換ユニットが提供される。ソース変換ユニットは、複数の像形成素子を有する像形成素子アレイと、複数のマイクロ補償器を有する収差補償器アレイと、複数の事前屈曲マイクロ偏向器を有する事前屈曲素子アレイとを含む。複数の像形成素子は、2つ以上の像形成層に配置される。複数のマイクロ補償器は、2つ以上の収差補償器層に配置される。複数のマイクロ補償器の1つは、異なる収差補償器層に配置された1つのマイクロレンズ素子及び1つのマイクロ非点収差補償器素子をさらに含み得る。事前屈曲素子アレイは、2つ以上の事前屈曲層を含み、及び事前屈曲マイクロ偏向器は、複数のビームレットに対応する事前屈曲層に配置される。

20

【0016】

[0016] 幾つかの実施形態では、ソース変換ユニットが提供される。ソース変換ユニットは、2つ以上の像形成層を有する像形成素子アレイと、2つ以上の収差補償器層を有する収差補償器素子アレイと、2つ以上の事前屈曲層を有する事前屈曲素子アレイとを含む。ソース変換ユニットは、像形成素子アレイ、収差補償器素子アレイ、及び事前屈曲素子アレイにおいて、素子ごとに静電シールドを共に形成する複数のシールド層及び絶縁層を含むようにさらに構成される。

【0017】

[0017] 幾つかの実施形態では、マルチビーム検査システムが提供される。マルチビーム検査システムは、本開示の実施形態によるソース変換ユニットを含む。

30

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】[0018]本開示の実施形態に一致する例示的電子ビーム検査（EBI（electron beam inspection））システムを示す模式図である。

【図2】[0019]本開示の実施形態に一致する図1の例示的電子ビーム検査システムの一部となり得る例示的電子ビームツールを示す模式図である。

【図3A】[0020]本開示の実施形態に一致する、複数の収差補償器層及び像形成素子層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図である。

40

【図3B】[0021]本開示の実施形態に一致する例示的素子の構成を示す模式図である。

【図3C】[0021]本開示の実施形態に一致する例示的素子の構成を示す模式図である。

【図4A】[0022]本開示の実施形態に一致する、複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図である。

【図4B】[0022]本開示の実施形態に一致する、複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図である。

【図4C】[0022]本開示の実施形態に一致する、複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図である。

【図5A】[0023]本開示の実施形態に一致する、複数の収差補償器層及び複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式

50

図である。

【図 5 B】[0023]本開示の実施形態に一致する、複数の収差補償器層及び複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図である。

【図 6 A】[0024]本開示の実施形態に一致する、複数の事前屈曲層、複数の収差補償器層、及び複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図である。

【図 6 B】[0024]本開示の実施形態に一致する、複数の事前屈曲層、複数の収差補償器層、及び複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図である。

【図 6 C】[0024]本開示の実施形態に一致する、複数の事前屈曲層、複数の収差補償器層、及び複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図である。

【図 7】[0025]複数の層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の構成を示す模式図である。

【図 8 A】[0026]本開示の実施形態に一致する、複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の構成を示す模式図である。

【図 8 B】[0027]本開示の実施形態に一致する、複数の収差補償器層及び複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の構成を示す模式図である。

【図 8 C】[0027]本開示の実施形態に一致する、複数の収差補償器層及び複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の構成を示す模式図である。

【図 9 A】[0028]本開示の実施形態に一致する、複数の事前屈曲層、複数の収差補償器層、及び複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の構成を示す模式図である。

【図 9 B】[0028]本開示の実施形態に一致する、複数の事前屈曲層、複数の収差補償器層、及び複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

[0029] これより、例示の実施形態に詳細に言及し、それらの例が、添付の図面に示される。以下の記載は、異なる図面における同じ番号が、別段の説明のない限り、同一又は類似の要素を表す添付の図面を参照する。以下の例示の実施形態の説明に記載される実施態様は、本発明と一致する全ての実施態様を表すわけではない。代わりに、それらは、添付の特許請求の範囲に記載される本発明に係る態様と一致した装置及び方法の例に過ぎない。

【0020】

[0030] 本発明は、半導体の製造プロセスにおいて高分解能及び高スループットで表面の品質を検査するために、複数の荷電粒子ビームを利用して、観察中のサンプルオブジェクトの表面の一セクションの複数のスキャンエリアの像を同時に形成するマルチビーム検査(MBI(Multi-beam Inspection))システムに関する。

【0021】

[0031] 本開示の実施形態は、像形成素子アレイ、収差補償器アレイ、及び/又は事前屈曲素子アレイにおける素子のピッチを範囲内に維持しながら、ビームレットのピッチを減少させるソース変換ユニットを提供する荷電粒子ビーム検査システムを提供する。本明細書に開示する実施形態は、ソース変換ユニットの電気的安全性、機械的利用可能性、及び機械的安定化を向上させることができる。

【0022】

[0032] 開示する実施形態は、ソース変換ユニットの電気的安全性、機械的利用可能性

10

20

30

40

50

、及び機械的安定化のこれらの向上に役立ち得る幾つかのフィーチャを提供する。例えば、幾つかの実施形態では、ソース変換ユニットは、2つ以上の層に配置される像形成マイクロ偏向器を有する像形成素子アレイを含み、隣接するビームレットを偏向させる隣接する像形成マイクロ偏向器は、同じ層に配置されない。幾つかの実施形態では、ソース変換ユニットは、2つ以上の層に配置されるマイクロ補償器を有する収差補償器アレイを含み、隣接するビームレットの収差を補償する隣接するマイクロ補償器は、同じ層に配置されない。幾つかの実施形態では、ソース変換ユニットは、4つ以上の層に配置される（マイクロ補償器の）サブマイクロ補償器を有する収差補償器アレイを含み、隣接するビームレットの収差を補償する隣接するサブマイクロ補償器は、同じ層に配置されない。他の実施形態では、ソース変換ユニットは、2つ以上の層に配置される事前屈曲マイクロ偏向器を有する事前屈曲素子アレイを含み、隣接するビームレットを偏向させる隣接する事前屈曲マイクロ偏向器は、同じ層に配置されない。そして、幾つかの実施形態では、各層が、各素子及びそのビームレット経路を、隣接する素子及びビームレット経路から保護する静電シールド構造を提供する構造を有する。

10

20

30

40

50

【0023】

[0033] また、開示する実施形態は、電気的安全性を向上させる幾つかのフィーチャを提供する。例えば、幾つかの実施形態では、収差補償器アレイの各層におけるサブマイクロ補償器の電極の数を減らす一方で、各層において、サブマイクロ補償器の幾つかは、マイクロレンズとして機能する環状構造を有し、他のサブマイクロ補償器は、マイクロ非点収差補償器として機能する多極構造を有する。幾つかの実施形態では、像形成素子アレイのマイクロ偏向器が2つ以上のサブマイクロ偏向器に分割され、これらのサブマイクロ偏向器は、2つ以上の層に配置される。幾つかの実施形態では、事前屈曲素子アレイのマイクロ偏向器が2つ以上のサブマイクロ偏向器に分割され、これらのサブマイクロ偏向器は、2つ以上の層に配置される。これらの実施形態における像形成素子アレイ又は事前屈曲素子アレイでは、各ビームレットは、対応するマイクロ偏向器のサブマイクロ偏向器によって順次偏向させることができる。従って、偏向目的によって必要とされる、各サブマイクロ偏向器に印加される偏向電圧は、対応するマイクロ偏向器のものよりも小さく構成され得る。これにより、ソース変換ユニットの電気的安全性が向上する。

【0024】

[0034] 本明細書では、特に別段の記載がなければ、「又は」という用語は、実行不可能な場合を除き、全ての可能な組み合わせを包含する。例えば、データベースがA又はBを含み得ると記載される場合、特に別段の記載がなければ、又は実行不可能でなければ、データベースは、A又はB、又はA及びBを含み得る。第2の例として、データベースがA、B、又はCを含み得ると記載される場合、特に別段の記載がなければ、又は実行不可能でなければ、データベースは、A又はB又はC、又はA及びB、又はA及びC、又はB及びC、又はA及びB及びCを含み得る。

【0025】

[0035] ここで、本開示の実施形態に一致する例示的電子ビーム検査（EBI）システム100を示す図1を参照する。図1に示すように、荷電粒子ビーム検査システム1は、主チャンバ10、ロード/ロックチャンバ20、電子ビームツール100、及び機器フロントエンドモジュール（EFEM（equipment front end module））30を含む。電子ビームツール100は、主チャンバ10内に位置する。

【0026】

[0036] EFEM30は、第一ローディングポート30a及び第二ローディングポート30bを含む。EFEM30は、追加のローディングポートを含んでもよい。第一ローディングポート30a及び第二ローディングポート30bは、検査すべきウェーハ（例えば、半導体ウェーハ、又は他の材料で作られたウェーハ）又はサンプルを収容するウェーハ前面開口統一ポッド（FOUP（front opening unified pod））を受け入れる（以下、ウェーハ及びサンプルは、まとめて「ウェーハ」と呼ぶ）。EFEM30における1つ又は複数のロボットアーム（不図示）は、ウェーハをロード/ロックチャンバ20に運ぶ。

【 0 0 2 7 】

【0037】 ロード/ロックチャンバ20は、大気圧より低い第一圧力に達するようにロード/ロックチャンバ20内の気体分子を除去するロード/ロック真空ポンプシステム(不図示)に接続される。第一圧力に達した後に、1つ又は複数のロボットアーム(不図示)が、ウェーハをロード/ロックチャンバ20から主チャンバ10へと運ぶ。主チャンバ10は、第一圧力より低い第二圧力に達するように主チャンバ10内の気体分子を除去する主チャンバ真空ポンプシステム(不図示)に接続される。第二圧力に達した後に、ウェーハは、電子ビームツール100による検査を受ける。本開示は、電子ビーム検査システムを収納する主チャンバ10の例を提供するが、本開示の態様は、最も広い意味では、電子ビーム検査システムを収納するチャンバに限定されないことに留意されたい。むしろ、前述の原理が他のチャンバにも同様に適用され得ることが理解される。

10

【 0 0 2 8 】

【0038】 ここで、本開示の実施形態に一致する図1の例示的荷電粒子ビーム検査システムの一部となり得る例示的電子ビームツールを示す模式図を示す図2を参照する。電子ビームツール100(本明細書では、装置100とも呼ばれる)は、電子ソース101、ガンパーチャ103を有するガンパーチャプレート171、コンデンサレンズ110、ソース変換ユニット120、一次投影光学システム130、サンプルステージ(図2では不図示)、二次光学システム150、及び電子検出デバイス140Mを含む。一次投影光学システム130は、対物レンズ131を含み得る。電子検出デバイス140Mは、複数の検出素子140_1、140_2、及び140_3を含み得る。ビームセパレータ160及び偏向スキャンユニット132は、一次投影光学システム130内に配置され得る。

20

【 0 0 2 9 】

【0039】 電子ソース101、ガンパーチャプレート171、コンデンサレンズ110、ソース変換ユニット120、ビームセパレータ160、偏向スキャンユニット132、及び一次投影光学システム130は、装置100の一次光軸100_1とアライメントされ得る。二次光学システム150及び電子検出デバイス140Mは、装置100の二次光軸150_1とアライメントされ得る。

【 0 0 3 0 】

【0040】 電子ソース101は、カソード、抽出器、又はアノードを含んでもよく、一次電子は、クロスオーバー(仮想又は実)101sを形成する一次電子ビーム102を形成するために、カソードから放出され、及び抽出又は加速され得る。一次電子ビーム102は、クロスオーバー101sから放出されるように可視化することができる。

30

【 0 0 3 1 】

【0041】 ソース変換ユニット120は、像形成素子アレイ(図2では不図示)及びビーム制限アパーチャアレイ(図2では不図示)を含み得る。像形成素子アレイは、一次電子ビーム102の複数のビームレットを用いて、クロスオーバー101sの複数の平行像(仮想又は実)を形成するために、複数のマイクロ偏向器又はマイクロレンズを含み得る。ビーム制限アパーチャアレイは、複数のビームレットを制限し得る。図2は、一例として、3つのビームレット102_1、102_2、及び102_3を示し、ソース変換ユニット120が任意の数のビームレットを取り扱うことができることが理解される。

40

【 0 0 3 2 】

【0042】 コンデンサレンズ110は、一次電子ビーム102の焦点を合わせることができる。ソース変換ユニット120の下流のビームレット102_1、102_2、及び102_3の電流は、コンデンサレンズ110のフォーカス力を調節することによって、又はビーム制限アパーチャアレイ内で対応するビーム制限アパーチャの半径サイズを変更することによって異ならせることができる。対物レンズ131は、検査のために、ビームレット102_1、102_2、及び102_3の焦点をサンプル190上に合わせることができ、並びにサンプル190の表面上に3つのプローブスポット102_1s、102_2s、及び102_3sを形成することができる。ガンパーチャプレート171は、クーロン効果を低下させるために、使用していない一次電子ビーム102の最外殻電子を

50

遮断することができる。クーロン効果は、プローブスポット102__1s、102__2s、及び102__3sのそれぞれのサイズを拡大し、その結果、検査分解能を悪化させ得る。

【0033】

[0043] ビームセパレータ160は、ダイポール静電場E1及びダイポール磁場B1（これらは共に図2では不図示）を生成する静電偏向器を含むウィーンフィルタタイプのビームセパレータでもよい。それらが適用された場合、ビームレット102__1、102__2、及び102__3の電子に対してダイポール静電場E1によって働く力は、ダイポール磁場B1によって電子に働く力と大きさが等しく、且つ方向が反対である。従って、ビームレット102__1、102__2、及び102__3は、ゼロ偏向角で、ビームセパレータ160を真っ直ぐに通過し得る。

10

【0034】

[0044] 偏向スキャンユニット132は、サンプル190の表面の一セクションにおける3つの小さなスキャンエリアにわたり、プローブスポット102__1s、102__2s、及び102__3sをスキャンするために、ビームレット102__1、102__2、及び102__3を偏向させることができる。プローブスポット102__1s、102__2s、及び102__3sにおけるビームレット102__1、102__2、及び102__3の入射に応答して、3つの二次電子ビーム102__1se、102__2se、及び102__3seが、サンプル190から放出され得る。二次電子ビーム102__1se、102__2se、及び102__3seのそれぞれは、二次電子（エネルギー50eV）及び後方散乱電子（50eV～ビームレット102__1、102__2、及び102__3のランディングエネルギーのエネルギー）を含むエネルギー分布を有する電子を含み得る。ビームセパレータ160は、二次電子ビーム102__1se、102__2se、及び102__3seを二次光学システム150へと誘導することができる。二次光学システム150は、二次電子ビーム102__1se、102__2se、及び102__3seの焦点を電子検出デバイス140Mの検出素子140__1、140__2、及び140__3上に合わせることができる。検出素子140__1、140__2、及び140__3は、対応する二次電子ビーム102__1se、102__2se、及び102__3seを検出し、並びにサンプル190の対応するスキャンエリアの像を構築するために使用される対応する信号を生成することができる。

20

30

【0035】

[0045] ここで、本開示の実施形態に一致するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニット120の一部を示す図3Aを参照する。図3Aに示すように、ソース変換ユニット120は、ビームレット制限アパーチャアレイ121、像形成素子アレイ122、及び層123-1及び123-2に設けられた収差補償器アレイ123を含む。また、図3Aは、1×3アレイのビームレットを取り扱うこれらのアレイのそれぞれを示すが、これらのアレイは、任意の数のビームレットのアレイを取り扱うことができることが理解される。

【0036】

[0046] ビームレット制限アパーチャアレイ121は、3つのビーム制限アパーチャ121__1、121__2、及び121__3を含む。平行一次電子ビーム102は、ビームレット制限アパーチャアレイ121上に入射し、対応するビーム制限アパーチャ121__1～121__3を介して、3つのビームレット102__1、102__2、及び102__3に分割される。また、ビーム制限アパーチャ121__1～121__3のピッチは、サンプル表面上でプローブスポットの等しいピッチを作り出すように設定され得る。

40

【0037】

[0047] 像形成素子アレイ122は、3つの像形成マイクロ偏向器122__1、122__2、及び122__3を含む。像形成マイクロ偏向器122__1～122__3は、ビームレット102__1～102__3をそれぞれ偏向させて、一次電子ビーム102を生成する電子ソースの3つの像を形成することができる。

50

【0038】

[0048] 収差補償器層123-1及び123-2に設けられた収差補償器アレイ123は、複数のマイクロ補償器123__1、123__2、及び123__3を含む。マイクロ補償器123__1~123__3のそれぞれは、層123-1及び123-2に配置された2つのサブマイクロ補償器を含む。すなわち、マイクロ補償器123__1~123__3は、サブマイクロ補償器123-1__1及び123-2__1と、123-1__2及び123-2__2と、123-1__3及び123-2__3とをそれぞれ含む。

【0039】

[0049] マイクロ補償器123__1~123__3のそれぞれでは、2つのサブマイクロ補償器(例えば、サブマイクロ補償器123-1__1及び123-2__1)の一方が、マイクロレンズとして機能する、図3Bに示すものなどの環状電極構造を有し、他方が、マイクロ非点収差補償器として機能する、図3Cのような少なくとも4つの静電極又は電極を含む多極構造を有する。環状電極及び多極構造は、その全体が本明細書に援用される米国特許第9,607,805号にさらに記載されている。図3Cの多極構造は、全ての極に同じ電圧が印加される場合にマイクロレンズとして機能することもできることが理解される。

10

【0040】

[0050] 収差補償器アレイ123の各層123-1及び123-2では、3つのサブマイクロ補償器は、同じ機能性を共有しない。すなわち、層123-1に関して、サブマイクロ補償器123-1__1、123-1__2、及び123-1__3の一セットは、マイクロレンズとして機能する少なくとも1つのサブマイクロ補償器、及びマイクロ非点収差補償器として機能する少なくとも1つのサブマイクロ補償器を含む。例えば、サブマイクロ補償器123-1__2、123-1__3、及び123-2__1が、マイクロレンズとして機能する一方で、サブマイクロ補償器123-1__1、123-2__2、及び123-2__3は、マイクロ非点収差補償器として機能することができ、或いはその逆でもよい。マイクロ補償器123__1~123__3のそれぞれでは、マイクロレンズ及びマイクロ非点収差補償器は、ビームレット102__1~102__3の1つのフィールド曲率収差及び非点収差をそれぞれ補償する。マイクロレンズは、1つのフォーカス電圧を使用して動作するが、マイクロ非点収差補償器は、少なくとも2つの非点収差電圧を使用して動作する。マイクロ非点収差補償器の幾つか及びマイクロレンズの幾つかを1つの層に配置し、その他のマイクロ非点収差補償器及びマイクロレンズを別の層に配置することによって、各層で極を接続する回路が、全てのマイクロ非点収差補償器を1つの層に配置し、且つ全てのマイクロレンズを別の層に配置することと比較して、減らされる。従って、これは、電気的安全性を向上させる。

20

30

【0041】

[0051] ここで、本開示の実施形態に一致する電極の構成を示す模式図である図3B及び3Cを参照する。具体的には、図3Bは、電圧電位が印加された際にマイクロレンズとして機能するように構成された環状電極を示す。図3Cは、各電極に印加された電圧に基づいて異なって機能するように構成することができる4つの電極e1~e4を備えた多極構造を示す。例えば、1つの電圧が全ての電極に印加された場合に、多極構造は、マイクロレンズとして機能するように構成される。同じ絶対値であるが、反対方向の2つの電圧が2対の反対電極に印加された場合に、多極構造は、マイクロ非点収差補償器として機能するように構成される。例えば、図3Cでは、V1が極e1及びe3に印加され、且つ-V1が極e2及びe4に印加される際に、多極構造は、マイクロ非点収差補償器として機能する。そして、ゼロ電圧が一方の対の反対極に印加され、及び同じ絶対値であるが、反対方向の2つの電圧が他方の対の反対極に印加される場合に、多極構造は、マイクロ偏向器として機能するように構成される。例えば、図3Cでは、0がe2及びe4に印加され、V2がe1に印加され、並びに-V2がe3に印加される場合、多極構造は、マイクロ偏向器として機能する。マイクロ偏向器として動作する際に、V2が増大するにつれ、ビームレットの偏向の角度も同様に増大する。

40

50

【 0 0 4 2 】

【0052】 ここで、本開示の実施形態に一致する、複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図を示す図 4 A、4 B、及び 4 C を参照する。

【 0 0 4 3 】

【0053】 図 4 A に示すように、ソース変換ユニット 1 2 0 は、ビームレット制限アパーチャレイ 1 2 1 及び像形成素子アレイ 1 2 2 を含む。また、図 4 A は、1 × 5 アレイのビームレットを取り扱うこれらのアレイのそれぞれを示すが、これらのアレイは、任意の数のビームレットのアレイを取り扱うことができることが理解される。

【 0 0 4 4 】

【0054】 ビームレット制限アパーチャレイ 1 2 1 は、5 つのビーム制限アパーチャ 1 2 1 __ 1、1 2 1 __ 2、1 2 1 __ 3、1 2 1 __ 4、及び 1 2 1 __ 5 を含む。平行一次電子ビーム 1 0 2 は、ビームレット制限アパーチャレイ 1 2 1 上に入射し、対応するビーム制限アパーチャ 1 2 1 __ 1 ~ 1 2 1 __ 5 を介して、5 つのビームレット 1 0 2 __ 1、1 0 2 __ 2、1 0 2 __ 3、1 0 2 __ 4、及び 1 0 2 __ 5 に分割される。また、ビーム制限アパーチャ 1 2 1 __ 1 ~ 1 2 1 __ 5 のピッチは、サンプル表面上でプローブスポットの等しいピッチを作り出すように設定され得る。

【 0 0 4 5 】

【0055】 像形成素子アレイ 1 2 2 は、5 つの像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1、1 2 2 __ 2、1 2 2 __ 3、1 2 2 __ 4、及び 1 2 2 __ 5 を含む。像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1 ~ 1 2 2 __ 5 は、ビームレット 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ 5 をそれぞれ偏向させて、一次電子ビーム 1 0 2 を生成する電子ソースの 5 つの像を形成することができる。像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1 ~ 1 2 2 __ 5 は、2 つの像形成層 1 2 2 - 1 及び 1 2 2 - 2 に配置される。層 1 2 2 - 1 及び 1 2 2 - 2 は、偏向面 1 2 2 __ 1 __ 0 及び 1 2 2 __ 2 __ 0 をそれぞれ含む。偏向器の偏向機能は、完全に偏向面上で生じると見なすことができる。

【 0 0 4 6 】

【0056】 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ 5 のどの 2 つの隣接するビームレットも、2 つの異なる像形成層に配置された像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1 ~ 1 2 2 __ 5 の内の 2 つによって偏向される（一方のビームレットは、層 1 2 2 - 1 に配置された像形成マイクロ偏向器によって偏向され、他方のビームレットは、層 1 2 2 - 2 に配置された像形成マイクロ偏向器によって偏向される）。

【 0 0 4 7 】

【0057】 例えば、像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1、1 2 2 __ 4、及び 1 2 2 __ 5 は、ビームレット 1 0 2 __ 1、1 0 2 __ 4、及び 1 0 2 __ 5 を偏向させて一次電子ビーム 1 0 2 を生成する電子ソースの 3 つの像を形成するために層 1 2 2 - 1 に配置され、像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 2 及び 1 2 2 __ 3 は、ビームレット 1 0 2 __ 2 及び 1 0 2 __ 3 を偏向させて電子ソースの 2 つの像を形成するために層 1 2 2 - 2 に配置される。像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1、1 2 2 __ 4、及び 1 2 2 __ 5 は、ビームレット 1 0 2 __ 1、1 0 2 __ 4、及び 1 0 2 __ 5 を偏向させて電子ソースの 3 つの像を形成するために層 1 2 2 - 2 に配置されてもよく、像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 2 及び 1 2 2 __ 3 は、1 0 2 __ 2 及び 1 0 2 __ 3 を偏向させて電子ソースの 2 つの像を形成するために層 1 2 2 - 1 に配置されることが理解される。

【 0 0 4 8 】

【0058】 像形成マイクロ偏向器の幾つかを層 1 2 2 - 1 に配置し、及び幾つかの他の像形成マイクロ偏向器を層 1 2 2 - 2 に配置することによって、像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1 ~ 1 2 2 __ 5 のピッチは、全ての像形成マイクロ偏向器を 1 つの層に配置する場合よりも小さく構成することができる。

【 0 0 4 9 】

【0059】 図 4 B に示すように、ソース変換ユニット 1 2 0 は、ビームレット制限アパーチャレイ 1 2 1 及び像形成素子アレイ 1 2 2 を含む。幾つかの実施形態では、像形成素

10

20

30

40

50

子アレイ 1 2 2 の 1 つ又は複数の素子は、補償器素子である。例えば、素子 1 2 2 - 1 __ 1、1 2 2 - 2 __ 2、1 2 2 - 2 __ 3、1 2 2 - 1 __ 4、1 2 2 - 1 __ 5、1 2 2 - 3 __ 1、1 2 2 - 4 __ 2、1 2 2 - 4 __ 3、1 2 2 - 3 __ 4、及び 1 2 2 - 3 __ 5 の何れか又は全てが、補償器素子であってもよい。幾つかの実施形態では、補償器素子は、マイクロレンズ、非点収差補償器、又はマイクロレンズ及び非点収差補償器の何れかを含み得る。非点収差補償器は、マイクロ非点収差補償器でもよい。補償器素子は、マイクロ補償器でもよい。また、図 4 B は、1 × 5 アレイのビームレットを取り扱うこれらのアレイのそれぞれを示すが、これらのアレイは、任意の数のビームレットのアレイを取り扱うことができることが理解される。

【 0 0 5 0 】

[0060] ビームレット制限アパーチャアレイ 1 2 1 は、複数のビーム制限アパーチャ 1 2 1 __ 1、1 2 1 __ 2、1 2 1 __ 3、1 2 1 __ 4、及び 1 2 1 __ 5 を含む。平行一次電子ビーム 1 0 2 は、ビームレット制限アパーチャアレイ 1 2 1 上に入射し、対応するビーム制限アパーチャ 1 2 1 __ 1 ~ 1 2 1 __ 5 を介して、5 つのビームレット 1 0 2 __ 1、1 0 2 __ 2、1 0 2 __ 3、1 0 2 __ 4、及び 1 0 2 __ 5 に分割される。また、ビーム制限アパーチャ 1 2 1 __ 1 ~ 1 2 1 __ 5 のピッチは、サンプル表面上でプローブスポットの等しいピッチを作り出すように設定され得る。

【 0 0 5 1 】

[0061] 像形成素子アレイ 1 2 2 は、5 つの像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1、1 2 2 __ 2、1 2 2 __ 3、1 2 2 __ 4、及び 1 2 2 __ 5 を含む。各マイクロ偏向器は、2 つの像形成層に配置された 2 つの像形成サブマイクロ偏向器を含む。全てのサブマイクロ偏向器が、4 つの像形成層 1 2 2 - 1、1 2 2 - 2、1 2 2 - 3、及び 1 2 2 - 4 に配置される。一例として、像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1、1 2 2 __ 4、及び 1 2 2 __ 5 の像形成サブマイクロ偏向器 1 2 2 - 1 __ 1、1 2 2 - 1 __ 4、及び 1 2 2 - 1 __ 5 は、層 1 2 2 - 1 に配置され、像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 2 及び 1 2 2 __ 3 の像形成サブマイクロ偏向器 1 2 2 - 2 __ 2 及び 1 2 2 - 2 __ 3 は、層 1 2 2 - 2 に配置され、像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1、1 2 2 __ 4、及び 1 2 2 __ 5 の像形成サブマイクロ偏向器 1 2 2 - 3 __ 1、1 2 2 - 3 __ 4、及び 1 2 2 - 3 __ 5 は、層 1 2 2 - 3 に配置され、並びに像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 2 及び 1 2 2 __ 3 の像形成サブマイクロ偏向器 1 2 2 - 4 __ 2 及び 1 2 2 - 4 __ 3 は、層 1 2 2 - 4 に配置される。像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1 ~ 1 2 2 __ 5 のそれぞれの 2 つの像形成サブマイクロ偏向器は、ビームレット 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ 5 の 1 つを順次偏向させて、一次電子ビーム 1 0 2 を生成する電子ソースの 1 つの像を形成する。像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 1 ~ 1 2 2 __ 5 は、電子ソースの 5 つの像を形成する。

【 0 0 5 2 】

[0062] 層及び像形成マイクロ偏向器の配置は、本開示の実施形態に従った他の構成に構成されてもよいことが理解される。

【 0 0 5 3 】

[0063] ビームレット (ビームレット 1 0 2 __ 5 など) が 2 つの像形成サブマイクロ偏向器によって順次偏向されるので、2 つの像形成サブマイクロ偏向器 (1 2 2 - 1 __ 5 及び 1 2 2 - 3 __ 5 など) のそれぞれの偏向電圧は、単一の対応する像形成マイクロ偏向器 (図 4 A の像形成マイクロ偏向器 1 2 2 __ 5 など) の偏向電圧よりも小さくすることができ、従って、より大きな電気的安全性を提供する。2 つの隣接する像形成マイクロ偏向器の像形成サブマイクロ偏向器を 4 つの層に配置することによって、2 つの隣接する像形成マイクロ偏向器のピッチは、同じ層の内の 2 つにサブマイクロ偏向器を配置する場合に必要とされるピッチよりも小さく構成することができる。

【 0 0 5 4 】

[0064] 図 4 C に示すように、ソース変換ユニット 1 2 0 は、ビームレット制限アパーチャアレイ 1 2 1 及び像形成素子アレイ 1 2 2 を含む。また、図 4 C は、1 × 5 アレイのビームレットを取り扱うこれらのアレイのそれぞれを示すが、これらのアレイは、任意の

10

20

30

40

50

数のビームレットのアレイを取り扱うことができることが理解される。

【0055】

[0065] ビームレット制限アパーチャアレイ121は、5つのビーム制限アパーチャ121__1、121__2、121__3、121__4、及び121__5を含む。平行一次電子ビーム102は、ビームレット制限アパーチャアレイ121上に入射し、対応するビーム制限アパーチャ121__1~121__5を介して、5つのビームレット102__1、102__2、102__3、102__4、及び102__5に分割される。また、ビーム制限アパーチャ121__1~121__5のピッチは、サンプル表面上でプローブスポットの等しいピッチを作り出すように設定され得る。

【0056】

[0066] 像形成素子アレイ122は、3つの像形成層122-1、122-2、及び122-3に配置された5つの像形成マイクロ偏向器122__1、122__2、122__3、122__4、及び122__5を含む。2つのエッジマイクロ偏向器122__4及び122-5のそれぞれは、2つの像形成層に配置された2つの像形成サブマイクロ偏向器を含む。一例として、エッジ像形成マイクロ偏向器122__4及び122__5の像形成サブマイクロ偏向器122-1__4及び122-1__5、並びに像形成マイクロ偏向器122__1(図4Cの122-1__1)は、層122-1に配置され、像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3(図4Cの122-2__2及び122-2__3)は、層122-2に配置され、並びにエッジ像形成マイクロ偏向器122__4及び122__5の像形成サブマイクロ偏向器122-3__4及び122-3__5は、層122-3に配置される。

【0057】

[0067] 像形成マイクロ偏向器122__4の2つの像形成サブマイクロ偏向器122-1__4及び122-3__4は、ビームレット102__4を順次偏向させて、一次電子ビーム102を生成する電子ソースの1つの像を形成する。像形成マイクロ偏向器122__5の2つの像形成サブマイクロ偏向器122-1__5及び122-3__5は、ビームレット102__5を順次偏向させて、電子ソースの別の1つの像を形成する。像形成マイクロ偏向器122__1、122__2、及び122__3は、ビームレット102__1~102__3をそれぞれ偏向させて、電子ソースの別の3つの像を形成する。

【0058】

[0068] ビームレット102__4及び102__5が、他の3つのビームレット102__1、102__2、及び102__3よりもソース変換ユニットの中心から離れているため、ビームレット102__4及び102__5は、サンプル表面上にプローブスポットの等しいピッチを形成するために、より大きな偏向角を有する。図4Cでは、ビームレット102__4及び102__5は、2つの像形成サブマイクロ偏向器によって順次偏向される。例えば、ビームレット102__4は、像形成サブマイクロ偏向器122-1__4及び122-3__4によって偏向される。従って、2つの像形成サブマイクロ偏向器122-1__4及び122-3__4のそれぞれの偏向電圧が、単一の像形成マイクロ偏向器(例えば、図4Aの像形成マイクロ偏向器122__4)の偏向電圧よりも小さい。これは、電気的安全性をさらに確実にする。図4Aの構成は、図4Bに示されるものよりも単純な構成から成る。層及び像形成マイクロ偏向器の配置は、本開示の実施形態に従った他の構成に構成されてもよいことが理解される。

【0059】

[0069] 一方で、像形成マイクロ偏向器の幾つかを1つの像形成層に配置し、及び幾つかの他の像形成マイクロ偏向器を別の像形成層に配置することによって、像形成マイクロ偏向器122__1~122__5のピッチは、全ての像形成マイクロ偏向器を1つの像形成層に配置する場合に必要とされるピッチよりも小さく構成することができる。

【0060】

[0070] 図5A及び5Bは、本開示の実施形態に一致する、複数の収差補償器層及び複数の像形成層を有するマルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 1 】

[0071] ここで、ソース変換ユニット120がビームレット制限アパーチャアレイ121、像形成素子アレイ122、及び収差補償器アレイ123を含む図5Aを参照する。また、図5Aは、1×5アレイのビームレットを取り扱うこれらのアレイのそれぞれを示すが、これらのアレイは、任意の数のビームレットのアレイを取り扱うことができることが理解される。

【 0 0 6 2 】

[0072] ビームレット制限アパーチャアレイ121は、5つのビーム制限アパーチャ121__1、121__2、121__3、121__4、及び121__5を含む。平行一次電子ビーム102は、ビームレット制限アパーチャアレイ121上に入射し、対応するビーム制限アパーチャ121__1～121__5を介して、5つのビームレット102__1、102__2、102__3、102__4、及び102__5に分割される。また、ビーム制限アパーチャ121__1～121__5のピッチは、サンプル表面上でプローブスポットの等しいピッチを作り出すように設定され得る。

10

【 0 0 6 3 】

[0073] 像形成素子アレイ122は、2つの像形成層122-1及び122-2に配置された5つの像形成マイクロ偏向器122__1、122__2、122__3、122__4、及び122__5を含む。一例として、像形成マイクロ偏向器122__1、122__4、及び122__5は、層122-1に配置され、並びに像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3は、層122-2に配置される。像形成マイクロ偏向器122__1、122__4、及び122__5は、ビームレット102__1、102__4、及び102__5をそれぞれ偏向させて、一次電子ビーム102を生成する電子ソースの3つの像を形成する。像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3は、ビームレット102__2及び102__3を偏向させて、電子ソースの2つの像を形成する。

20

【 0 0 6 4 】

[0074] 収差補償器アレイ123は、2つの収差補償器層123-1及び123-2に配置された複数のマイクロ補償器123__1、123__2、123__3、123__4、及び123__5を含む。一例として、マイクロ補償器123__1、123__4、及び123__5は、層123-1に配置され、並びにマイクロ補償器123__2及び123__3は、層123-2に配置される。マイクロ補償器123__1、123__4、及び123__5は、ビームレット102__1、102__4、及び102__5のフィールド曲率収差及び/又は非点収差を補償する。マイクロ補償器123__2及び123__3は、ビームレット102__2及び102__3のフィールド曲率収差及び/又は非点収差を補償する。

30

【 0 0 6 5 】

[0075] 一方で、像形成マイクロ偏向器の幾つかを1つの像形成層に配置し、及び幾つかの他の像形成マイクロ偏向器を別の像形成層に配置し、並びにマイクロ補償器の幾つかを1つの収差補償器層に配置し、及び幾つかの他のマイクロ補償器を別の収差補償器層に配置することによって、像形成マイクロ偏向器及びマイクロ補償器のピッチは、全ての像形成マイクロ偏向器が1つの像形成層に配置され、及び全てのマイクロ補償器が1つの収差補償器層に配置された場合に必要とされるピッチよりも小さく構成することができる。

40

【 0 0 6 6 】

[0076] ここで、図5Bを参照する。ソース変換ユニット120は、ビームレット制限アパーチャアレイ121、像形成素子アレイ122、及び収差補償器アレイ123を含む。また、図5Bは、1×5アレイのビームレットを取り扱うこれらのアレイのそれぞれを示すが、これらのアレイは、任意の数のビームレットのアレイを取り扱うことができることが理解される。

【 0 0 6 7 】

[0077] ビームレット制限アパーチャアレイ121は、5つのビーム制限アパーチャ121__1、121__2、121__3、121__4、及び121__5を含む。平行一次電子ビーム102は、ビームレット制限アパーチャアレイ121上に入射し、対応するビーム

50

制限アパーチャ121__1~121__5を介して、5つのビームレット102__1、102__2、102__3、102__4、及び102__5に分割される。また、ビーム制限アパーチャ121__1~121__5のピッチは、サンプル表面上でプローブスポットの等しいピッチを作り出すように設定され得る。

【0068】

[0078] 像形成素子アレイ122は、像形成層122-1及び122-2に配置された5つの像形成マイクロ偏向器122__1、122__2、122__3、122-4、及び122__5を含む。一例として、像形成マイクロ偏向器122__1、122__4、及び122__5は、層122-1に配置され、並びに像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3は、層122-2に配置される。像形成マイクロ偏向器122__1、122__4、及び122__5は、ビームレット102__1、102__4、及び102__5を偏向させて、一次電子ビーム102を生成する電子ソースの3つの像を形成する。像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3は、ビームレット102__2及び102__3を偏向させて、電子ソースの2つの像を形成する。

10

【0069】

[0079] 収差補償器アレイ123は、4つの収差補償器層123-1、123-2、123-3、及び123-4に配置された5つのマイクロ補償器123__1、123__2、123__3、123__4、及び123__5を含む。123__1~123__5の各マイクロ補償器は、4つの収差補償器層の内の2つに配置された2つのサブマイクロ補償器を含む。一例として、マイクロ補償器123__1は、層123-1及び123-3にサブマイクロ補償器123-1__1及び123-3__1を含み、マイクロ補償器123__2は、層123-2及び123-4にサブマイクロ補償器123-2__2及び123-4__2を含み、マイクロ補償器123__3は、層123-2及び123-4にサブマイクロ補償器123-2__3及び123-4__3を含み、マイクロ補償器123__4は、層123-1及び123-3にサブマイクロ補償器123-1__4及び123-3__4を含み、並びにマイクロ補償器123__5は、層123-1及び123-3にサブマイクロ補償器123-1__5及び123-3__5を含む。

20

【0070】

[0080] マイクロ補償器123__1~123__5のそれぞれにおいて、2つのサブマイクロ補償器（例えば、サブマイクロ補償器123-1__1及び123-3__1）の一方が、マイクロレンズとして機能する図3B又は図3C（同じ電圧が全ての静電極に印加される）に示されるような環状電極構造を有し、他方が、マイクロ非点収差補償器として機能する図3Cにあるような少なくとも4つの静電極を含む多極構造を有する。マイクロ補償器123__1~123__5のそれぞれにおいて、マイクロレンズとして機能するサブマイクロ補償器は、フィールド曲率収差を補償し、マイクロ非点収差補償器として機能するサブマイクロ補償器は、ビームレット102__1~102__5の対応する1つの非点収差を補償する。

30

【0071】

[0081] 2つの隣接するビームレットを取り扱う2つの隣接するマイクロ補償器のサブマイクロ補償器は、同じ層に配置されない。例えば、マイクロ補償器123__5のサブマイクロ補償器123-1__5及び123-3__5は、層123-1及び123-3に配置されるが、マイクロ補償器123__3のサブマイクロ補償器123-2__3及び123-4__3は、層123-2及び123-4に配置される。

40

【0072】

[0082] 同じ層にあるサブマイクロ補償器は、同じ機能を有するように構成され得る。例えば、層123-1では、全てのサブマイクロ補償器123-1__1、123-1__4、及び123-1__5が、マイクロレンズとして機能するように構成される。同じ層にあるサブマイクロ補償器は、異なる機能を有するようにも構成され得る。例えば、層123-1において、サブマイクロ補償器123-1__1及び123-1__4は、それぞれマイクロレンズとして機能するように構成され、サブマイクロ補償器123-1__5は、マイ

50

クロ非点収差補償器として機能するように構成される。しかし、各層において電極を接続するために必要とされる回路が、同じ層のサブマイクロ補償器が異なって機能するように構成された場合に、同じ層のサブマイクロ補償器が同じように機能するように構成された場合よりも少ないので、同じ層のサブマイクロ補償器が異なって機能するように構成された場合に、電気的安全性は、より高い。

【0073】

[0083] 一方で、隣接する像形成マイクロ偏向器を異なる像形成層に配置し、及び隣接するマイクロ補償器のサブマイクロ補償器を異なる収差補償器層に配置することによって、像形成マイクロ偏向器及びマイクロ補償器のピッチは、全ての像形成マイクロ偏向器が1つの像形成層に配置され、及び全てのマイクロ補償器が1つの収差補償器層に配置される場合に必要とされるピッチよりも小さく構成することができる。

10

【0074】

[0084] 図6A、6B、及び6Cは、本開示の実施形態に一致する、マルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部を示す模式図である。

【0075】

[0085] ここで、ビームレット制限アパーチャアレイ121、像形成素子アレイ122、収差補償器アレイ123、及び事前屈曲素子アレイ124を含むソース変換ユニット120を示す図6Aを参照する。また、図6Aは、1×5アレイのビームレットを取り扱うこれらのアレイのそれぞれを示すが、これらのアレイは、任意の数のビームレットのアレイを取り扱うことができることが理解される。

20

【0076】

[0086] 事前屈曲素子アレイ124は、2つの事前屈曲層124-1及び124-2に配置された5つの事前屈曲マイクロ偏向器124__1、124__2、124__3、124__4、及び124__5を含む。一例として、事前屈曲マイクロ偏向器124__1、124__4、及び124__5は、層124-1に配置され、並びに事前屈曲マイクロ偏向器124__2及び124__3は、層124-2に配置される。発散一次電子ビーム102が、事前屈曲素子アレイ124上に入射する。事前屈曲マイクロ偏向器124__1、124__4、及び124__5は、一次電子ビーム102のビームレット102__1、102__4、及び102__5を偏向させて、ビームレット制限アパーチャアレイ121のビーム制限アパーチャ121__1、121__4、及び121__5に垂直に入るようにする。事前屈曲マイクロ偏向器124__2及び124__3は、一次電子ビーム102のビームレット102__2及び102__3を偏向させて、ビームレット制限アパーチャアレイ121のビーム制限アパーチャ121__2及び121__3に垂直に入るようにする。

30

【0077】

[0087] ビーム制限アパーチャ121__1～121__5は、ビームレット102-1～102-5を制限する。また、ビーム制限アパーチャ121__1～121__5のピッチは、サンプル表面上でプローブスポットの等しいピッチを作り出すように設定され得る。

【0078】

[0088] 像形成素子アレイ122は、2つの像形成層122-1及び122-2に配置された5つの像形成マイクロ偏向器122__1、122__2、122__3、122-4、及び122__5を含む。一例として、像形成マイクロ偏向器122__1、122__4、及び122__5は、層122-1に配置され、並びに像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3は、層122-2に配置される。像形成マイクロ偏向器122__1、122__4、及び122__5は、ビームレット102__1、102__4、及び102__5を偏向させて、一次電子ビーム102を生成する電子ソースの3つの像を形成する。像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3は、ビームレット102__2及び102__3を偏向させて、電子ソースの2つの像を形成する。

40

【0079】

[0089] 収差補償器アレイ123は、4つの収差補償器層123-1、123-2、123-3、及び123-4に配置された5つのマイクロ補償器123__1、123__2、

50

1 2 3 __ 3、1 2 3 __ 4、及び1 2 3 __ 5を含む。マイクロ補償器1 2 3 __ 1 ~ 1 2 3 __ 5のそれぞれは、4つの収差補償器層の内の2つに配置された2つのサブマイクロ補償器を含む。一例として、マイクロ補償器1 2 3 __ 1は、層1 2 3 - 1及び1 2 3 - 3にサブマイクロ補償器1 2 3 - 1 __ 1及び1 2 3 - 3 __ 1を含み、マイクロ補償器1 2 3 __ 2は、層1 2 3 - 2及び1 2 3 - 4にサブマイクロ補償器1 2 3 - 2 __ 2及び1 2 3 - 4 __ 2を含み、マイクロ補償器1 2 3 __ 3は、層1 2 3 - 2及び1 2 3 - 4にサブマイクロ補償器1 2 3 - 2 __ 3及び1 2 3 - 4 __ 3を含み、マイクロ補償器1 2 3 __ 4は、層1 2 3 - 1及び1 2 3 - 3にサブマイクロ補償器1 2 3 - 1 __ 4及び1 2 3 - 3 __ 4を含み、並びにマイクロ補償器1 2 3 __ 5は、層1 2 3 - 1及び1 2 3 - 3にサブマイクロ補償器1 2 3 - 1 __ 5及び1 2 3 - 3 __ 5を含む。

10

【0080】

[0090] マイクロ補償器1 2 3 __ 1 ~ 1 2 3 __ 5のそれぞれにおいて、2つのサブマイクロ補償器（例えば、サブマイクロ補償器1 2 3 - 1 __ 1及び1 2 3 - 3 __ 1）の一方が、マイクロレンズとして機能する図3 B又は図3 C（同じ電圧が全ての電極に印加される場合）に示されるような環状電極構造を有し、他方が、マイクロ非点収差補償器として機能する図3 Cにあるような少なくとも4つの電極を含む多極構造を有する。マイクロ補償器1 2 3 __ 1 ~ 1 2 3 __ 5のそれぞれにおいて、マイクロレンズとして機能するサブマイクロ補償器は、フィールド曲率収差を補償し、マイクロ非点収差補償器として機能するサブマイクロ補償器は、ビームレット1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ 5の対応する1つの非点収差を補償する。

20

【0081】

[0091] 2つの隣接するビームレットを取り扱う2つの隣接するマイクロ補償器のサブマイクロ補償器は、同じ層に配置されない。例えば、マイクロ補償器1 2 3 __ 5のサブマイクロ補償器1 2 3 - 1 __ 5及び1 2 3 - 3 __ 5は、層1 2 3 - 1及び1 2 3 - 3に配置されるが、マイクロ補償器1 2 3 __ 3のサブマイクロ補償器1 2 3 - 2 __ 3及び1 2 3 - 4 __ 3は、層1 2 3 - 2及び1 2 3 - 4に配置される。

【0082】

[0092] 同じ層にあるサブマイクロ補償器は、同じ機能を有するように構成され得る。例えば、層1 2 3 - 1では、全てのサブマイクロ補償器1 2 3 - 1 __ 1、1 2 3 - 1 __ 4、及び1 2 3 - 1 __ 5が、マイクロレンズとして機能するように構成される。同じ層にあるサブマイクロ補償器は、異なる機能を有するようにも構成され得る。例えば、層1 2 3 - 1において、サブマイクロ補償器1 2 3 - 1 __ 1及び1 2 3 - 1 __ 4は、それぞれマイクロレンズとして機能するように構成され、サブマイクロ補償器1 2 3 - 1 __ 5は、マイクロ非点収差補償器として機能するように構成される。しかし、各層において電極を接続するために必要とされる回路が、同じ層のサブマイクロ補償器が異なって機能するように構成された場合に、同じ層のサブマイクロ補償器が同じように機能するように構成された場合よりも少ないので、同じ層のサブマイクロ補償器が異なって機能するように構成された場合に、電気的安全性は、より高い。

30

【0083】

[0093] 一方で、隣接する像形成マイクロ偏向器を異なる像形成層に配置し、隣接するマイクロ補償器のサブマイクロ補償器を異なる収差補償器層に配置し、及び隣接する事前屈曲マイクロ偏向器を異なる事前屈曲層に配置することによって、像形成マイクロ偏向器、マイクロ補償器、及び事前屈曲マイクロ偏向器のピッチは、全ての像形成マイクロ偏向器が1つの像形成層に配置され、全てのマイクロ補償器が1つの収差補償器層に配置され、及び全ての事前屈曲マイクロ偏向器が1つの事前屈曲層に配置される場合に必要とされるピッチよりも小さく構成することができる。

40

【0084】

[0094] ここで、ビームレット制限アパーチャアレイ1 2 1、像形成素子アレイ1 2 2、収差補償器アレイ1 2 3、及び事前屈曲素子アレイ1 2 4を含むソース変換ユニット1 2 0を示す図6 Bを参照する。また、図6 Bは、1×5アレイのビームレットを取り扱う

50

これらのアレイのそれぞれを示すが、これらのアレイは、任意の数のビームレットのアレイを取り扱うことができることが理解される。

【0085】

[0095] 事前屈曲素子アレイ124は、4つの事前屈曲層124-1、124-2、124-3、及び124-4に配置された5つの事前屈曲マイクロ偏向器124__1、124__2、124__3、124__4、及び124__5を含む。各事前屈曲マイクロ偏向器は、4つの事前屈曲層の内の2つに配置された2つのサブマイクロ偏向器を含むようにさらに構成される。例えば、事前偏向器124__1は、層124-1にサブマイクロ偏向器124-1__1と、層124-3にサブマイクロ偏向器124-3__1とを含む。

【0086】

[0096] 各事前屈曲マイクロ偏向器の2つの事前屈曲サブマイクロ偏向器は、発散一次電子ビーム102の1つのビームレットを偏向させる。層124-1における事前屈曲サブマイクロ偏向器124-1__1、124-1__4、及び124-1__5、並びに層124-3における事前屈曲サブマイクロ偏向器124-3__1、124-3__4、及び124-3__5は、一次電子ビーム102のビームレット102__1、102__4、及び102__5をそれぞれ順次偏向させて、ビームレット制限アパーチャアレイ121のビーム制限アパーチャ121__1、121__4、及び121__5に垂直に入るように構成される。そして、層124-2における事前屈曲サブマイクロ偏向器124-2__2及び124-2__3、並びに層124-4における事前屈曲サブマイクロ偏向器124-4__2及び124-4__3は、一次電子ビーム102のビームレット102__2及び102__3をそれぞれ順次偏向させて、ビームレット制限アパーチャアレイ121のビーム制限アパーチャ121__2及び121__3に垂直に入るように構成される。事前屈曲層、及びサブマイクロ偏向器を含む事前屈曲マイクロ偏向器の配置は、本開示の実施形態に従った他の構成に構成されてもよいことが理解される。

【0087】

[0097] ビームレット102__1~102__5のそれぞれが、2つの事前屈曲サブマイクロ偏向器によって偏向されるので、2つの事前屈曲サブマイクロ偏向器（例えば、事前屈曲サブマイクロ偏向器124-1__4及び124-3__4）のそれぞれの偏向電圧は、単一の事前屈曲マイクロ偏向器（例えば、図6Aの事前屈曲マイクロ偏向器124__4）の偏向電圧よりも小さくなる。これは、電気的安全性を確実にする。層及び事前屈曲マイクロ偏向器の配置は、本開示の実施形態に従った他の構成に構成されてもよいことが理解される。

【0088】

[0098] 5つのビーム制限アパーチャ121__1~121__5は、ビームレット102__1~102__5をそれぞれ制限する。また、ビーム制限アパーチャ121__1~121__5のピッチは、サンプル表面上でプローブスポットの等しいピッチを作り出すように設定され得る。

【0089】

[0099] 像形成素子アレイ122は、2つの像形成層122-1及び122-2に配置された5つの像形成マイクロ偏向器122__1、122__2、122__3、122__4、及び122__5を含む。一例として、像形成マイクロ偏向器122__1、122__4、及び122__5が、層122-1に配置され、像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3が、層122-2に配置される。像形成マイクロ偏向器122__1、122__4、及び122__5は、ビームレット102__1、102__4、及び102__5を偏向させて、一次電子ビーム102を生成する電子ソースの3つの像を形成する。像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3は、ビームレット102__2及び102__3を偏向させて、電子ソースの2つの像を形成する。

【0090】

[00100] 収差補償器アレイ123は、2つの収差補償器層123-1及び123-2に配置された5つのマイクロ補償器123__1、123__2、123__3、123__4、

10

20

30

40

50

及び123__5を含む。一例として、マイクロ補償器123__1、123__4、及び123__5は、層123-1に配置され、並びにマイクロ補償器123__2及び123__3は、層123-2に配置される。マイクロ補償器123__1、123__4、及び123__5は、ビームレット102__1、102__4及び102__5のフィールド曲率収差及び非点収差を補償する。マイクロ補償器123__2及び123__3は、ビームレット102__2及び102__3のフィールド曲率収差及び非点収差を補償する。

【0091】

[00101] ここで、ビームレット制限アパーチャアレイ121、像形成素子アレイ122、収差補償器アレイ123、及び事前屈曲素子アレイ124を含むソース変換ユニット120を示す図6Cを参照する。また、図6Cは、1×5アレイのビームレットを取り扱うこれらのアレイのそれぞれを示すが、これらのアレイは、任意の数のビームレットのアレイを取り扱うことができることが理解される。

10

【0092】

[00102] 事前屈曲素子アレイ124は、3つの事前屈曲層124-1、124-2、及び124-3に配置された5つの事前屈曲マイクロ偏向器124__1、124__2、124__3、124__4、及び124__5を含む。2つの最も外側の事前屈曲マイクロ偏向器124__4及び124__5のそれぞれは、2つの事前屈曲サブマイクロ偏向器を異なる層に含む。一例として、事前屈曲マイクロ偏向器124__1(図6Cの124-1__1)は、層124-1に配置され、事前屈曲マイクロ偏向器124__2(図6Cの124-2__2)及び124__3(図6Cの124-2__3)は、層124-2に配置され、最も外側の事前屈曲マイクロ偏向器124__5のサブマイクロ偏向器124-1__5及び124-3__5は、層124-1及び124-3に配置され、並びに最も外側の事前屈曲マイクロ偏向器124__4のサブマイクロ偏向器124-1__4及び124-3__4は、層124-1及び124-3に配置される。

20

【0093】

[00103] 発散一次ビーム102は、事前屈曲素子アレイ124上に入射する。一次ビーム102のビームレット102__1、102__2、及び102__3は、事前屈曲マイクロ偏向器124__1、124__2、及び124__3によって偏向されて、ビームレット制限アパーチャアレイ121のビーム制限アパーチャ121__1、121__2、及び121__3に垂直に入る。一次電子ビーム102のビームレット102__4及び102__5はそれぞれ、事前屈曲マイクロ偏向器124__4の事前屈曲サブマイクロ偏向器124-1__4及び124-3__4によって順次偏向され、並びに事前屈曲マイクロ偏向器124__5の事前屈曲サブマイクロ偏向器124-1__5及び124-3__5によって順次偏向されて、ビームレット制限アパーチャアレイ121のビーム制限アパーチャ121__4及び121__5に垂直に入る。

30

【0094】

[00104] ビームレット102__4及び102__5が、3つの内側のビームレット102__1、102__2、及び102__3よりもソース変換ユニットの中心から離れているため、ビームレット102__4及び102__5は、より大きな偏向角を有する。ビームレット102__4及び102__5のそれぞれが、2つの事前屈曲サブマイクロ偏向器によって順次偏向されるため、2つの事前屈曲サブマイクロ偏向器のそれぞれの偏向電圧が、図6Aの1つの事前屈曲マイクロ偏向器の偏向電圧よりも小さく、従って、より大きな電気的安全性を提供する。図6Cの構成は、図6Bに示されるものよりも単純な構造から成る。事前屈曲層及び事前屈曲マイクロ偏向器の配置は、本開示の実施形態に従った他の構成に構成されてもよいことが理解される。

40

【0095】

[00105] ビーム制限アパーチャ121__1~121__5は、ビームレット102__1~102__5をそれぞれ制限する。また、ビーム制限アパーチャ121__1~121__5のピッチは、サンプル表面上でプローブスポットの等しいピッチを作り出すように設定され得る。

50

【0096】

【00106】 像形成素子アレイ122は、2つの像形成層122-1及び122-2に配置された5つの像形成マイクロ偏向器122__1、122__2、122__3、122__4、及び122__5を含む。一例として、像形成マイクロ偏向器122__1、122__4、及び122__5は、層122-1に配置され、像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3は、層122-2に配置される。像形成マイクロ偏向器122__1、122__4、及び122__5は、ビームレット102__1、102__4、及び102__5を偏向させて、一次電子ビーム102を生成する電子ソースの3つの像を形成する。像形成マイクロ偏向器122__2及び122__3は、ビームレット102__2及び102__3を偏向させて、電子ソースの2つの像を形成する。

10

【0097】

【00107】 収差補償器アレイ123は、2つの収差補償器層123-1及び123-2に配置された5つのマイクロ補償器123__1、123__2、123__3、123__4、及び123__5を含む。一例として、マイクロ補償器123__1、123__4、及び123__5は、層123-1に配置され、並びにマイクロ補償器123__2及び123__3は、層123-2に配置される。マイクロ補償器123__1、123__4、及び123__5は、ビームレット102__1、102__4、及び102__5のフィールド曲率収差及び/又は非点収差を補償する。マイクロ補償器123__2及び123__3は、ビームレット102__2及び102__3のフィールド曲率収差及び/又は非点収差を補償する。

20

【0098】

【00108】 図7は、本開示の実施形態に一致する、マルチビーム検査システムにおけるソース変換ユニットのアレイ構造の一部の構成を示す模式図である。具体的には、図7は、静電シールドを有する2つの層30-1及び30-2に設けられた素子アレイ30の例示的構造を示す。素子アレイ30の構造は、像形成素子アレイ（例えば、図4Aの像形成素子アレイ122）、収差補償器アレイ（例えば、図5Aの収差補償器アレイ123）、又は事前屈曲素子アレイ（例えば、図6Aの事前屈曲素子アレイ124）に用いることができることが理解される。図7は、特定の素子配置を有する2つの層に設けられたアレイのみを示すが、本明細書に記載する実施形態に一致する様々な素子配置を有するさらなる層が追加され得ることが理解される。また、図7は、5つのビームレット経路孔31sを示すが、任意の数のビームレット経路孔のアレイが使用され得ることが理解される。

30

【0099】

【00109】 図7は、層30-1及び30-2にわたり、幾つかの素子30eを示す。例えば、構造30の層30-1は、第一、第三、及び第五ビームレット経路孔31sに対応した3つの素子30eを含み、層30-2は、第二及び第四ビームレット経路孔31sに対応した2つの素子30eを含む。アレイのタイプに応じて、素子30eは、図3Cに示すような2つ以上のセグメント化電極を含むマイクロ偏向器、図3Cに示すような4つ以上のセグメント化電極を含むマイクロ非点収差補償器、又は図3B若しくは3C（同じ電圧が全ての電極に印加される場合）に示される1つ若しくは複数の環状電極を含むマイクロレンズとして機能し得る。各素子30eは、静電場を生成することができる。例えば、電極30eは、マイクロ偏向器として機能する場合にはダイポール場、マイクロ非点収差補償器として機能する場合には四極場、又はマイクロレンズとして機能する場合には円形レンズ場を生成し得る。

40

【0100】

【00110】 素子30eの静電場のクロストークを回避するために、各素子30eに対する電気シールドが望ましい。電気シールドキャビティにより各素子30eに静電シールドを提供するために、素子アレイ30の構造は、貫通孔31sを有する電気伝導プレート32、33、34を含む。電気伝導プレート32は、素子30eに静電シールドを提供する電極保持プレートとして機能することができるが、電気伝導プレート33及び34は、素子30eによって生成される静電フリンジ場を制御する電極被覆プレートとして機能することができる。プレート32~34の組み合わせは、素子30eによって生成される静電

50

場のクロストークを除去することができる。電気伝導プレート 32 ~ 34 は、同じ電位（接地電位など）で動作することもでき、静電場の対称分布（マイクロ偏向器及びマイクロ非点収差補償器に関して回転対称、並びにマイクロレンズに関して軸対称など）を可能にすることができる。また、層ごとに、アレイ 30 は、電極を伝導プレート 34 から分離する絶縁ラミネーションを提供することができるアイソレータ薄層 35 を含み得る。

【0101】

[00111] 図 8 A は、本開示の実施形態に一致する、マルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の例示的構造を示す図である。具体的には、図 8 A は、ビーム制限アパーチャアレイ 121 と、図 7 のアレイ構造 30 に類似した像形成素子アレイ 122 とを示す。

10

【0102】

[00112] ビーム制限アパーチャアレイ 121 は、複数のビーム制限アパーチャ（例えば、図 4 A のビーム制限アパーチャ 121__1 ~ 121__5）を含む。ビーム制限アパーチャアレイ 121 は、貫通孔を有する上層電気伝導プレート（例えば、図 7 の伝導プレート 33）によって形成され得る。ビームレット 102__1、102__2、102__3、102__4、及び 102__5 の電子散乱を減少させるために、ビーム制限アパーチャアレイ 121 の貫通孔は、逆さまのカウンターボアの薄いエッジを用いて作成され得る。

【0103】

[00113] 像形成素子アレイ 122 は、図 7 に類似した静電シールド配置を有する層 122 - 1 及び層 122 - 2 に設けられる。像形成素子アレイの構造は、図 4 A の像形成素子アレイに対応することが理解される。像形成素子アレイ 122 の構造は、図 3 C に示されるような 2 つ以上のセグメント化電極を含むマイクロ偏向器として機能し得る素子 122 e を含む。これらのマイクロ偏向器のそれぞれは、ビームレット 102__1 ~ 102__5 の対応する 1 つを偏向させることができる。

20

【0104】

[00114] 図 8 B は、本開示の実施形態に一致する、マルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の例示的構造を示す図である。具体的には、図 8 B は、ビーム制限アパーチャアレイ 121 と、図 7 のアレイ構造 30 に類似した像形成素子アレイ 122 と、図 7 のアレイ構造 30 に類似した収差補償器アレイ 123 とを示す。図 8 B のソース変換ユニットの構造が図 5 A のソース変換ユニットに対応することが理解される。

30

【0105】

[00115] ビーム制限アパーチャアレイ 121 は、複数のビーム制限アパーチャ（例えば、図 5 A のビーム制限アパーチャ 121__1 ~ 121__5）を含む。ビーム制限アパーチャアレイ 121 は、貫通孔を有する上層電気伝導プレート（例えば、図 7 の伝導プレート 33）によって形成され得る。ビームレット 102__1、102__2、102__3、102__4、及び 102__5 の電子散乱を減少させるために、ビーム制限アパーチャアレイ 121 の貫通孔は、逆さまのファンネルの薄いエッジを用いて形成され得る。

【0106】

[00116] 収差補償器アレイ 123 は、図 7 に類似した静電シールド配置を有する層 123 - 1 及び層 123 - 2 に設けられる。収差補償器アレイの構造は、図 5 A の収差補償器アレイに対応することが理解される。収差補償器アレイ 123 の構造は、図 3 C に示されるような 4 つ以上のセグメント化電極を含むマイクロ非点収差補償器、又は図 3 B 若しくは図 3 C（同じ電圧が全ての電極に印加される場合）に示される 1 つ若しくは複数の環状電極を含むマイクロレンズを含むマイクロ補償器として機能し得る素子 123 e を含む。これらのマイクロ補償器のそれぞれは、ビームレット 102__1 ~ 102__5 の対応する 1 つの収差を補償することができる。

40

【0107】

[00117] 像形成素子アレイ 122 は、図 7 に類似した静電シールド配置を有する層 122 - 1 及び層 122 - 2 に設けられる。像形成素子アレイの構造は、図 5 A の像形成素

50

子アレイに対応することが理解される。像形成素子アレイ 1 2 2 の構造は、図 3 C に示されるような 2 つ以上のセグメント化電極を含むマイクロ偏向器として機能し得る素子 1 2 2 e を含む。これらのマイクロ偏向器のそれぞれは、ビームレット 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ 5 の対応する 1 つを偏向させることができる。

【 0 1 0 8 】

[00118] 図 8 C は、本開示の実施形態に一致する、マルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の例示的構造を示す図である。具体的には、図 8 C は、ビーム制限アパーチャアレイ 1 2 1 と、図 7 のアレイ構造 3 0 に類似した像形成素子アレイ 1 2 2 と、図 7 のアレイ構造 3 0 に類似するが、より多くの層を有する収差補償器アレイ 1 2 3 とを示す。図 8 C のソース変換ユニットの構造が図 5 B のソース変換ユニット

10

【 0 1 0 9 】

[00119] ビーム制限アパーチャアレイ 1 2 1 は、複数のビーム制限アパーチャ（例えば、図 5 B のビーム制限アパーチャ 1 2 1 __ 1 ~ 1 2 1 __ 5 ）を含む。ビーム制限アパーチャアレイ 1 2 1 は、貫通孔を有する上層電気伝導プレート（例えば、図 7 の伝導プレート 3 3 ）によって形成され得る。ビームレット 1 0 2 __ 1、1 0 2 __ 2、1 0 2 __ 3、1 0 2 __ 4、及び 1 0 2 __ 5 の電子散乱を減少させるために、ビーム制限アパーチャアレイ 1 2 1 の貫通孔は、逆さまのカウンターポアの薄いエッジを用いて形成され得る。

【 0 1 1 0 】

[00120] 収差補償器アレイ 1 2 3 は、図 7 に類似した静電シールド配置を有する 4 つの層 1 2 3 - 1、1 2 3 - 2、1 2 3 - 3、及び 1 2 3 - 4 に設けられる。収差補償器アレイの構造は、図 5 B の収差補償器アレイに対応することが理解される。収差補償器アレイ 1 2 3 の構造は、対応するビームレット 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ 5 の収差を補償する素子 1 2 3 e を含む。マイクロ偏向器は、ビームレットごとに、複数の層にわたり 2 つの素子 1 2 3 e を含む（例えば、ビームレット 1 0 2 __ 5 に関して、層 1 2 3 - 1 及び 1 2 3 - 3 において 2 つの素子 1 2 3 e ）。各マイクロ補償器において、素子 1 2 3 e の 1 つは、図 3 C に示されるような 4 つ以上のセグメント化電極を含むマイクロ非点収差補償器として機能し得るが、他の素子は、図 3 B 又は図 3 C（同じ電圧が全ての電極に印加される場合）に示される 1 つ又は複数の環状電極を含むマイクロレンズとして機能し得る。これらのマイクロ補償器のそれぞれは、ビームレット 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ 5 の対応する 1 つの

20

30

【 0 1 1 1 】

[00121] 図 5 B で上に示したように、2 つの隣接するマイクロ補償器のサブマイクロ補償器（素子）は、同じ層に存在しない。また、幾つかの実施形態では、各層の全ての素子は、同じ機能を有してもよい。例えば、層 1 2 3 - 1 において、全ての素子 1 2 3 e は、マイクロレンズとして機能することができる。他の実施形態では、各層の素子 1 2 3 e は、異なる機能性を有してもよい。例えば、層 1 2 3 - 1 において、ビームレット 1 0 2 __ 4 及び 1 0 2 __ 5 に対応する素子 1 2 3 e は、マイクロレンズとして機能し得るが、ビームレット 1 0 2 __ 1 に対応する素子 1 2 3 e は、マイクロ非点収差補償器として機能し得る。

40

【 0 1 1 2 】

[00122] 像形成素子アレイ 1 2 2 は、図 7 に類似した静電シールド配置を有する層 1 2 2 - 1 及び層 1 2 2 - 2 に設けられる。像形成素子アレイの構造は、図 5 B の像形成素子アレイに対応することが理解される。像形成素子アレイ 1 2 2 の構造は、図 3 C に示されるような 2 つ以上のセグメント化電極を含むマイクロ偏向器として機能し得る素子 1 2 2 e を含む。これらのマイクロ偏向器のそれぞれは、ビームレット 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ 5 の対応する 1 つを偏向させることができる。

【 0 1 1 3 】

[00123] 図 9 A は、本開示の実施形態に一致する、マルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の例示的構造を示す図である。具体的には、図 9 A は

50

、図 8 C のアレイ構造と共に事前屈曲素子アレイ 1 2 4 の構造を示す。事前屈曲素子アレイ 1 2 4 は、図 7 のアレイ構造 3 0 に類似する。図 9 A のソース変換ユニットの構造が図 6 A のソース変換ユニットに対応することが理解される。

【 0 1 1 4 】

【00124】 事前屈曲素子アレイ 1 2 4 は、図 7 に類似した静電シールド配置を有する層 1 2 4 - 1 及び層 1 2 4 - 2 に設けられる。事前屈曲素子アレイ 1 2 4 の構造は、図 3 C に示されるような 2 つ以上のセグメント化電極を含むマイクロ偏向器として機能し得る素子 1 2 4 e を含む。これらのマイクロ偏向器のそれぞれは、ビームレット 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ 5 の対応する 1 つを偏向させることができる。図 9 A は、層 1 2 4 - 1 及び 1 2 4 - 2 にわたり幾つかの素子 1 2 4 e を示す。例えば、層 1 2 4 - 1 は、ビームレット 1 0 2 __ 1、1 0 2 __ 4、及び 1 0 2 __ 5 に関連付けられた第一、第三、及び第五ビームレット経路孔に対応した 3 つの素子 1 2 4 e を含むが、層 1 2 4 - 2 は、ビームレット 1 0 2 __ 2 及び 1 0 2 __ 3 に関連付けられた第二及び第四ビームレット経路孔に対応した 2 つの素子 1 2 4 e を含む。

10

【 0 1 1 5 】

【00125】 図 9 B は、本開示の実施形態に一致する、マルチビーム検査システムにおける例示的ソース変換ユニットの一部の例示的構造を示す図である。具体的には、図 9 B は、図 8 B のアレイ構造と共に事前屈曲素子アレイ 1 2 4 の構造を示す。事前屈曲素子アレイ 1 2 4 は、より多くの層を有することを除き、図 7 のアレイ構造 3 0 に類似する。図 9 B のソース変換ユニットの構造が図 6 C のソース変換ユニットに対応することが理解される。

20

【 0 1 1 6 】

【00126】 事前屈曲素子アレイ 1 2 4 は、図 7 に類似した静電シールド配置を有する 3 つの層 1 2 4 - 1 ~ 1 2 4 - 3 に設けられる。事前屈曲素子アレイ 1 2 4 の構造は、図 3 C に示されるような 2 つ以上のセグメント化電極を含むマイクロ偏向器として機能し得る素子 1 2 4 e を含む。これらのマイクロ偏向器のそれぞれは、ビームレット 1 0 2 __ 1 ~ 1 0 2 __ 5 の対応する 1 つを偏向させることができる。図 9 B は、層 1 2 4 - 1 ~ 1 2 4 - 3 にわたり幾つかの素子 1 2 4 e を示し、最も外側の貫通孔（ビームレット 1 0 2 __ 5 及び 1 0 2 __ 4 に対応する）は、第一及び第三層 1 2 4 - 1、1 2 4 - 3 の両方に素子 1 2 4 e を有する。

30

【 0 1 1 7 】

【00127】 実施形態は、以下の条項を用いてさらに説明することができる。

1 . 荷電粒子ソースによって生成された一次荷電粒子ビームの複数のビームレットに影響を与えることによって荷電粒子ソースの複数の像を形成するように構成された複数の像形成素子を有する像形成素子アレイと、

複数の像の収差を補償するように構成された複数のマイクロ補償器を有する収差補償器アレイであって、各マイクロ補償器が、第一セットの 1 つの層に配置されたマイクロレンズ素子と、第一セットの別の層に配置されたマイクロ非点収差補償器素子とを含む、収差補償器アレイと、

を含むソース変換ユニットであって、

40

第一セットの層が、少なくとも 1 つのマイクロレンズ素子及び少なくとも 1 つのマイクロ非点収差補償器素子を含む、ソース変換ユニット。

2 . 各マイクロレンズ素子が、フィールド曲率収差を補償するためにマイクロレンズとして機能し、及び各マイクロ非点収差補償器素子が、非点収差を補償するためにマイクロ非点収差補償器として機能する、条項 1 に記載のソース変換ユニット。

3 . 複数のビーム制限アパーチャを有するビームレット制限アパーチャアレイをさらに含む、条項 1 及び 2 の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

4 . 各ビーム制限アパーチャが、複数のビームレットの 1 つのサイズを制限する、条項 3 に記載のソース変換ユニット。

5 . 複数の事前屈曲マイクロ偏向器を有する事前屈曲素子アレイをさらに含む、条項 1

50

～ 4 の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

6 . 各事前屈曲マイクロ偏向器が、複数のビームレットの 1 つを屈曲させて、対応するビーム制限アパーチャに垂直に入るようにする、条項 5 に記載のソース変換ユニット。

7 . 1 つ又は複数の事前屈曲マイクロ偏向器が、対応する 1 つのビームレットを順次屈曲させるための第二セットの異なる層に配置された 2 つ以上のサブマイクロ偏向器を含む、条項 5 及び 6 の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

8 . 複数の事前屈曲マイクロ偏向器の各事前屈曲マイクロ偏向器が、他の事前屈曲マイクロ偏向器から電氣的にシールドされるために、電気シールドキャビティ内に配置される、条項 5 ～ 7 の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

9 . 複数の像形成素子の各像形成素子が、他の像形成素子から電氣的にシールドされるために、電気シールドキャビティ内に配置される、条項 1 ～ 8 の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

10 . 複数のマイクロ補償器の各マイクロ補償器が、他のマイクロ補償器から電氣的にシールドされるために、1 つ又は複数の電気シールドキャビティ内に配置される、条項 1 ～ 9 の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

11 . 各像形成素子が、対応する 1 つのビームレットに順次影響を与えて対応する像を形成するために、第三セットの異なる層に配置された 2 つ以上の像形成サブ素子を含む、条項 1 ～ 10 の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

12 . 条項 1 ～ 11 の何れか一項に記載のソース変換ユニットを含む、荷電粒子ビームシステム。

13 . 第一セットの 2 つ以上の層に配置された複数の像形成素子を有する像形成素子アレイであって、複数の像形成素子が、荷電粒子ソースによって生成された一次荷電粒子ビームの複数のビームレットに影響を与えることによって荷電粒子ソースの複数の像を形成する、像形成素子アレイを含む、ソース変換ユニット。

14 . 各像形成素子が、複数のビームレットの 1 つを偏向させて、複数の像の 1 つを形成するためにマイクロ偏向器を含む、条項 13 に記載のソース変換ユニット。

15 . 像形成素子の少なくとも幾つか、複数のビームレットの 1 つを順次偏向させて、複数の像の 1 つを形成するために第一セットの 2 つの層に配置された 2 つのマイクロ偏向器を含む、条項 13 に記載のソース変換ユニット。

16 . 複数の像形成素子の 1 つが、複数のビームレットの 1 つを偏向させて、複数の像の 1 つを形成するために 1 つのマイクロ偏向器を含み、及び複数の像形成素子の別の 1 つが、複数のビームレットの別の 1 つを順次偏向させて、複数の像の別の 1 つを形成するために第一セットの 2 つの層に配置された 2 つのマイクロ偏向器を含む、条項 13 に記載のソース変換ユニット。

17 . 複数の像の収差を補償するために第二セットの 2 つ以上の層に配置された複数のマイクロ補償器を有する収差補償器アレイをさらに含む、条項 13 ～ 16 の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

18 . 各マイクロ補償器が、第二セットの異なる層に配置されたマイクロレンズ素子及びマイクロ非点収差補償器素子を含む、条項 17 に記載のソース変換ユニット。

19 . 複数のマイクロ補償器の中で、マイクロレンズ素子の 1 つ及びマイクロ非点収差補償器素子の 1 つが、第二セットの 1 つの層に配置される、条項 18 に記載のソース変換ユニット。

20 . 複数のビーム制限アパーチャを備えたビームレット制限アパーチャアレイと、第三セットの 2 つ以上の層に配置された複数の事前屈曲マイクロ偏向器を有する事前屈曲素子アレイと、

をさらに含み、

各ビーム制限アパーチャが、複数のビームレットの 1 つのサイズを制限し、及び各事前屈曲マイクロ偏向器が、複数のビームレットの 1 つを屈曲させて、対応するビーム制限アパーチャに垂直に入るようにする、条項 13 ～ 19 の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

10

20

30

40

50

21. 1つ又は複数の事前屈曲マイクロ偏向器が、対応する1つのビームレットを順次屈曲させるために第三セットの異なる層に配置された2つ以上のサブマイクロ偏向器を含む、条項20に記載のソース変換ユニット。

22. 複数の事前屈曲マイクロ偏向器の各事前屈曲マイクロ偏向器が、他の事前屈曲マイクロ偏向器から電氣的にシールドされるために電気シールドキャビティ内に配置される、条項20及び21の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

23. 複数のマイクロ補償器の各マイクロ補償器が、他のマイクロ補償器から電氣的にシールドされるために、1つ又は複数の電気シールドキャビティ内に配置される、条項17~22の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

24. 複数の像形成素子の各像形成素子が、他の像形成素子から電氣的にシールドされるために電気シールドキャビティ内に配置される、条項13~22の何れか一項に記載のソース変換ユニット。

25. 荷電粒子ソースによって生成された一次荷電粒子ビームの複数のビームレットに影響を与えることによって荷電粒子ソースの複数の像を形成するように構成された複数の像形成素子を有する像形成素子アレイと、

複数のビームレットが通過するための複数の第一ビーム経路孔を備えた、第一導電体素子被覆プレートと、

複数のビームレットが通過するための複数の第二ビーム経路孔を備えた、第二導電体素子被覆プレートと、

複数のビームレットが通過するための複数の第三ビーム経路孔を備えた、第三導電体素子被覆プレートと、

複数のビームレットが通過するための複数の第一ビーム経路オリフィスを備えた第一電気絶縁ラミネーションと、

複数のビームレットが通過するための複数の第二ビーム経路オリフィスを備えた第二電気絶縁ラミネーションと、

複数の第一貫通孔を備えた第一導電体素子保持プレートと、

複数の第二貫通孔を備えた第二導電体素子保持プレートと、

を含むソース変換ユニットであって、

複数の像形成素子が、対応する第一貫通孔及び第二貫通孔に交互に配置され、

第一貫通孔の像形成素子が、第一像形成層を形成し、第一及び第二導電体素子被覆プレートと、第一導電体素子保持プレートとによって形成される電気シールド第一キャビティによって電氣的にシールドされ、並びに第一電気絶縁ラミネーションによって電気シールド第一キャビティの壁から分離され、

第二貫通孔の像形成素子が、第二像形成層を形成し、第二及び第三導電体素子被覆プレートと、第二導電体素子保持プレートとによって形成される電気シールド第二キャビティによって電氣的にシールドされ、並びに第二電気絶縁ラミネーションによって電気シールド第二キャビティの壁から分離され、

第一像形成層における1つの像形成された素子によって影響される各ビームレットが、1つの対応する第二貫通孔を通過し、及び第二像形成層における1つの像形成された素子によって影響される各ビームレットが、1つの対応する第一貫通孔を通過する、ソース変換ユニット。

26. マイクロレンズ素子及びマイクロ非点収差補償器素子を含むサブマイクロ補償器の第一層を有する補償器アレイを含む、ソース変換ユニット。

27. 第一ビーム経路を介して第一ビームレットを受け取り、及び第二ビーム経路を介して第二ビームレットを受け取るように構成された像形成素子アレイであって、第一ビームレットに対応する第一像形成素子を有する第一層と、第二ビームレットに対応する第二像形成素子を有する第二層とを含む像形成素子アレイを含む、ソース変換ユニット。

28. 素子アレイの第一層及び素子アレイの第二層を通る第一及び第二ビーム経路孔を有する素子アレイを含む、ソース変換ユニットであって、

第一層が、第一ビーム経路孔を通る第一ビームレットに影響を与えるように構成された

10

20

30

40

50

第一素子を含み、及び第二層が、第二ビーム経路孔を通る第二ビームレットに影響を与えるように構成された第二素子を含み、

第一層が、アイソレータによって第二層から分離され、並びに

第一層が、第一素子と第二ビーム経路孔との間に静電シールドを含み、及び第二層が、第二素子と第一ビーム経路孔との間に静電シールドを含む、ソース変換ユニット。

29. 像形成素子の1つ又は複数が、補償器素子を含む、条項13に記載のソース変換ユニット。

30. 補償器素子が、マイクロレンズ又は非点収差補償器の何れかを含む、条項29に記載のソース変換ユニット。

31. 像形成素子の1つ又は複数が、マイクロレンズを含む補償器素子を含み、像形成素子の1つ又は複数が、マイクロ非点収差補償器である非点収差補償器を含む補償器を含み、並びに像形成素子の1つ又は複数が、マイクロレンズ及び非点収差補償器を含む補償器を含む、条項29に記載のソース変換ユニット。

10

【0118】

[00128] 本発明を様々な実施形態に関連して説明したが、本発明の他の実施形態は、本明細書の考察及び本明細書に開示する本発明の実施から当業者に明らかとなるだろう。本明細書及び例は、単なる例示と見なされることが意図され、本発明の真の範囲及び精神は、以下の特許請求の範囲によって示される。

【0119】

[00129] 上記の記載は、限定ではなく説明のためのものであることが意図される。従って、以下に記載する請求項の範囲から逸脱することなく、記載したように修正を行うことができることが当業者には明らかとなるだろう。

20

【図1】

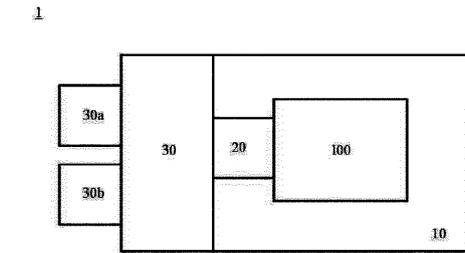


Fig. 1

【図2】

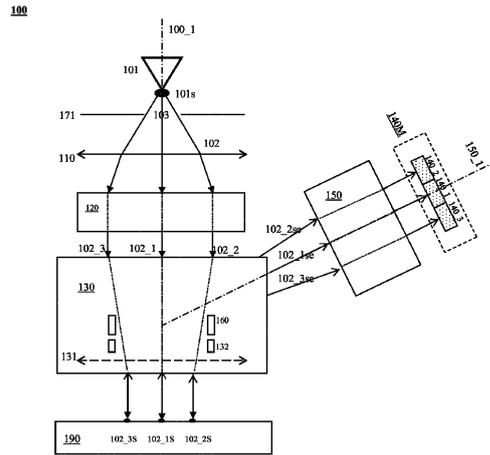


Fig. 2

【図3A】

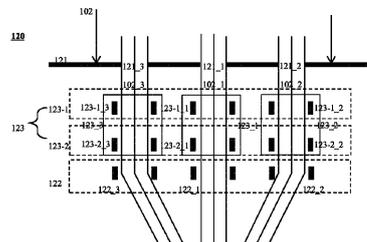


Fig. 3A

【 図 3 B 】

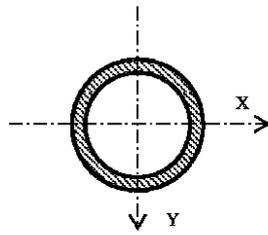


Fig. 3B

【 図 3 C 】

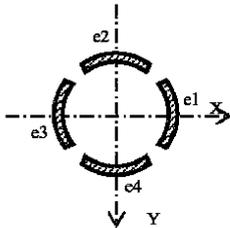


Fig. 3C

【 図 4 A 】

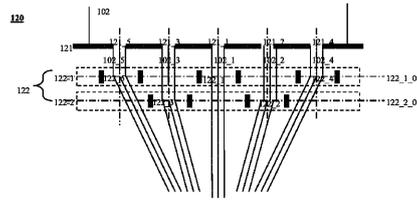


Fig. 4A

【 図 4 B 】

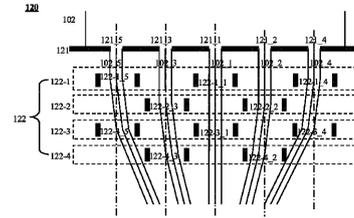


Fig. 4B

【 図 4 C 】

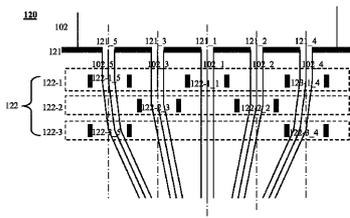


Fig. 4C

【 図 5 B 】

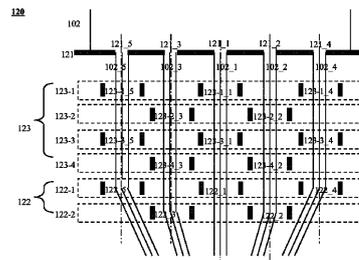


Fig. 5B

【 図 5 A 】

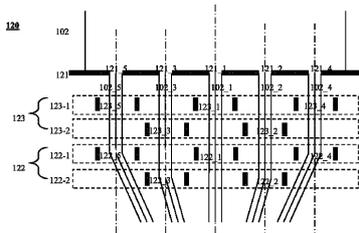


Fig. 5A

【 図 6 A 】

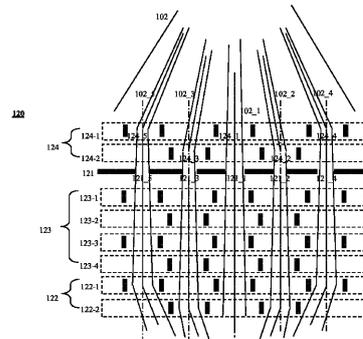


Fig. 6A

【 図 6 B 】

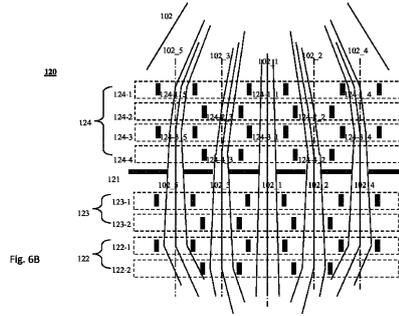


Fig. 6B

【 図 6 C 】

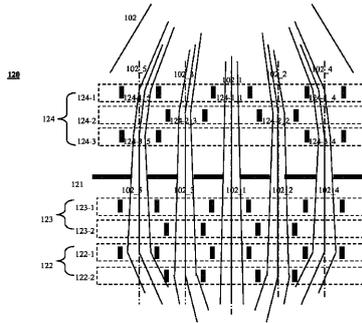


Fig. 6C

【 図 7 】

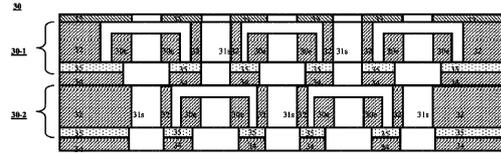


Fig. 7

【 図 8 A 】

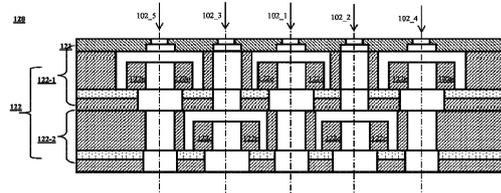


Fig. 8A

【 図 8 B 】

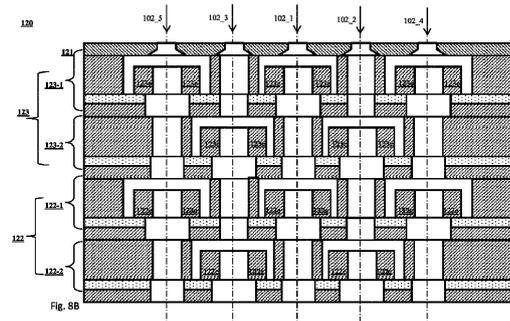


Fig. 8B

【 図 8 C 】

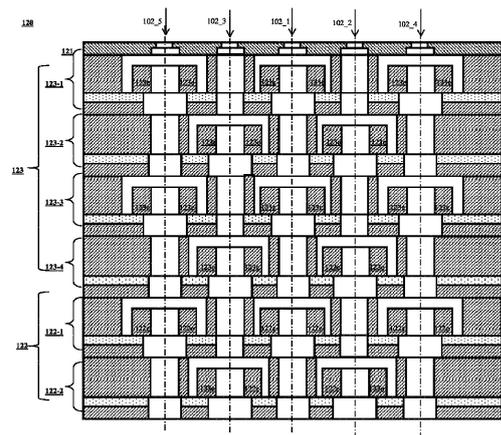


Fig. 8C

【 図 9 A 】

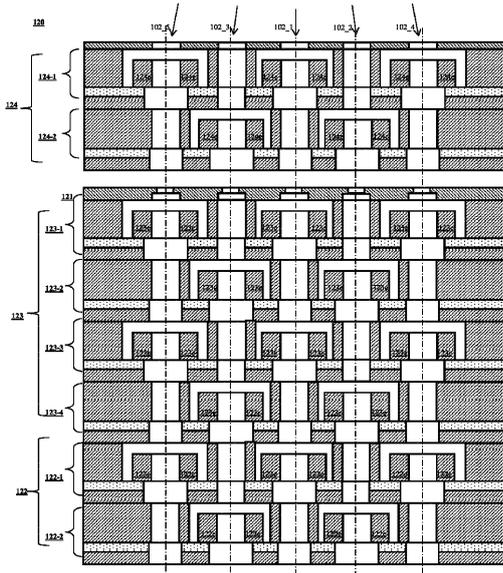


Fig. 9A

【 図 9 B 】

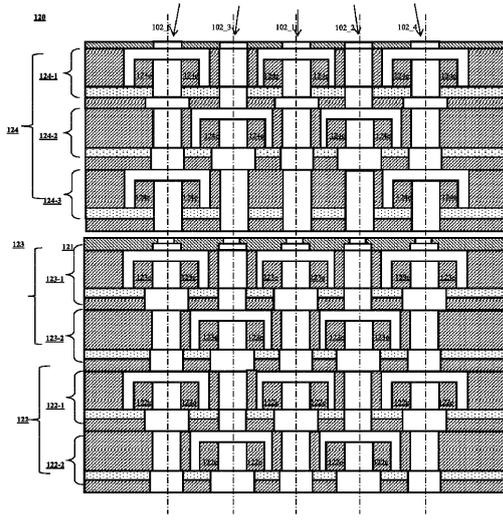


Fig. 9B

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/076707

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H01J37/28 ADD.		
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) H01J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2006/126872 A1 (UNIV DELFT TECH [NL]; KRUIT PIETER [NL]; DRUGGEN MATHEUS JOHANNES VAN) 30 November 2006 (2006-11-30)	1
Y	abstract figures pages 3-4	2-4
X	----- US 2008/023643 A1 (KRUIT PIETER [NL] ET AL) 31 January 2008 (2008-01-31) abstract figures paragraphs [0014] - [0026] ----- -/--	1
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents :		
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
Date of the actual completion of the international search 11 December 2018		Date of mailing of the international search report 25/02/2019
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Opitz-Coutureau, J

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2018/076707

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2009/127658 A1 (MAPPER LITHOGRAPHY IP BV [NL]; WIELAND JAN JACO [NL]; VAN VEEN ALEXAND) 22 October 2009 (2009-10-22) abstract figures paragraph [0123] -----	2-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/EP2018/076707**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-4

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ EP2018/ 076707

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1-4

Invention 1:

1.1.1 Claims 1 to 4: of which the special technical features is that

each image-forming element comprises a micro-deflector to deflect one of the plurality of beamlets to form one of the plurality of images

1.1.2 which may be regarded as solving the problem of directing each individual beamlet in to the desired direction.

2. claims: 5-7, 11, 13-15

Invention 2:

1.2.1 Claims 5-7, 11, and 13-15: of which the special technical features is that

an aberration compensator array having a plurality of micro-compensators that are placed in two or more layers of a second set

1.2.2 which may be regarded as solving the problem of compensating aberrations of the plurality of images.

3. claims: 8-10

Invention 3:

1.3.1 Claims 8-10: of which the special technical features are a beamlet-limit aperture array and a pre-bending element array

1.3.2 which may be regarded as solving the problem of limiting beam size and bending the beam as further required.

4. claims: 11, 12

Invention 4:

1.4.1 Claims 11 and 12: of which the special technical features are electrically shielding cavities

1.4.2 which may be regarded as solving the problem of electrically shielding some elements from other elements.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2018/076707

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2006126872 A1	30-11-2006	NL 1029132 C2 WO 2006126872 A1	28-11-2006 30-11-2006
US 2008023643 A1	31-01-2008	US 2008023643 A1 US 2011163244 A1 US 2011168910 A1 US 2012211677 A1	31-01-2008 07-07-2011 14-07-2011 23-08-2012
WO 2009127658 A1	22-10-2009	AT 535932 T CN 102067271 A CN 102067272 A EP 2279515 A1 EP 2281296 A2 EP 2402979 A2 JP 5268170 B2 JP 5384759 B2 JP 5475155 B2 JP 2011517130 A JP 2011517131 A JP 2013140997 A JP 2013140998 A KR 20110007199 A KR 20110015555 A KR 20150091417 A KR 20150099617 A TW 201003711 A TW 201003713 A TW 201515044 A WO 2009127658 A1 WO 2009127659 A2	15-12-2011 18-05-2011 18-05-2011 02-02-2011 09-02-2011 04-01-2012 21-08-2013 08-01-2014 16-04-2014 26-05-2011 26-05-2011 18-07-2013 18-07-2013 21-01-2011 16-02-2011 10-08-2015 31-08-2015 16-01-2010 16-01-2010 16-04-2015 22-10-2009 22-10-2009

フロントページの続き

(81) 指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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

(72) 発明者 フー, シュエラン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 5 1 3 1, サンノゼ, オートメーション パークウェイ
1 7 6 2

(72) 発明者 リウ, シュエドン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 5 1 3 1, サンノゼ, オートメーション パークウェイ
1 7 6 2

(72) 発明者 レン, ウエイミン

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 5 1 3 1, サンノゼ, オートメーション パークウェイ
1 7 6 2

(72) 発明者 チェン, ゾン - ウエイ

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 5 1 3 1, サンノゼ, オートメーション パークウェイ
1 7 6 2

Fターム(参考) 5C033 CC02 CC06 FF01 JJ01