

【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】平成23年6月2日(2011.6.2)

【公開番号】特開2006-138837(P2006-138837A)

【公開日】平成18年6月1日(2006.6.1)

【年通号数】公開・登録公報2006-021

【出願番号】特願2005-274293(P2005-274293)

【国際特許分類】

G 01 N 23/201 (2006.01)

G 01 N 23/207 (2006.01)

G 01 B 15/02 (2006.01)

G 21 K 1/06 (2006.01)

【F I】

G 01 N 23/201

G 01 N 23/207

G 01 B 15/02 D

G 21 K 1/06 G

G 21 K 1/06 B

【誤訳訂正書】

【提出日】平成23年4月20日(2011.4.20)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料分析装置であって、

第1のX線収束ビームを試料表面に向け、第2のX線平行ビームを前記試料表面に向けるように構成された照射源と、

前記照射源を、前記X線が前記照射源から前記試料表面にかすめ角で向けられる第1の光源位置と、前記X線が前記照射源から前記試料表面に前記試料のプラッギ角近傍で向けられる第2の光源位置との間で移動させるように動作する動作アセンブリと、

前記第1および第2の光源位置のいずれかにあるときに、前記収束ビーム及び平行ビームのいずれかに反応して前記試料から散乱した前記X線を角度の関数として感知し、前記散乱したX線に反応して出力信号を生成するように構成された検出素子アセンブリと、

前記出力信号を受けてこれを処理し、試料の特性を判定するように結合された信号処理部とを備え、

前記照射源が、

前記X線を放射するように動作するX線管と、

前記X線を受けて前記収束ビームに集光するように構成された第1のミラーと、

前記X線を受けて前記平行ビームに集光するように構成された第2のミラーと、

を備える、

試料分析装置。

【請求項2】

前記第1および第2のミラーが二重湾曲構造を有する、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記第1および第2のミラーは、前記X線を受けるとともに集光するように構成され、前

記収束ビーム及び前記平行ビームの方位をずらすように配置される請求項1に記載の装置。
。

【請求項4】

収束ビーム及び平行ビームのいずれか一方のみが前記試料に衝突するようにX線管から照射されたX線の一部を遮断するために可動であるビーム遮断部を備える請求項3に記載の装置。

【請求項5】

前記動作センサが、前記検出素子センサが前記試料からかすめ角で散乱した前記X線を感知する第1の検出素子仰角と、前記検出素子センサが前記表面からプラグ角の近傍で散乱した前記X線を感知する第2の検出素子仰角との間で、前記検出素子センサを移動するように動作する、請求項1に記載の装置。

【請求項6】

前記動作センサが、前記第1の検出素子仰角にある前記検出素子センサを、前記検出素子センサが前記X線の小角散乱を感知する第1の方位角と、前記検出素子センサが前記試料表面の面内構造から回折された前記X線を感知する第2のより大きい方位角との間で移動させるように動作する、請求項5に記載の装置。

【請求項7】

前記検出素子センサが、前記試料表面に垂直な第1の軸に沿って前記散乱したX線を分解する第1の検出素子構成と、前記表面に平行な第2の軸に沿って前記散乱したX線を分解する第2の検出素子構成とを有する検出素子アレイを備える、請求項1に記載の装置。
。

【請求項8】

前記信号処理部が、前記第1の検出素子構成にある前記検出素子センサからの前記出力信号を処理して、前記表面からの反射率を前記表面に対する仰角の関数として判定し、前記第2の検出素子構成にある前記検出素子センサからの前記出力信号を処理して、前記表面の散乱特性を前記表面平面の方位角の関数として判定するように構成された、請求項7に記載の装置。

【請求項9】

前記信号処理部が、前記照射源が前記第1のビームを照射し、かつ前記第1の光源位置にあるときに、前記検出素子センサからの前記出力信号を処理して、前記表面のX線反射率(XRR)スペクトルを獲得し、前記照射源が前記第2のビームを照射し、かつ前記第1の光源位置にあるときに、前記検出素子センサからの前記出力信号を処理して、前記表面のX線小角散乱(SAXS)スペクトルおよび小角X線回折(XRD)スペクトルの少なくとも一つを獲得し、また前記照射源が前記第2の光源位置にあるときに、前記検出センサからの前記出力信号を処理して、前記表面の高角度XRDスペクトルを獲得するように構成された、請求項1に記載の装置。

【請求項10】

前記信号処理部が、前記照射源が前記第2の光源位置にあって前記第1のビームを照射しているときに高分解能XRDスペクトルを獲得し、前記照射源が前記第2の光源位置にあって前記第2のビームを照射しているときに低分解能XRDスペクトルを獲得するように構成された、請求項9に記載の装置。

【請求項11】

動作センサが、前記高分解能XRDスペクトルを獲得するように、前記検出素子センサを前記試料表面からの第1の距離に配置し、前記低分解能XRDスペクトルを獲得するように、前記検出素子センサを、前記第1の距離よりも小さい前記表面からの第2の距離に配置するように構成された、請求項10に記載の装置。

【請求項12】

前記試料が少なくとも1つの表面層を備え、前記信号処理部が、前記XRR、SAXSおよびXRDスペクトルの2つ以上を共に分析するように構成されて、前記少なくとも1つの表面層の特性を判定する、請求項9に記載の装置。

【請求項 1 3】

前記特性が、膜厚、密度、表面品質、空隙率、および結晶構造の少なくとも 1 つを含む、
請求項 1 2 に記載の装置。

【請求項 1 4】

前記試料表面に平行に、かつ選択領域に隣接して配置されたナイフエッジを備え、前記表面と前記ナイフエッジとの間に空隙を画定して、前記空隙を通過しない前記ビームの一部を遮断する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 5】

対象となる角度範囲に散乱する前記 X 線を遮断することなく、前記空隙を通過してさらに前記ビーム軸に沿って伝播する前記 X 線を遮断するように構成されたビーム遮断部を備える、請求項 1 4 に記載の装置。

【請求項 1 6】

前記ナイフエッジが X 線吸収材料のシリンダを備える、請求項 1 4 に記載の装置。

【請求項 1 7】

分析中に前記試料の配向を受けてこれを調整する搭載アセンブリを備え、前記照射源が、前記 X 線ビームを前記試料表面の選択領域に向けるように構成され、前記信号処理部が、前記表面の特徴的な傾き角を示す傾きマップを受けて、前記傾きマップを基に前記選択領域の傾き角を決定し、前記搭載アセンブリで前記試料の配向を調整させて前記決定された傾き角を補償するように構成された、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 1 8】

X 線源からの前記 X 線を前記収束ビームに集光する第 1 のミラーを配置し、前記 X 線源からの前記 X 線を前記平行ビームに集光する第 2 のミラーを配置することにより、第 1 の X 線収束ビームを試料表面に向け、第 2 の X 線平行ビームを前記試料表面に向けるように照射源を操作し、

前記照射源を、前記 X 線が前記照射源から前記試料表面にかすめ角で向けられる第 1 の光源位置と、前記 X 線が前記照射源から前記試料表面に前記試料のプラグ角近傍で向けられる第 2 の光源位置との間で移動させ、

前記照射源が、前記第 1 および第 2 の光源位置のいずれかにあるときに、前記収束ビーム及び平行ビームのいずれかに反応して前記試料から散乱した前記 X 線を角度の関数として感知して、前記試料の特性を判定する試料分析方法。

【請求項 1 9】

前記第 1 および第 2 のミラーが二重湾曲構造を有する、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記第 1 および第 2 のミラーは、前記 X 線を受けるとともに集光するように構成され、前記収束ビーム及び前記平行ビームの方位角をずらすように配置される請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記照射源を操作することは、収束ビーム及び平行ビームのいずれか一方のみが前記試料に衝突するように X 線管から照射された X 線の一部を遮断するためにビーム遮断部を移動させることを特徴とする、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記 X 線を感知することが、前記散乱した X 線を検出素子を用いて捕捉し、前記検出素子を、前記照射源が前記第 1 の光源位置にあるときに、前記検出素子が前記試料からかすめ角で散乱した前記 X 線を感知する第 1 の検出素子仰角と、前記照射源が前記第 2 の光源位置にあるときに、前記検出素子が前記表面からプラグ角の近傍で散乱した前記 X 線を感知する第 2 の検出素子仰角との間で、前記検出素子を移動させることを特徴とする、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記検出素子を移動させることが、前記第 1 の検出素子仰角にある前記検出素子を、前記検出素子アセンブリが前記 X 線の小角散乱を感知する第 1 の方位角と、前記検出素子アセ

ンブリが前記試料表面の面内構造から回折された前記X線を感知する第2のより大きい方位角との間で移動させることをさらに特徴とする、請求項2-2に記載の方法。

【請求項2-4】

前記X線を感知することが、前記試料表面に垂直な第1の軸に沿って前記散乱したX線を分解する第1の検出素子構成と、前記表面に平行な第2の軸に沿って前記散乱したX線を分解する第2の検出素子構成とに配置することを特徴とする、請求項1-8に記載の方法。

【請求項2-5】

前記X線を感知することが、前記第1の検出素子構成にある前記検出素子アレイの出力を処理して、前記表面からの反射率を前記表面に対する仰角の関数として判定し、前記第2の検出素子構成にある前記検出素子アレイの出力を処理して、前記表面の散乱特性を前記表面平面の方位角の関数として判定することを特徴とする、請求項2-4に記載の方法。

【請求項2-6】

前記X線を感知することが、前記照射源が前記第1の光源位置にあって前記表面に前記第1のビームを向けているときに、前記表面のX線反射率(XRR)スペクトルを獲得し、前記照射源が前記第1の光源位置にあって前記表面に前記第1のビームを向けているときに、前記表面のX線小角散乱(SAXS)スペクトルおよび小角X線回折(XRD)スペクトルの少なくとも一つを獲得し、また前記照射源が前記第2の光源位置にあるときに、前記表面の高角度XRDスペクトルを獲得することを特徴とする、請求項1-8に記載の方法。

【請求項2-7】

前記XRDスペクトルを獲得することが、前記照射源が前記第2の光源位置にあって前記表面に前記第1のビームを向けているときに高分解能XRDスペクトルを獲得し、前記照射源が前記第2の光源位置にあって前記表面に前記第2のビームを向けているときに低分解能XRDスペクトルを獲得することを特徴とする、請求項2-6に記載の方法。

【請求項2-8】

前記X線を感知することが、前記高分解能XRDスペクトルを獲得するために、前記試料表面からの第1の距離で前記散乱したX線を受けるように検出素子を配置し、前記低分解能XRDスペクトルを獲得するために、前記第1の距離よりも小さい前記表面からの第2の距離で前記散乱したX線を受けるように前記検出素子を配置することを特徴とする、請求項2-7に記載の方法。

【請求項2-9】

前記試料が少なくとも1つの表面層を備え、前記少なくとも1つの表面層の特性を判定するため、前記XRR、SAXSおよびXRDスペクトルの2つ以上を共に分析することを特徴とする、請求項2-6に記載の方法。

【請求項3-0】

前記特性が、膜厚、密度、表面品質、空隙率、および結晶構造の少なくとも1つを含む、請求項2-9に記載の方法。

【請求項3-1】

前記試料表面に平行に、かつ選択領域に隣接してナイフエッジを配置し、前記表面と前記ナイフエッジとの間に空隙を画定して、前記空隙を通過しない前記ビームの一部を遮断することを特徴とする、請求項1-8に記載の方法。

【請求項3-2】

対象となる角度範囲に散乱する前記X線を遮断することなく、前記空隙を通過してさらに前記ビーム軸に沿って伝播する前記X線を遮断するビーム遮断部を配置することを特徴とする、請求項3-1に記載の方法。

【請求項3-3】

前記ナイフエッジがX線吸収材料のシリンダを備える、請求項3-1に記載の方法。

【請求項3-4】

前記照射源を操作することが、前記X線ビームを前記試料表面の選択領域に向けることを特徴とし、さらに、

前記表面の特徴的な傾き角を示す傾きマップを提供し、
前記傾きマップに基づいて前記選択領域の傾き角を決定し、
前記試料の配向を調整して前記決定された傾き角を補償することを特徴とする、請求項1
8に記載の方法。

【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0014

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0014】

したがって、本発明の一実施形態にしたがって、
第1のX線収束ビームを試料表面に向け、第2のX線平行ビームを試料表面に向けるように構成された照射源と、
放射源を、X線が放射源から試料表面にかすめ角で向けられる第1の光源位置と、X線が試料のプラグ角近傍で放射源から試料表面に向けられる第2の光源位置との間で移動させるように作動する動作アセンブリと、
放射源が第1および第2の光源構成のいずれか、ならびに第1および第2の光源位置のいずれかにあるときに、試料から散乱したX線を角度の関数として感知し、散乱したX線に反応して出力信号を生成するように構成された検出素子アセンブリと、
出力信号を受けて処理し、試料の特性を判定するように結合した信号処理部とを備える試料分析装置が提供される。

【誤訳訂正3】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0022

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0022】

また、本発明の一実施形態にしたがって、
X線平行ビームを、ビーム軸に沿ってかすめ角で試料の選択領域に向け、X線の一部が方位角範囲全体の領域から散乱するように機能する照射源と、
試料表面に平行に、かつ選択領域に近接して配置されて、表面とナイフエッジとの間に空隙を画定し、空隙を通過しないビームの部分を遮断するナイフエッジと、
方位角範囲の少なくとも一部分に散乱したX線を遮断することなく、空隙を通過してさらにビーム軸に沿って伝播するX線を遮断するように構成されたビーム遮断部と、
散乱したX線を方位角の関数として感知し、散乱したX線に反応して出力信号を生成するように構成された検出素子アセンブリと、
出力信号を受けて処理し、試料特性を判定するように結合された信号処理部とを備える試料分析装置が提供される。

【誤訳訂正4】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0025

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0025】

さらに、本発明の一実施形態にしたがって、
X線ビームを試料の選択領域に向け、X線の一部が領域から散乱するように機能する照射源と、
試料表面に平行に、かつ選択領域に近接して配置されて、表面とシリンドルとの間に空隙を画定し、空隙を通過しないビームの部分を遮断する、X線吸収材料のシリンドルを包含するナイフエッジと、

散乱したX線を角度の関数として感知し、散乱したX線に反応して出力信号を生成するように構成された検出素子アセンブリと、
出力信号を受けて処理し、試料特性を判定するように結合された信号処理部とを備える試料分析装置が提供される。

【誤訳訂正5】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0027

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0027】

さらにまた、本発明の一実施形態にしたがって、
分析中に試料を支持し、配向を調整する取付アセンブリ、
X線平行ビームを試料表面上の選択領域に向け、X線の一部が方位角範囲全体の領域から
散乱するように機能する照射源と、
散乱したX線を方位角の関数として感知し、散乱したX線に反応して出力信号を生成する
ように構成した検出素子アセンブリと、
特徴的な表面の傾き角を示す傾きマップを受け入れ、傾きマップに基づいて選択領域の傾
き角を判定し、推定傾き角に反応して取付アセンブリを方向付けて試料の配向を調整する
ように機能する信号処理部であって、配向を調整した後に、出力信号を処理して試料の特
性を判定する、信号処理部とを備える試料分析装置が提供される。

【誤訳訂正6】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0028

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0028】

通常、照射源は、X線の収束ビームを試料の複数の位置それぞれに向けるように機能し、
検出素子アセンブリは、表面から反射したX線を表面に対する仰角の関数として感知する
ように機能し、信号処理部は、反射したX線に反応して各位置のX線反射率(XRR)ス
ペクトルを測定し、XRRスペクトルに基づいて各位置の傾き角を判定するように機能する。

【誤訳訂正7】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0047

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0047】

図2は、本発明の一実施形態にしたがったシステム20の概略上面図を示している。この
図は、管38からのX線が、集光光学素子42および視準光学素子72(例示を明確にする
ため図1では省略されていた)の両方に衝突する。光源搭載アセンブリ40は、管からの
ビームが適切な角度で光学素子42に衝突してビーム44が領域50上で収束するよう
に、管38を配置する。X線管38からのビームはまた、視準光学素子72にも適切な角
度で衝突し、同様に領域50に衝突する平行ビーム74を生成する。光学素子72は、例
えば、8keVの放射光を反射して、開き度<0.3°およびスポットサイズ<100μ
mのビームを生成する、多機能コーティングを施した二重湾曲ミラーを備えてもよい。こ
の種の光学素子は、アプライドXレイオプティクス(Applied X-ray Optics、AXO、
ドイツ、ドレスデン)など、多くの製造元から入手可能である。この光学素子もまた、X線ビームを単色化する。上述した集光光学素子および視準光学素子では、X線管および光学素子は通常、管からのX線が光学素子42に約14°の角度で、また光学素子72に約1°の角度で衝突するように配置される。