

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2015-184041

(P2015-184041A)

(43) 公開日 平成27年10月22日(2015.10.22)

(51) Int.Cl.
G01N 23/223 (2006.01)

F I
G O I N 23/223

テーマコード(参考)
2 G O O 1

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-58390 (P2014-58390)
(22) 出願日 平成26年3月20日 (2014.3.20)

(71) 出願人 503460323
株式会社日立ハイテクサイエンス
東京都港区西新橋一丁目24番14号
(74) 代理人 100120396
弁理士 杉浦 秀幸
(72) 発明者 廣瀬 龍介
東京都港区西新橋一丁目24番14号 株
式会社日立ハイテクサイエンス内
Fターム(参考) 2G001 AA01 AA07 BA04 CA01 CA07
DA02 DA06 EA01 EA03 GA01
GA06 HA09 JA12 JA20 PA11
PA14 SA02 SA10

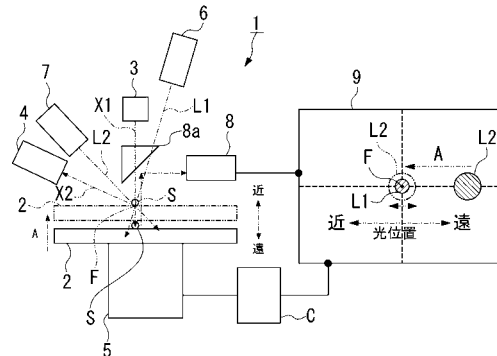
(54) 【発明の名称】 X線分析装置

(57) 【要約】

【課題】 試料の高さ位置が一次X線の焦点位置に対して遠いか近いかの判別を直視で容易に判別することができ、位置調整が容易なX線分析装置を提供すること。

【解決手段】 試料Sを設置可能な試料台2と、試料に対して一次X線X1を照射するX線源3と、一次X線を照射された試料から発生する二次X線X2を検出する検出器4と、試料台と一次X線との相対的な位置を調整する位置調整機構5と、一次X線の焦点位置F又は焦点位置から焦点位置と同じ高さで水平方向に所定距離離れた所定位置に向けて第1の光線L1を照射する第1の光源6と、焦点位置又は所定位置に向けて第1の光線及び一次X線とは別の角度から第2の光線L2を照射する第2の光源7とを備え、第1の光線と第2の光線とが、試料台または試料台の上の試料に照射された際に試料台上または試料台の上の試料上で互いに目視で識別可能な視認性を有している。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

試料を設置可能な試料台と、
 前記試料に対して一次 X 線を照射する X 線源と、
 前記一次 X 線を照射された前記試料から発生する二次 X 線を検出する検出器と、
 前記試料台と前記一次 X 線との相対的な位置を調整する位置調整機構と、
 前記一次 X 線の焦点位置又は前記焦点位置から前記焦点位置と同じ高さで水平方向に所定距離離れた所定位置に向けて第 1 の光線を照射する第 1 の光源と、
 前記焦点位置又は前記所定位置に向けて前記第 1 の光線及び前記一次 X 線とは別の角度から第 2 の光線を照射する第 2 の光源とを備え、
 前記第 1 の光線と前記第 2 の光線とが、前記試料台または前記試料台の上に設置した前記試料に照射された際に前記試料台上または前記試料台の上に設置した前記試料上で互いに目視で識別可能な視認性を有していることを特徴とする X 線分析装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の X 線分析装置において、
 前記第 1 の光線と前記第 2 の光線との色が互いに異なることを特徴とする X 線分析装置

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の X 線分析装置において、
 前記第 1 の光線と前記第 2 の光線との前記試料台上の照射径が互いに異なることを特徴とする X 線分析装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の X 線分析装置において、
 前記第 1 の光線と前記第 2 の光線との前記試料台上の照射形状が互いに異なることを特徴とする X 線分析装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の X 線分析装置において、
 前記第 1 の光線と前記第 2 の光線とのうちいずれか一方が点滅することを特徴とする X 線分析装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の X 線分析装置において、
 前記第 1 の光線の照射方向が、前記一次 X 線の光軸と一致していることを特徴とする X 線分析装置。

30

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の X 線分析装置において、
 前記試料台を観察可能な光学系を有する観察機構を備え、
 前記第 1 の光線の照射方向が、前記光学系の前記試料台に対する光軸と一致していることを特徴とする X 線分析装置。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の X 線分析装置において、
 前記試料台の前記試料と前記試料台に照射された前記第 1 の光線と前記第 2 の光線とを含む試料観察像を画像データとして取得する観察機構と、
 前記位置調整機構を制御する制御部とを備え、
 前記制御部が、前記画像データに基づいて前記位置調整機構により前記試料の位置と前記第 1 の光線の照射位置と前記第 2 の光線の照射位置とを一致させることを特徴とする X 線分析装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有害物質の検出等が可能で製品のスクリーニング等あるいはメッキの膜厚測

50

定等に使用される蛍光 X 線分析装置等の X 線分析装置に関する。

【背景技術】

【0002】

蛍光 X 線分析は、X 線源から出射された X 線を試料に照射し、試料から放出される特性 X 線である蛍光 X 線を X 線検出器で検出することで、そのエネルギーからスペクトルを取得し、試料の定性分析若しくは定量分析又は膜厚測定を行うものである。この蛍光 X 線分析は、試料を非破壊で迅速に分析可能なため、工程・品質管理などで広く用いられている。近年では、高精度化・高感度化が図られて微量測定が可能になり、特に材料や複合電子部品などに含まれる有害物質の検出を行う分析手法として普及が期待されている。

【0003】

このような蛍光 X 線分析を行う装置では、試料に照射する一次 X 線の照射位置（水平方向の位置）及び焦点位置（高さ方向の位置）に、測定対象物の試料を位置合わせする必要がある。従来、水平方向の位置調整としては、例えば特許文献 1 には、一次 X 線の照射位置と、試料観察位置（例えば CCD カメラによる試料観察像の中心）とが一致するように予め設定する方法が記載されている。また、特許文献 2 には、一次 X 線の照射位置にレーザ光を照射することで、直視又は試料観察像により測定位置を確認する方法が記載されている。

【0004】

さらに、引用文献 3 には、一次 X 線の照射位置と、試料観察位置（例えば試料観察像の中心）との間の距離を予め記憶又は計測し、試料を観察像の測定位置に配置した後、予め記憶又は計測した距離だけ試料を動かすことで、試料を一次 X 線の照射位置まで移動させる方法が記載されている。

【0005】

一方、高さ方向の位置調整として、例えば特許文献 2 には、一次 X 線の焦点位置（高さ位置）と、試料観察像のフォーカスが一致する高さとが予め一致するように設定する方法が記載されている。また、試料の斜め上からレーザ光を照射し、試料観察像の中心又は指定した位置にレーザ光が照射される高さ位置と、一次 X 線の焦点位置とを一致するように予め設定する方法、すなわちレーザ光が試料観察像の中心又は予め指定した位置にくるように試料の高さを調整することで、試料が X 線の焦点位置に調整される方法が記載されている。

【0006】

また、特許文献 4 には、一次 X 線の焦点位置と、上記方法で試料観察像にて指定した高さ位置（斜めから照射されたレーザ光が試料観察像の中心にくる位置、試料観察像のフォーカス位置）との間の距離を予め記憶又は計測し、試料を試料観察像で指定した高さ位置に設定した後、予め計測した距離だけ試料を動かすことで、試料を一次 X 線の焦点位置まで移動させる方法が記載されている。

さらに、特許文献 5 では、レーザ変位計などで一次 X 線の照射ポイントの高さを測定する方法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特許第 4 6 5 0 3 3 0 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 6 - 3 2 9 9 4 4 号公報

【特許文献 3】特開平 5 - 1 1 8 9 9 9 号公報

【特許文献 4】特許第 5 2 6 9 5 2 1 号公報

【特許文献 5】特開 2 0 1 1 - 4 7 8 9 8 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記従来の技術には、以下の課題が残されている。

10

20

30

40

50

すなわち、上記従来技術では、試料を試料台に設置する際に、試料の高さ位置が一次 X 線の焦点位置と比べて遠いか近いかを、直視で判別することが難しいという不都合があった。このため、上記判別を行うために CCD カメラ等による試料観察像を見る必要があり、操作性が悪かった。さらに、レーザ光を用いる場合、試料観察像にレーザ光が入らないほどに高さがずれている場合やフォーカスが大きくずれている場合等、高さの粗調整が必要となるが、この粗調整の際にも試料の高さ位置が遠いのか近いのかの判断が困難であった。

【0009】

本発明は、前述の課題に鑑みてなされたもので、試料の高さ位置が一次 X 線の焦点位置に対して遠いか近いのかの判別を直視で容易に判別することができ、位置調整が容易な X 線分析装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明は、前記課題を解決するために以下の構成を採用した。すなわち、第 1 の発明に係る X 線分析装置は、試料を設置可能な試料台と、前記試料に対して一次 X 線を照射する X 線源と、前記一次 X 線を照射された前記試料から発生する二次 X 線を検出する検出器と、前記試料台と前記一次 X 線との相対的な位置を調整する位置調整機構と、前記一次 X 線の焦点位置又は前記焦点位置から水平方向に所定距離離れた所定位置に向けて第 1 の光線を照射する第 1 の光源と、前記焦点位置又は前記所定位置に向けて前記第 1 の光線及び前記一次 X 線とは別の角度から第 2 の光線を照射する第 2 の光源とを備え、前記第 1 の光線と前記第 2 の光線とが、前記試料台または前記試料台の上に設置した前記試料に照射された際に前記試料台上または前記試料台の上に設置した前記試料上で互いに目視で識別可能な視認性を有していることを特徴とする。

20

【0011】

この X 線分析装置では、互いに別角度で照射される第 1 の光線と第 2 の光線とが、試料台または試料台の上に設置した試料に照射された際に試料台上または試料台の上に設置した試料上で互いに目視で識別可能な視認性を有しているので、第 1 の光線と第 2 の光線との照射位置が直視で確認でき、これら光線の照射位置の相対的な関係によって試料台の試料の高さが遠いか近いかを直視で判別することができる。また、第 1 の光線の照射位置と第 2 の光線の照射位置とが重なる位置を焦点位置又は焦点位置から水平方向に所定距離離れた所定位置に設定することで、これらの光線の照射位置を一致させる又は所定の配置となるように位置を調整するだけで、試料台の試料を一次 X 線の焦点位置又は該焦点位置から所定距離離れた所定位置に一致させることが可能になる。

30

【0012】

第 2 の発明に係る X 線分析装置は、第 1 の発明において、前記第 1 の光線と前記第 2 の光線との色が互いに異なることを特徴とする。

すなわち、この X 線分析装置では、第 1 の光線と第 2 の光線との色が互いに異なるので、照射された光線の色によって直視で第 1 の光線と第 2 の光線との判別を行うことができる。

【0013】

40

第 3 の発明に係る X 線分析装置は、第 1 又は第 2 の発明において、前記第 1 の光線と前記第 2 の光線との前記試料台上の照射径が互いに異なることを特徴とする。

すなわち、この X 線分析装置では、第 1 の光線と第 2 の光線との試料台上の照射径が互いに異なるので、照射された光線の照射径の大きさによって直視で第 1 の光線と第 2 の光線との判別を行うことができる。

【0014】

第 4 の発明に係る X 線分析装置は、第 1 から第 3 の発明のいずれかにおいて、前記第 1 の光線と前記第 2 の光線との前記試料台上の照射形状が互いに異なることを特徴とする。

すなわち、この X 線分析装置では、第 1 の光線と第 2 の光線との試料台上の照射形状が互いに異なるので、照射された光線の照射形状の違いによって直視で第 1 の光線と第 2 の

50

光線との判別を行うことができる。

【0015】

第5の発明に係るX線分析装置は、第1から第4の発明のいずれかにおいて、前記第1の光線と前記第2の光線とのうちいずれか一方が点滅することを特徴とする。

すなわち、このX線分析装置では、第1の光線と第2の光線とのうちいずれか一方が点滅するので、点滅の有無によって直視で第1の光線と第2の光線とを容易に判別することができる。

【0016】

第5の発明に係るX線分析装置は、第1から第4の発明のいずれかにおいて、前記第1の光線の照射方向が、前記一次X線の光軸と一致していることを特徴とする。

すなわち、このX線分析装置では、第1の光線の照射方向が、一次X線の光軸と一致しているので、第1の光線の照射位置に試料の位置を合わせれば、水平方向における一次線の照射位置に試料を一致させることができる。

【0017】

第6の発明に係るX線分析装置は、第1から第5の発明のいずれかにおいて、前記試料台を観察可能な光学系を有する観察機構を備え、前記第1の光線の照射方向が、前記光学系の前記試料台に対する光軸と一致していることを特徴とする。

すなわち、このX線分析装置では、試料台を観察可能な光学系を有する観察機構を備え、第1の光線の照射方向が、観察機構における光学系の試料台に対する光軸と一致しているので、直視による粗調整を行った後に、観察機構によって、より高精度に位置調整することが可能になる。

【0018】

第7の発明に係るX線分析装置は、第1から第6の発明のいずれかにおいて、前記試料台の前記試料と前記試料台に照射された前記第1の光線と前記第2の光線とを含む試料観察像を画像データとして取得する観察機構と、前記位置調整機構を制御する制御部とを備え、前記制御部が、前記画像データに基づいて前記位置調整機構により前記試料の位置と前記第1の光線の照射位置と前記第2の光線の照射位置とを一致させることを特徴とする。

すなわち、このX線分析装置では、制御部が、画像データに基づいて位置調整機構により試料の位置と第1の光線の照射位置と第2の光線の照射位置とを一致させるので、目視だけでなく、観察機構で取得した試料観察像に基づいて一次X線の焦点位置と試料位置とを自動調整で一致させることができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、以下の効果を奏する。

すなわち、本発明に係るX線分析装置によれば、互いに別角度で照射される第1の光線と第2の光線とが、試料台または試料台の上に設置した試料に照射された際に試料台上で互いに目視で識別可能な視認性を有しているので、2つの光線の照射位置によって試料台の試料の高さが遠いか近いかを直視で判別することができる。また、これらの光線の照射位置を一致させる又は所定の配置となるように位置を調整するだけで、試料台の試料を一次X線の焦点位置又は該焦点位置から所定距離離れた所定位置に一致させることが可能になる。したがって、このX線分析装置では、一次X線の焦点位置と試料の位置との位置調整、特に高さ位置の調整が直視で可能になり、操作性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明に係るX線分析装置の第1実施形態を示す概略的な全体構成図である。

【図2】第1実施形態において、第1の光線と第2の光線との照射位置が焦点位置に一致している場合(a)と、第1の光線と第2の光線との照射位置が試料台上で動く方向に対して直交方向に互いにずれている場合(b)とを示す試料台上から直視した際の説明図である。

10

20

30

40

50

【図3】本発明に係るX線分析装置の第2実施形態を示す試料観察像の例である。

【図4】本発明に係るX線分析装置の第3実施形態を示す概略的な全体構成図である。

【図5】本発明に係るX線分析装置の第4実施形態を示す概略的な全体構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明に係るX線分析装置の第1実施形態を、図1及び図2を参照しながら説明する。

【0022】

本実施形態のX線分析装置1は、例えば二次X線として蛍光X線を検出する蛍光X線分析装置であって、図1に示すように、試料Sを設置可能な試料台2と、試料Sに対して一次X線X1を照射するX線源3と、一次X線X1を照射された試料Sから発生する二次X線X2を検出する検出器4と、試料台2と一次X線X1との相対的な位置を調整する位置調整機構5と、一次X線X1の焦点位置Fに第1の光線L1を照射する第1の光源6と、焦点位置Fに向けて第1の光線L1及び一次X線X1とは別の角度から第2の光線L2を照射する第2の光源7と、試料台2を観察可能な光学系8aを有する観察機構8と、位置調整機構5を制御する制御部Cとを備えている。

10

【0023】

また、上記第1の光線L1と上記第2の光線L2とは、試料台2または試料台2の上に設置した試料Sに照射された際に試料台2上または試料台2の上に設置した試料S上で互いに目視で識別可能な視認性を有している。本実施形態では、第1の光線L1と第2の光線L2との色が互いに異なると共に、第1の光線L1と第2の光線L2との試料台2上の照射径が互いに異なっている。

20

なお、上記一次X線X1の焦点位置Fは、一次X線X1の照射径が最小となる位置である。

【0024】

上記観察機構8は、試料台2上の試料Sと試料台2に照射された第1の光線L1と第2の光線L2とを含む試料観察像を撮像して画像データとして取得するCCDカメラである。

また、上記光学系8aは、一次X線X1の光軸上に配されたハーフミラー又はビームスプリッタであって、一次X線X1をそのまま試料台2に向けて透過させると共に、観察機構8の光軸を試料台2に向けて変更させ試料観察像を撮像可能にしている。

30

【0025】

上記制御部Cは、上記画像データに基づいて位置調整機構5により試料台2を移動させることで試料台2と一次X線X1との相対的な位置を調整し、試料Sの位置と第1の光線L1の照射位置と第2の光線L2の照射位置とを一致させる機能を有している。

この制御部Cは、CPU等で構成されたコンピュータであり、試料観察像及び分析結果を表示可能なディスプレイ部9を備えている。なお、試料観察像は、図1に示すようにディスプレイ部9に表示され、試料観察像の中心が一次X線X1の照射位置に対応している。

40

【0026】

上記試料台2は、試料Sが載置可能であり、位置調整機構5は、上部に試料台2を配して制御部Cにより制御され、試料台2をXY方向（水平方向）及びZ方向（垂直方向）に進退可能なXY軸ステージ及びZ軸ステージである。

上記X線源3は、一次X線X1を照射可能なX線管球であって、管球内のフィラメント（陰極）から発生した熱電子がフィラメント（陰極）とターゲット（陽極）との間に印加された電圧により加速されターゲットのW（タングステン）、Mo（モリブデン）、Cr（クロム）などに衝突して発生したX線を一次X線X1としてベリリウム箔などの窓から出射するものである。なお、X線源3の先端側には、一次X線X1を集光して試料台2上の試料Sに照射するモノキャピラリ、コリメータ又はポリキャピラリなどの集光素子（図示略）が設置されている。

50

【0027】

この検出器4は、X線入射窓に設置されている半導体検出素子（例えば、pin構造ダイオードであるSi（シリコン）素子）（図示略）を備え、X線光子1個が入射すると、このX線光子1個に対応する電流パルスが発生するものである。この電流パルスの瞬間的な電流値が、入射した特性X線のエネルギーに比例している。また、検出器4は、半導体検出素子で発生した電流パルスを電圧パルスに変換、増幅し、信号として出力するように設定されている。

【0028】

なお、このX線分析装置1では、検出器4に接続され検出器4からの信号を分析する分析器（図示略）を備えている。この分析器は、上記信号から電圧パルスの波高を得てエネルギースペクトルを生成する波高分析器（マルチチャンネルパルスハイトアナライザー）である。

10

【0029】

上記第1の光源6は、例えば緑色光や青色光の第1の光線L1を照射し、上記第2の光源7は、例えば赤色光又は白色光の第2の光線L2を照射する。また、第2の光線L2は、第1の光線L1よりも試料台2における照射径が大きく設定されている。例えば、第1の光線L1の照射径が0.4mmであり、第2の光線L2の照射径が1.0mmに設定される。

【0030】

上記第1の光線L1は、一次X線X1の光軸（すなわち、試料台2の垂直方向）に近い角度で試料台2または試料台2の上に設置した試料Sに照射され、上記第2の光線L2は、一次X線X1の光軸に対して第1の光線L1よりも大きな角度で試料台2に照射される。また、第1の光源6と第2の光源7とは、一次X線X1の光軸を挟んで互いに反対側に設置されている。すなわち、図1において、第1の光源6は、一次X線X1の光軸の右側に配され、第2の光源7は、一次X線X1の光軸の左側に配されている。したがって、一次X線X1の光軸に対する第1の光線L1の照射角度がプラス側とすると、第2の光線L2の照射角度はマイナス側となる。例えば、第1の光線L1の照射角度が5°に設定され、第2の光線L2の照射角度が-45°に設定される。なお、光線L1の照射角は、可能な限り垂直に近い方が好ましい。

20

【0031】

本実施形態のX線分析装置1において、試料台2の試料Sの位置と一次X線X1の焦点位置とを一致させるには、まず試料台2上に第1の光線L1と第2の光線L2との両方を照射する。その際、試料台2が一次X線X1の焦点位置Fよりも遠い場合、図2の(a)に示すように、試料台2に照射された第2の光線L2の位置が第1の光線L1の位置よりも右側に直視で確認できる。逆に、試料台2が一次X線X1の焦点位置Fよりも近い場合、試料台2に照射された第2の光線L2の位置が第1の光線L1の位置よりも左側に直視で確認できる。

30

【0032】

このように、試料台2または試料台2の上に設置した試料Sに照射された第1の光線L1と第2の光線L2との位置関係によって、試料台2の高さ位置が一次X線X1の焦点位置に対して遠いか近いかを直視で判別することができる。

40

次に、上記第1の光線L1と第2の光線L2との位置関係から判断した試料台2の高さ位置に応じて、試料台2に照射された第1の光線L1の位置と第2の光線L2の位置とが互いに一致するように、試料台2の高さを位置調整機構5を制御して調整する。例えば、図2の(a)に示すように、試料台2上の第2の光線L2が矢印Aの方向に動いて第1の光線L1と一致するように試料台2を移動させる。

【0033】

さらに、第1の光線L1と第2の光線L2とが試料台2上または試料台2の上に設置した試料S上で一致した状態で、水平方向に試料台2を位置調整機構5によって移動させ、試料台2上の試料Sと第1の光線L1と第2の光線L2との互いの位置を一致させる。こ

50

の操作によって、試料台 2 上の試料 S の位置を一次 X 線 X 1 の焦点位置に一致させることができる。

【 0 0 3 4 】

なお、本実施形態では、第 1 の光線 L 1 が一次 X 線 X 1 の照射方向である試料台 2 の垂直方向に近い角度で照射されるため、試料台 2 に照射された第 1 の光線 L 1 は、試料台 2 の上下動による移動量が試料台 2 上において第 2 の光線 L 2 よりも少ない。また、第 2 の光線 L 2 は、一次 X 線 X 1 の光軸に対する角度が第 1 の光線 L 1 よりも大きいため、試料台 2 の上下動による移動量が試料台 2 上において第 1 の光線 L 1 よりも大きい。したがって、高さ位置を合わせる前に、水平方向を合わせる場合、第 1 の光線 L 1 に試料 S の位置を合わせることで、試料 S を一次 X 線 X 1 の照射位置の近くに配することができ、粗調整が可能である。また、高さ位置を合わせる際には、主に試料台 2 または試料台 2 の上に設置した試料 S 上の第 2 の光線 L 2 を目安にすることで、容易に高さ調整が可能になる。したがって、第 1 の光線 L 1 は、主に水平位置調整用とされ、第 2 の光線 L 2 は、主に高さ位置調整用とされる。

10

【 0 0 3 5 】

また、上記位置調整は、直視によって手動で位置調整機構 5 を操作して行ったが、制御部 C によって、観察機構 8 で取得した上記画像データに基づいて位置調整機構 5 により試料 S の位置と第 1 の光線 L 1 の照射位置と第 2 の光線 L 2 の照射位置とを自動的に一致させても構わない。すなわち、制御部 C によって、観察機構 8 で撮像した画像データから第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 とを自動認識し、試料台 2 における第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 と試料 S との位置が一致するように位置調整機構 5 を制御して、試料台 2 を移動させる。

20

また、観察機構 8 による試料観察像を見ながらの位置調整又は制御部 C による自動位置調整の前に、直視による上記手動の位置調整で粗調整を行っても構わない。

【 0 0 3 6 】

なお、図 2 の (b) に示すように、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との照射位置が試料台 2 上で動く方向に対して直交方向に互いにずれているように設定しても構わない。例えば、図 2 の (b) では、第 2 の光線 L 2 だけを焦点位置 F から上記直交方向に所定距離だけ離間させている。この場合、予め焦点位置 F の高さに試料台 2 の高さが一致している状態で、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との照射位置の距離を基準距離として求めておく。

30

【 0 0 3 7 】

そして、高さ調整を行う際に、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との距離が上記基準距離になるまで、試料台 2 の高さを調整することで、焦点位置 F に試料台 2 の高さを合わせることができる。すなわち、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 とが、所定の配置による基準距離となるように位置調整を行うことで、高さを焦点位置 F に合わせることができる。

また、水平方向の調整については、高さ位置が一致している状態で第 1 の光線 L 1 の照射位置が焦点位置 F と同じ位置にあるため、第 1 の光線 L 1 の位置に試料 S が位置するように試料台 2 を水平方向に移動させることで、試料 S を一次 X 線 X 1 の照射位置に合わせることができる。

40

【 0 0 3 8 】

このように本実施形態の X 線分析装置 1 では、互いに別角度で照射される第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 とが、試料台 2 または試料台 2 の上に設置した試料 S に照射された際に試料台 2 上または試料台 2 の上に設置した試料 S 上で互いに目視で識別可能な視認性を有しているので、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との照射位置が直視で確認でき、これら光線の照射位置の相対的な関係によって試料台 2 の試料 S の高さが遠いか近いかを直視で判別することができる。

【 0 0 3 9 】

また、第 1 の光線 L 1 の照射位置と第 2 の光線 L 2 の照射位置とが重なる位置を焦点位置 F に設定することで、これらの光線の照射位置を一致させる又は所定の配置となるよう

50

に位置を調整するだけで、試料台 2 の試料 S を一次 X 線 X 1 の焦点位置 F に一致させることが可能になる。

また、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との色が互いに異なるので、照射された光線の色によって直視で第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との判別を行うことができる。

さらに、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との試料台 2 上の照射径が互いに異なるので、照射された光線の照射径の大きさによって直視で第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との判別を行うことができる。

【 0 0 4 0 】

また、制御部 C が、試料観察像の画像データに基づいて位置調整機構 5 により試料 S の位置と第 1 の光線 L 1 の照射位置と第 2 の光線 L 2 の照射位置とを一致させることで、目視だけでなく、試料観察像に基づいて一次 X 線 X 1 の焦点位置 F と試料 S の位置とを自動調整で一致させることができる。

10

【 0 0 4 1 】

次に、本発明に係る X 線分析装置の第 2 から第 4 実施形態について、図 3 から図 5 を参照して以下に説明する。なお、以下の各実施形態の説明において、上記実施形態において説明した同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明は省略する。

【 0 0 4 2 】

第 2 実施形態と第 1 実施形態との異なる点は、第 1 実施形態では、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との試料台 2 上の照射形状がどちらも円形であるのに対し、第 2 実施形態では、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との試料台 2 上の照射形状が互いに異なっている点である。すなわち、第 2 実施形態では、第 1 の光線 L 1 の試料台 2 の照射形状が円形とされているのに対し、第 2 の光線 L 2 の試料台 2 上の照射形状が三角形とされている。

20

このように第 2 実施形態では、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との試料台 2 上の照射形状が互いに異なるので、照射された光線の照射形状の違いによっても直視で第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との判別を行うことができる。

【 0 0 4 3 】

第 3 実施形態と第 1 実施形態との異なる点は、第 1 実施形態では、第 1 の光線 L 1 が一次 X 線 X 1 の照射方向（光軸）に対してやや傾いて照射されるのに対し、第 2 実施形態の X 線分析装置 3 1 では、第 1 の光線 L 1 の照射方向が、一次 X 線 X 1 の光軸と一致している点で異なっている。また、第 1 実施形態では、第 1 の光源 6 から出射された第 1 の光線 L 1 が試料台 2 に向けて直接照射されているのに対し、第 2 実施形態では、図 4 に示すように、観察機構 8 の光学系 8 a を介して該光学系 8 a の光軸と同軸で試料台 2 に向けて照射されている点で異なっている。

30

【 0 0 4 4 】

第 3 実施形態では、光学系 8 a に向けて側方から観察機構 8 の光軸と一致した状態で第 1 の光線 L 1 が出射されるように第 1 の光源 6 が配置されている。したがって、ハーフミラー又はビームスプリッタである光学系 8 a で試料台 2 に向けて反射された第 1 の光線 L 1 は、一次 X 線 X 1 の照射方向（試料台 2 の垂直方向）に一致した状態で試料台 2 に向けて照射される。また、この配置では、観察機構 8 による試料観察像の中心に常に第 1 の光線 L 1 が照射される。すなわち、第 1 の光源 6 は、観察機構 8 の同軸落斜照明となっている。なお、図 4 では、見易くするために、一次 X 線 X 1 の光軸と第 1 の光線 L 1 とを若干ずらして図示している。同様に、第 1 の光線 L 1 と観察機構 8 の光軸とについても若干ずらして図示している。

40

【 0 0 4 5 】

このように第 3 実施形態の X 線分析装置 3 1 では、第 1 の光線 L 1 の照射方向が、一次 X 線 X 1 の光軸と一致しているので、第 1 の光線 L 1 の照射位置に試料 S の位置を合わせれば、水平方向における一次 X 線 X 1 の照射位置に試料 S を一致させることができる。

【 0 0 4 6 】

第 4 実施形態と第 3 実施形態との異なる点は、第 3 実施形態では、第 1 の光線 L 1 及び第 2 の光線 L 2 の照射位置が一次 X 線 X 1 の焦点位置に一致させているのに対し、第 4 実

50

施形態の X 線分析装置 4 1 では、図 5 に示すように、第 1 の光源 6 が、一次 X 線 X 1 の焦点位置 F から焦点位置 F と同じ高さで水平方向に所定距離 D 離れた所定位置 P に向けて第 1 の光線 L 1 を照射すると共に、第 2 の光源 7 が、所定位置 P に向けて第 1 の光線 L 1 及び一次 X 線 X 1 とは別の角度から第 2 の光線 L 2 を照射する点である。

【 0 0 4 7 】

また、第 4 実施形態では、光学系 8 a を用いず、直接、観察機構 8 が所定位置 P を観察可能な位置に配置されていると共に、第 1 の光源 6 が観察機構 8 と同じ方向から第 1 の光線 L 1 を所定位置 P に向けて照射可能な位置に配置されている。

したがって、観察機構 8 の光軸が第 1 の光線 L 1 と一致しており、光学系 8 a を用いずに、試料観察像の中心に常に第 1 の光線 L 1 が照射されるように設定されている。

10

【 0 0 4 8 】

この第 4 実施形態では、まず第 1 実施形態と同様に一次 X 線 X 1 の焦点位置の高さに試料台 2 の高さ位置を調整した後、試料台 2 を水平方向に移動させ、試料台 2 上における第 1 の光線 L 1 及び第 2 の光線 L 2 の照射位置を試料観察像の中心に合わせる。この状態で、第 1 の光線 L 1 及び第 2 の光線 L 2 の照射位置は、焦点位置 F から所定距離 D だけ離れた所定位置 P に一致している。

次に、位置調整機構 5 により試料台 2 を所定距離 D だけ移動させることで、試料 S を一次 X 線 X 1 の焦点位置 F に配置することができ、測定位置の試料 S に一次 X 線 X 1 を照射して分析を開始することができる。

【 0 0 4 9 】

20

このように第 4 実施形態の X 線分析装置 4 1 では、一次 X 線 X 1 の焦点位置 F から水平方向に所定距離 D だけ離れた所定位置 P に向けて第 1 の光線 L 1 及び第 2 の光線 L 2 を照射するので、第 1 の光線 L 1 と第 2 の光線 L 2 との照射位置が一致する所定位置 P に試料観察像の中心を合わせ、その後、所定距離 D だけ試料台 2 を水平移動させることで、焦点位置 F と試料 S との位置合わせを行うことができる。

【 0 0 5 0 】

なお、本発明の技術範囲は上記各実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

【 0 0 5 1 】

例えば、上記各実施形態では、波高分析器で X 線のエネルギーと強度とを測定するエネルギー分散方式の X 線分析装置に適用したが、二次 X 線を分光結晶により分光し、X 線の波長と強度を測定する波長分散方式の X 線分析装置に適用しても構わない。

30

また、上記各実施形態では、試料の 1 点を分析したが、試料の複数点を分析してマッピングを行う際には、制御部によって位置調整機構を駆動して水平方向に試料台を移動させて自動調整で走査してもよい。

【 0 0 5 2 】

さらに、上記各実施形態では、第 1 の光線と第 2 の光線とについて、試料台上で互いに色、照射径、形状が異なる例を示したが、互いに目視で区別できる視認性を有していれば、他の視認性を有する光線としても構わない。例えば、第 1 の光線と第 2 の光線とが試料台上に照射された際、両光線の輝点の輝度を明確に異なるように設定しても構わない。また、第 1 の光線と第 2 の光線とが、同じ色、同じ照射径、同じ形状及び同じ輝度であったとしても、第 1 の光源又は第 2 の光源によって一方の光線を点滅させることで、互いに目視で区別できる視認性を有していてもよい。この場合、点滅の有無によって直視で第 1 の光線と第 2 の光線とを容易に判別することができる。

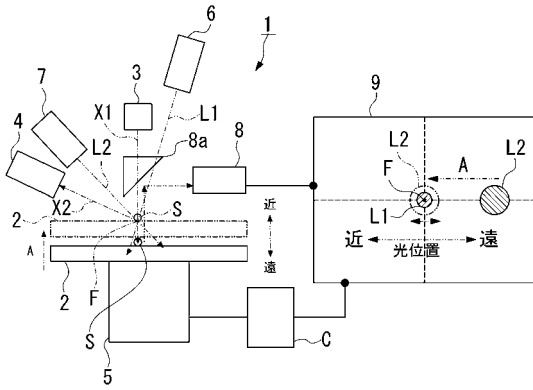
40

【 符号の説明 】

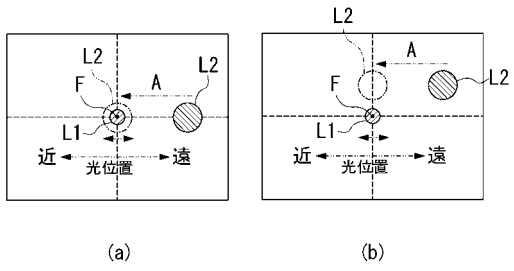
【 0 0 5 3 】

1 ... X 線分析装置、 2 ... 試料台、 3 ... X 線源、 4 ... 検出器、 5 ... 位置調整機構、 6 ... 第 1 の光源、 7 ... 第 2 の光源、 8 ... 観察機構、 C ... 制御部、 L 1 ... 第 1 の光線、 L 2 ... 第 2 の光線、 S ... 試料、 X 1 ... 一次 X 線、 X 2 ... 二次 X 線

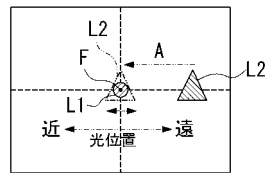
【 図 1 】



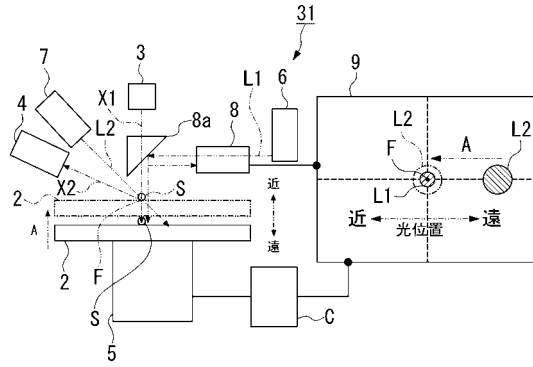
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

