

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 1 区分

【発行日】令和 3 年 9 月 2 日 (2021.9.2)

【公表番号】特表 2020-530107 (P2020-530107A)

【公表日】令和 2 年 10 月 15 日 (2020.10.15)

【年通号数】公開・登録公報 2020-042

【出願番号】特願 2020-503326 (P2020-503326)

【国際特許分類】

G 0 1 N 23/04 (2018.01)

G 2 1 K 1/02 (2006.01)

G 2 1 K 5/02 (2006.01)

【F I】

G 0 1 N 23/04

G 2 1 K 1/02 C

G 2 1 K 5/02 X

【手続補正書】

【提出日】令和 3 年 7 月 21 日 (2021.7.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

X 線又はガンマ線の出力ビームを提供すること、

焦点に向けられた集束ビームを形成するために、前記出力ビームを少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系に通すよう方向付けること、

前記焦点に向けられた改変されたビームを形成するために、前記出力ビーム又は前記集束ビームの経路内において物体の位置決めをすること、

前記改変されたビームの前記焦点に配置される開口を有する要素を提供すること、ここで、前記改変されたビームの少なくとも一部を、前記開口及び前記焦点を通過させることにより発散ビームを形成すること、及び、

前記発散ビームを検出すること、

を含む方法。

【請求項 2】

前記発散ビームを検出することが、前記発散ビームを検出及び記録すること、を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記出力ビームが、レーザコンプトン源から供給される準単一エネルギーの X 線又はガンマ線出力ビームである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、少なくとも 1 つの屈折型 X 線レンズを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、少なくとも 1 つの複合 X 線光学系を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、少なくとも 1 つのコリメート

光学系と、前記コリメート光学系に続く少なくとも１つの収束光学系とを含み、

前記出力ビームは、最初に前記少なくとも１つのコリメート光学系によってコリメートされ、次いで前記少なくとも１つの収束光学系によって収束され、前記集束ビームを形成する、請求項１に記載の方法。

【請求項７】

前記物体は、前記少なくとも１つのコリメート光学系と前記少なくとも１つの収束光学系との間に配置される、請求項６に記載の方法。

【請求項８】

前記物体の位置決めをすることが、前記集束ビームの経路内において前記物体の位置決めをすること、を含み、

前記物体は対象とする特徴を含み、前記対象とする特徴は前記集束ビームの横断寸法よりも小さく、前記集束ビームが前記対象とする特徴を完全に覆う、請求項１に記載の方法。

【請求項９】

前記物体の位置決めをすることが、前記集束ビームの経路内において前記物体の位置決めをすること、を含み、

前記物体は対象とする特徴を含み、前記対象とする特徴は前記集束ビームの横断寸法よりも大きく、前記集束ビームが前記対象とする特徴を完全には覆わない、請求項１に記載の方法。

【請求項１０】

前記物体を前記集束ビームの位置に対してスキャンする行程、を更に含む、請求項９に記載の方法。

【請求項１１】

前記発散ビームを検出する工程は、前記物体をスキャンする行程の間に、前記発散ビームの複数の画像を収集する行程を含む、請求項１０に記載の方法。

【請求項１２】

前記複数の画像は、前記対象とする特徴の完全な画像を全面的に提供する、請求項１１に記載の方法。

【請求項１３】

前記集束ビームの位置及び前記開口の位置を互いに相対的に固定した状態で前記物体及び前記集束ビームを互いに対してスキャンすることにより、前記対象となる特徴の完全な画像が得られる、請求項９に記載の方法。

【請求項１４】

前記要素が、X線又はガンマ線に対する減衰材料を含む、請求項１に記載の方法。

【請求項１５】

前記開口が、ピンホール及びスリットからなる群より選択される形状を含む、請求項１に記載の方法。

【請求項１６】

前記開口が、円錐形の孔を含む、請求項１又は３に記載の方法。

【請求項１７】

前記円錐形の孔は、前記焦点及びその周囲の前記出力ビームの収束及び／又は発散とマッチする、請求項１６に記載の方法。

【請求項１８】

前記開口が、概ね前記開口におけるX線又はガンマ線の焦点の直径を有する、請求項１に記載の方法。

【請求項１９】

前記物体の位置決めをすることが、前記物体からの散乱された放射線及び／又は自己発光を生成すること、を含み、

前記開口を通過しない前記物体からの散乱された放射線及び／又は自己発光の全てが拒絶され、検出されない、請求項１８に記載の方法。

【請求項 20】

前記要素が減衰材料により構成され、前記開口を通過しない全てのX線又はガンマ線を遮断するために十分な厚さを有するように構成される、請求項1に記載の方法。

【請求項 21】

前記出力ビームを、前記物体内の特定の原子種の特定の内殻のイオン化閾値よりわずかに上の値に調整することにより、前記画像内のコントラストを向上させること、及び/又は、前記物体内の元素材料の同定を可能にすること、を更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 22】

前記出力ビームを、前記物体内の特定の原子種の核共鳴蛍光遷移に調整させ、コントラストを向上させること、及び/又は、前記物体内の元素物質の同定を可能にすること、を更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 23】

前記発散ビームを検出するステップは、ゲート付き検出器システムを用いて実行され、前記方法は、前記検出器システムをゲーティングすることを更に含む、

前記発散ビームのパリステック画像形成光子の到達中にのみ前記検出器システムがオンとなるようにされ、それによりバックグラウンド及び散乱放射線を更に見分ける、請求項1に記載の方法。

【請求項 24】

前記少なくとも1つのX線及び/又はガンマ線光学系は、前記少なくとも1つのX線及び/又はガンマ線光学系に入射する前記出力ビームのより低いエネルギー、より高い角度のレーザコンプトン光子が、前記出力ビームのより高いエネルギーの軸上にあるレーザコンプトン光子と同じスポット及び同じスポットサイズで合焦されるように空間的に変化する構造を含む、請求項3に記載の方法。

【請求項 25】

少なくとも1つのX線及び/又はガンマ線光学系の色収差が、前記レーザコンプトン光源のスペクトル角度依存性とマッチする、請求項3に記載の方法。

【請求項 26】

前記少なくとも1つのX線及び/又はガンマ線光学系は、前記出力ビームを一の次元のみで前記合焦位置の焦点に向け、前記出力ビームが他の次元の前記レーザコンプトンプロセスの物理的性質に従って発散することを許容し、

前記開口は、前記合焦の寸法において前記出力ビームの前記焦点サイズにマッチするスリットである、請求項3に記載の方法。

【請求項 27】

前記出力ビームを調整して、コントラストを増加させること、及び/又は、前記物体内の材料識別を可能にすること、を更に含む、請求項26に記載の方法。

【請求項 28】

前記少なくとも1つのX線及び/又はガンマ線光学系は、互いに対して90度で配向され、異なる位置に焦点を合わせた2つの一次元複合X線光学系を含み、

これらのうちの一方は、前記出力ビームの一次元のファンビームを生成し、他方は、前記出力ビームの線焦点を形成し、

バックグラウンド放射線を低減するため、前記線焦点にスリットが配置される、請求項3に記載の方法。

【請求項 29】

前記出力ビームを調整して、コントラストを増加させること、及び/又は、前記物体内の材料識別を可能にすること、を更に含む、請求項28に記載の方法。

【請求項 30】

前記少なくとも1つのX線及び/又はガンマ線光学系は、第1の一次元の複合X線光学系と、前記第1の一次元の複合X線光学系に対して90度で配向された第2の一次元の複合X線光学系とを含み、

前記出力ビームは、前記第 1 の一次元の複合 X 線光学系によって一の次元でコリメートされ、次いで前記第 2 の一次元 X 線光学系によって他の次元で合焦され、

バックグラウンド放射線を低減するため、前記焦点にスリットが配置される、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 3 1】

前記出力ビームを調整して、コントラストを増加させること、及び / 又は、前記物体内の材料識別を可能にすること、を更に含む、請求項 3 0 に記載の方法。

【請求項 3 2】

前記出力ビーム又は前記集束ビームの経路内において物体の位置決めをすることは、前記改変されたビーム内に前記物体の影を生成すること、を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 3】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、シリコン中にリソグラフィによって形成されている、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 4】

X 線又はガンマ線の出力ビームを提供するための提供源と、

焦点に向けられた集束ビームを前記出力ビームから形成するための少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系であって、前記出力ビーム又は前記集束ビームの経路内に配置された物体は前記焦点に向けられた改変されたビームを生じさせる、前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系と、

前記改変されたビームの前記焦点に配置される開口を有する要素であって、前記改変されたビームの少なくとも一部が前記開口及び前記焦点を通過することにより発散ビームを形成する、前記要素と、

前記発散ビームを検出するために配置された検出器と、
を含む装置。

【請求項 3 5】

前記光源がレーザコンプトン光源であり、前記出力ビームが前記レーザコンプトン光源から提供される準単一エネルギーの X 線又はガンマ線出力ビームである、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 3 6】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、少なくとも 1 つの屈折型 X 線レンズを含む、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 3 7】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、少なくとも 1 つの複合物 X 線光学系を含む、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 3 8】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、少なくとも 1 つのコリメート光学系と、それに続く少なくとも 1 つの収束光学系とを含み、

前記出力ビームは、最初に前記少なくとも 1 つのコリメート光学系によってコリメートされ、次いで前記少なくとも 1 つの収束光学系によって収束され、前記集束ビームを形成する、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 3 9】

前記集束ビームの位置に対して前記物体をスキャンするための手段を更に備える、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 4 0】

前記要素が、X 線又はガンマ線に対する減衰材料を含む、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 4 1】

前記開口が、ピンホール及びスリットからなる群より選択される形状を含む、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 4 2】

前記開口が、円錐形の孔を備える、請求項 3 4 又は 3 5 に記載の装置。

【請求項 4 3】

前記円錐形の孔は、前記焦点及びその周囲の前記出力ビームの収束及び / 又は発散にマッチする、請求項 4 2 に記載の装置。

【請求項 4 4】

前記開口が、概ね前記開口における X 線又はガンマ線焦点の直径を有する、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 4 5】

前記要素が減衰材料により構成され、前記開口を通過しない全ての X 線又はガンマ線を遮断するために十分な厚さを有するように構成される、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 4 6】

前記検出器が、二次元 X 線検出器システムを備える、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 4 7】

前記出力ビームを、前記物体内の特定の原子種の特定の内殻のイオン化閾値よりわずかに上の値に調整することにより、前記画像内のコントラストを向上させるための手段、及び / 又は、前記物体内の元素材料の同定を可能にするための手段、を更に備える、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 4 8】

前記出力ビームを、前記物体内の特定の原子種の核共鳴蛍光遷移に調整し、コントラストを向上させる手段、及び / 又は、前記物体内の元素物質の同定を可能にする手段、を更に備える、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 4 9】

前記検出器がゲート付き検出器システムを備え、前記ゲート付き検出器は前記発散ビームのバリスティック画像形成光子の到達中にのみ前記検出器システムがオンとなるようにゲーティングするように構成され、それによりバックグラウンド及び散乱放射線を更に見分ける、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 5 0】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系に入射する前記出力ビームのより低いエネルギー、より高い角度、のレーザコンプトン光子が、前記出力ビームのより高いエネルギーの軸上にあるレーザコンプトン光子と同じスポット及び同じスポットサイズで合焦されるように空間的に変化する構造を含む、請求項 3 5 に記載の装置。

【請求項 5 1】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系の色収差を、前記レーザコンプトン光源のスペクトル角度依存性にマッチさせるための手段を更に備える、請求項 3 5 に記載の装置。

【請求項 5 2】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、前記出力ビームを一の次元のみで前記合焦位置の焦点に向けるように構成され、前記出力ビームが他の次元の前記レーザコンプトンプロセスの物理的性質に従って発散することを可能にし、

前記開口は、前記合焦の寸法において前記出力ビームの前記焦点サイズにマッチするスリットである、請求項 3 5 に記載の装置。

【請求項 5 3】

前記出力ビームを調整して、コントラストを増加させる手段、及び / 又は、前記物体内の材料識別を可能にするための手段、を更に備える、請求項 5 2 に記載の装置。

【請求項 5 4】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、互いに対して 90 度で配向され、異なる位置に焦点を合わせた 2 つの一次元複合 X 線光学系を含み、

これらのうちの一方は、前記出力ビームの一次元のファンビームを生成し、他方は、前記出力ビームの線焦点を形成し、

バックグラウンド放射線を低減するため、前記線焦点にスリットが配置される、請求項

3 5 に記載の装置。

【請求項 5 5】

前記出力ビームを調整して、コントラストを増加させる手段、及び / 又は、前記物体内の材料識別を可能にするための手段、を更に備える、請求項 5 4 に記載の装置。

【請求項 5 6】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、第 1 の一次元の複合 X 線光学系と、前記第 1 の一次元の複合 X 線光学系に対して 90 度で配向された第 2 の一次元の複合 X 線光学系とを含み、

前記出力ビームは、前記第 1 の一次元の複合 X 線光学系によって一次元でコリメートされ、次に前記第 2 の一次元 X 線光学系によって他の次元で合焦され、

バックグラウンド放射線を低減するため、前記焦点にスリットが配置される、請求項 3 5 に記載の装置。

【請求項 5 7】

前記出力ビームを調整して、コントラストを増加させる手段、及び / 又は、前記物体内の材料識別を可能にするための手段、を更に含む、請求項 5 6 に記載の装置。

【請求項 5 8】

前記変更されたビーム内に前記物体の影がある、請求項 3 4 に記載の装置。

【請求項 5 9】

前記少なくとも 1 つの X 線及び / 又はガンマ線光学系は、シリコン中にリソグラフィによって形成されている、請求項 3 4 に記載の装置。