

(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2010-48668

(P2010-48668A)

(43) 公開日 平成22年3月4日(2010.3.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 N 23/223 (2006.01)	GO 1 N 23/223	2 G 0 0 1
GO 1 N 23/225 (2006.01)	GO 1 N 23/225	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2008-212994 (P2008-212994)	(71) 出願人	503460323
(22) 出願日	平成20年8月21日 (2008.8.21)		エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社
			千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地
		(74) 代理人	100154863
			弁理士 久原 健太郎
		(74) 代理人	100142837
			弁理士 内野 則彰
		(74) 代理人	100123685
			弁理士 木村 信行
		(72) 発明者	八木 勇夫
			千葉県千葉市美浜区中瀬1丁目8番地 エ
			スアイアイ・ナノテクノロジー株式会社内
		Fターム(参考)	2G001 AA01 AA03 BA04 BA05 BA14
			CA01 GA01 GA06 GA08 HA09
			HA13 HA20 NA07 NA11 NA12
			NA17 PA11

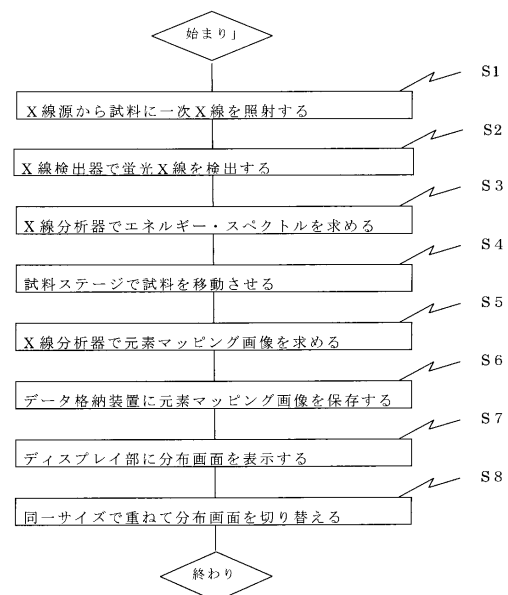
(54) 【発明の名称】 元素マッピング装置及び元素マッピング画像表示方法

(57) 【要約】

【課題】 元素マッピング像などの分布画面の数の制限やサイズが小さくなることなく、元素マッピング像の元素分布状態の差異の見栄えが大いに向上させ、元素の分布状態を正しく把握できるようにする。

【解決手段】 ディスプレイ部7の親ウィンドウ11内に表示されている元素マッピング像である分布画面12を、表示元素画面13や画面切替ボタン14を表示したい特定の元素や分析線をキーボードまたはマウスなどの選択するなどにより切り替えるようにして、複数の分布画面12を大きな同一サイズで上書きするように重ねて表示するようにする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

試料に励起粒子を照射する励起源と、
前記試料から放出される元素に固有の情報を検出する検出器と、
前記元素に固有の情報に基づいて元素の種類別に濃度を求める分析器と、
前記元素の種類別に濃度と測定された画素位置に対応して元素マッピング像を求めて格納するデータ格納装置と、
前記元素マッピング像を表示する画像表示装置と、
からなり

前記画像表示装置は、前記データ格納装置に格納されている少なくとも一つの元素マッピング像からなる分布画面を同一サイズで重ねて配置されて、前記分布画面の一つを表示し、前記分析画面を切り替えて表示する元素マッピング装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 の元素マッピング装置において、
前記分布画面は、同一元素の複数の分析線である元素マッピング装置。

【請求項 3】

請求項 1 の元素マッピング装置において、
前記画像表示装置は、所定の時間または入力装置により選択された複数の元素マッピング像である前記分布画面を順番に切り替えて表示する元素マッピング装置。

20

【請求項 4】

励起源で試料に励起粒子を照射し、
検出器で前記試料から放出される元素に固有の情報を検出し、
分析器で元素に固有の情報に基づいて元素の種類別に濃度を求め、
データ格納装置で元素の種類別に濃度と測定された画素位置に対応して元素マッピング像を求めて格納し、
画像表示装置でデータ格納装置に格納されている少なくとも一つの元素マッピング像からなる分布画面を一つ表示し、同一サイズで重ねて配置し、情報処理部で複数の分布画面のうち一つだけを切り替えて表示する元素マッピング画像表示方法。

【請求項 5】

請求項 4 の元素マッピング画像表示方法において、
前記分布画面は、同一元素の複数の分析線を切り替える元素マッピング画像表示方法。

30

【請求項 6】

請求項 4 の元素マッピング画像表示方法において、
元素または分析線を複数選択し、所定の時間または入力装置により選択された複数の元素マッピング像である前記分布画面を順番に切り替えて表示する元素マッピング画像表示方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、元素マッピング装置及びその元素マッピング画像表示方法に関するものである。

40

【背景技術】**【0002】**

元素マッピング装置は、例えば、試料の微小領域に対して電子線源や X 線源から電子線や X 線を照射したときに、試料から放射される特性 X 線や蛍光 X 線などの固有 X 線を X 線検出器により検出し、この X 線検出器の出力をマルチチャンネルアナライザなどの分析器により、エネルギーごとの強度やカウントを算出してエネルギー・スペクトルを生成し、さらに元素の種類または分析線別に画素位置に対応して元素マッピング画像を求めて、これを元素ごとに設けられた元素マッピングメモリに元素マッピングデータとして格納し、必要に応じて CRT などの画像表示装置に設定した元素の元素マッピング像などからなる

50

分布画面を表示するものである。

【 0 0 0 3 】

例えば、砒素 (A s) と鉛 (P b) を含む試料に電子線を照射して、試料から放出された特性 X 線や散乱 X 線を X 線検出器で検出した際に、任意の試料位置の分析器で求めたエネルギー・スペクトルの一例を図 5 に示す。ここで、横軸はエネルギーであり、縦軸は検出した特性 X 線などの強度またはカウント数を示す。これに基づいて、特定元素の濃度を算出することができる。

【 0 0 0 4 】

そして、各元素は、多くの場合一つだけではなく K α 線、K β 線、L α 線、または L β 線などの複数のエネルギーとなる、固有の X 線エネルギーを示すピークとなる分析線があることが知られている。

10

【 0 0 0 5 】

そのために、例えば A s の K α 線 2 0 と P b の L α 線 2 3 のエネルギー位置が重なるために、誤って P b でなく A s を同定してしまうという問題が生じていた。

【 0 0 0 6 】

そこで、P b の L α 線のエネルギー位置にのみピークが存在していても、他の P b エネルギー位置である L β 線 2 1 や L γ 線 2 2 にピークが存在していなければ、試料中に P b は含まれていないと判断していた。

【 0 0 0 7 】

同様に A s も K α 線 2 3 のみではなく、K β 線 2 4 の位置にピークが存在していなければ試料中に A s は含まれていないと判断していた。

20

【 0 0 0 8 】

このようにして、複数の特性 X 線のピーク (分析線) を比較対象とすることで、定性分析をより正確に行うことができた。

【 0 0 0 9 】

また、短い間隔で 2 個の X 線が X 線検出器に入射した場合に、2 個の X 線として分離計測することができず、1 個の X 線として計測されることがあり、それにより、2 個の X 線のエネルギーを加算したエネルギーを持つピークとしてエネルギー・スペクトル上で観察されるサムピークと呼ばれる現象が知られている。

【 0 0 1 0 】

そのために、例えば金 (A u) の L β 線で生じるサムピークが、カドミウム (C d) の K α 線のエネルギー位置が重なるために、誤って A u でなく C d を同定してしまうという問題が生じていた。

30

【 0 0 1 1 】

しかし、試料の 2 次元的に測定した元素マッピング画像の場合には、上記のような任意の測定位置におけるエネルギー・スペクトルを用いて定性分析することができない。そこで、複数の元素マッピング画像となる分布画面を表示させて、エネルギー・ピークが重なるような共存元素の影響などを比較しながら元素同定や定量分析していた。

【 0 0 1 2 】

図 6 に、従来の元素マッピング装置において、元素マッピング画像を表示する方法を示す。

40

【 0 0 1 3 】

オペレータが、元素マッピング装置の画像表示装置であるディスプレイ上にある親ウィンドウ 1 1 内に、表示しようとする元素マッピング像などの分布画面 1 7 の大きさや数 (枚数) をキーボードまたはマウスなどの入力装置にて指定して、各分布画面 1 7 が整列して配置されて表示される。本従来技術として示した一例において、親ウィンドウ 1 1 内に 1 2 枚の分布画面 1 7 が表示されている。

【 0 0 1 4 】

これにより、上記元素分布像を見て、試料中の目的元素の有無を判別する場合、複数のエネルギー帯の元素マッピング像を表示させることで、共存元素の影響を勘案できるため

50

、より正確な判断ができる。(例えば、特許文献1を参照)

また、他の従来技術として、元素分析による複数の元素マッピング画像となる分布画面を同一画面に重ねて同時に画像表示することで、二次元的情報の関係を容易に把握する元素分析画像表示方法が知られている。(例えば、特許文献2を参照)

【特許文献1】特開平9-72868号公報

【特許文献2】特開平8-320298号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

しかしながら、従来の元素マッピング装置では、以下の課題が生じていた。

10

【0016】

親ウィンドウに元素マッピング像などの複数の分布画面を同時に表示して、目的元素の有無を判別する場合では、親ウィンドウに表示可能な分布画面の数には限りがあり、かつ多数の分布画面を並べると1分布画面あたりの表示面積は小さくなるため、分布画面の同一領域に同じように分布しているかを判断しにくくなるという問題があった。また、別の位置に表示されたものを交互に観察する場合にも、同様の分布画面の分布の様子を判断しにくくなるという問題があった。

【0017】

また、分布画面を同一画面に重ねて同時に画像表示して、目的元素の有無を判別する場合では、各特定元素のデータの検出強度に応じて色又は明度を変えた強度コントラストを設定して表示させて、さらに複数の画像データが重なる部分は、重ね合わせ処理により元の元素やその元素の異なるエネルギーの分析線毎に設定した色とは異なる表示色で表示するために、表示画面の画素ごとの重ね合わせ程度や検出強度に対応する明度を変えた強度コントラストが異なると、色や色の強度コントラスト組み合わせが複雑になり、分布画面の分布の様子を判断しにくくなるという問題があった。

20

【0018】

本発明は、このような事情を考慮してなされたもので、その目的は、元素マッピング像などの分布画面の数の制限やサイズが小さくなることなく、元素マッピング像の元素分布状態の差異の見栄えを大いに向上させ、元素の分布状態を正しく把握できる元素マッピング装置を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0019】

上記の目的を達成するために、この発明は以下の手段を提供している。

【0020】

本発明に係る元素マッピング装置は、試料に電子線、光またはX線などの励起粒子を照射する励起源と、試料から放出される電子線、光またはX線などの元素に固有の情報を検出する検出器と、元素に固有の情報に基づいて元素の種類別に強度や濃度を求める分析器と、元素の種類別に強度や濃度と測定された画素位置に対応して元素マッピング像を求めて格納するデータ格納装置と、元素マッピング像を表示する画像表示装置とからなり、画像表示装置は、画像表示範囲となる親ウィンドウ(親画面)内にデータ格納装置に格納されている複数の元素マッピング像からなる複数の分析画面を同一サイズで重ねて配置されて、複数の元素マッピング像のうち一つだけを切り替えて表示するようにしたものである。

40

【0021】

本発明に係る元素マッピング画像表示方法は、励起源で試料に電子線、光またはX線などの励起粒子を照射し、検出器で試料から放出される電子線、光またはX線などの元素に固有の情報を検出し、分析器で元素に固有の情報に基づいて元素の種類別に強度や濃度を求め、データ格納装置で元素の種類別に強度や濃度と測定された画素位置に対応して元素マッピング像を求めて格納し、画像表示装置でデータ格納装置に格納されている複数の元素マッピング像からなる複数の分布画面(分析画面)を同一サイズで重ねて配置し、情報

50

処理部で複数の元素マッピング像のうち一つだけを切り替えて表示するようにしたものである。

【発明の効果】

【0022】

本発明に係る元素マッピング装置や元素マッピング画像表示方法によれば、元素マッピング像などの分析画面の数の制限やサイズが小さくなることなくなり、元素マッピング像の同一領域での分布状態の差異を判断するための見栄えが大いに向上し、元素の分布状態を正しく把握する上で大きな効果を奏する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

以下、この発明の詳細を、図を参照しながら説明する。

【0024】

図1は、本発明の分析画像表示方法（元素マッピング画像表示方法）が適用される元素マッピング装置の構成の一例を示す概略構成図である。

【0025】

試料Sを載置すると共に移動可能な試料ステージ（移動機構）8と、試料S上の任意の照射ポイントに1次X線を照射するX線源1（励起源）と、試料Sから放出される特性X線及び散乱X線を検出し該特性X線及び散乱X線のエネルギー情報を含む信号を出力するX線検出器2（検出器）と、図示しない照明手段で照明された試料Sの拡大された照明画像を画像データとして取得する光学顕微鏡3と、X線源1からの一次X線を透過し試料Sからの反射光を光学顕微鏡3に入射するように反射させるミラー9と、X線検出器2に接続されX線検出器2からの信号に基づいて特定の元素に対応したX線強度を判別する解析処理を実施するX線分析器4（分析器）と、X線分析器4に接続されX線分析器4で解析した特定の元素に対応したX線強度を元素の種類別に画素位置に対応した濃度を求め、その元素マッピング像のデータを格納するデータ格納装置5と、データ格納装置5からの各特定元素のデータのX線強度に応じて色又は明度を変えた強度コントラストを決定してディスプレイ部7（画像表示装置）上の照射ポイントに対応した位置に画像表示する情報処理部6と、を備えている。

【0026】

本実施形態のX線源1は、管球内のフィラメント（陽極）から発生した熱電子がフィラメント（陽極）とターゲット（陰極）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）、Rh（ロジウム）などに衝突して発生したX線を1次X線としてベリリウム箔などの窓から出射するものを用いた。

【0027】

X線検出器2は、X線の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）（図示せず）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、X線検出器3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】

X線分析器4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（マルチチャンネルアナライザー）である。このX線分析器4により、上記エネルギー・スペクトルから特定の元素に対応したX線強度を判別することができる。

【0029】

データ格納装置5は、CPU等で構成され解析処理及びデータ保存装置として機能するコンピュータであり、X線分析器4から送られるエネルギー・スペクトルやこれに基づいた測定位置情報からX線マッピングした二次元画像を保存することができる。

【0030】

情報処理部6は、CPU等で構成され装置として機能するコンピュータであり、データ

10

20

30

40

50

格納装置 5 で保存されている元素マッピング像となる元素固有の X 線のエネルギーでマッピングした二次元画像（分析画面）をディスプレイ部 7 に表示する機能を有している。また、情報処理部 6 は、各上記構成に接続された X 線源 1 の制御や光学顕微鏡 3 からの光学画像を保存する機能を有し、該制御に応じて種々の情報をディスプレイ部 7 に表示可能である。

【 0 0 3 1 】

次に、図 1 の構成からなる元素マッピング装置におけるマッピング画像の表示方法について図を用いて説明する。

【 0 0 3 2 】

図 2 は、本発明のマッピング画像表示方法の第一実施例を示すフローチャートである。

10

【 0 0 3 3 】

また、図 3 は、本発明のマッピング画像表示方法が適用される元素マッピング装置の表示画面の第一実施例を示す図である。

X 線源 1 は、一次 X 線を試料 S の所定の測定位置に照射する（S 1）。X 線検出器 2（検出器）は、試料 S から放出される特性 X 線及び散乱 X 線を検出し、この特性 X 線及び散乱 X 線のエネルギー情報を含む信号を出力する（S 2）。次に、マルチチャンネルアナライザなどの X 線分析器 4（分析器）は、この X 線検出器の出力をエネルギーごとに選別してカウントしてエネルギー・スペクトルを生成する（S 3）。試料ステージ 8（移動機構）により次の測定位置まで試料 S を移動させる（S 4）。そして、X 線分析器 4（分析器）は、前記の S 1 から S 4 を繰り返して、元素の種類またはその固有の分析線ごとに画素位置に対応した 2 次元的情報として元素マッピング画像を求める（S 5）。データ格納装置 5（元素マッピングメモリ）は、各測定位置のエネルギー・スペクトルのデータや元素マッピング画像のデータを保存する（S 6）。情報処理部 6 は、データ格納装置 5 からの各特定元素のデータの X 線強度に応じて色又は明度を変えた強度コントラストを決定する。そして、CRT などのディスプレイ部 7（画像表示装置）は、親ウインドウ 11 内に元素マッピング像である分布画面 12 は、指定した特定元素の元素マッピング像などからなる分布画面 12 を表示する（S 7）。マウスなどの入力装置（図示していない）を用いて情報処理部 6 で介して、画面切替ボタン 14 をクリックして分布画面 12 を切り替えて、同一サイズの各特定元素の元素マッピング像を順々に書き換えるように（上書きするように）表示させる（S 8）。このとき、分布画面 12 が切り替わるごとに、分布画面 12 に表示される元素の種類と分析線の種類が表示される表示元素画面 13 も切り替わる。

20

30

【 0 0 3 4 】

例えば、分布画像が Pb - L α （Pb の L α 分析線）、L β 、M α 、再び L α の順番で切り替わるようにする。

【 0 0 3 5 】

尚、本実施形態では、ディスプレイ部 7 の親ウインドウ 11 内に表示されている元素マッピング像である分布画面 12 は、予め設定された測定範囲となるマッピング領域と相似形となるようにした。

【 0 0 3 6 】

図 4 は、本発明のマッピング画像表示方法が適用される元素マッピング装置によって得られる表示画面の第二実施例を示す図である。

40

【 0 0 3 7 】

尚、第一実施例と同一である部分の説明は省略する。

【 0 0 3 8 】

本実施例では、データ格納装置 5 で保存されている各特定元素の元素マッピング像の分布画面 12 において、表示元素画面 15 には Pb や Sn などの特定の元素名のみが表示され、画像リスト画面 16 には、その元素名の K α 、L α などの分析線のリストが表示されている。そして、マウスなどの入力装置（図示していない）を用いて情報処理部 6 で介して、画面切替ボタン 14 をクリック、または画像リスト画面 16 を直接クリックすることで、分布画面 12 を切り替えて、同一サイズの各特定元素の元素マッピング像を選択して

50

順々に重ねるように（上書きするように）表示させる。

【 0 0 3 9 】

つまり、ディスプレイ部 7 の親ウィンドウ 1 1 内に表示される元素マッピング像である複数の分布画面 1 2 が、同一サイズで重なって表示され、表示したい元素や元素に係る分析線の元素マッピング像を切り替えることにより、大きいサイズでかつ元素マッピング像の元素分布状態の差異の見栄えを大いに向上させ、元素の分布状態を正しく把握できるようになる。

【 0 0 4 0 】

また、この情報処理部 6 は、X 線マッピングした二次元画像である元素マッピング像と同様に、光学顕微鏡 3 から出力された試料 S の光学顕微鏡像を同一サイズの分布画面 1 2 として切り替えてを表示するようにも設定可能である。

10

【 0 0 4 1 】

または、この光学顕微鏡像は、X 線マッピングした二次元画像である元素マッピング像の分布画面 1 2 に重ねて表示してもよい。

【 0 0 4 2 】

尚、本実施形態では、画像リスト画面 1 6 は、各特定元素の元素マッピング像の分布画面 1 2 のリストとして、P b - L α などの元素や分析線の種類をテキストで表示させているが、各特定元素の元素マッピング像の縮小画面などを表示させたり、テキストと縮小画面を同時に表示させたりしても良い。

【 0 0 4 3 】

また、本実施形態では、表示元素画面 1 3 は一つだけで、この画面をクリックすることで表示させる特定の元素を切り替えているが、本実施形態の画像リスト画面と同様に表示元素画面を複数表示させても良い。

20

【 0 0 4 4 】

また、表示元素画面 1 3 と画像リスト画面 1 6 から、特定の元素や分析線を複数選択して設定して、所定の時間ごとに選択された複数の元素マッピング像を順番に表示させたり、マウスのスクロールバーなどの入力装置を用いて選択された複数の元素マッピング像を順番に表示させてもよい。

【 0 0 4 5 】

これにより、表示切替するために元素分析画面や分析線選択画面などの選択画面に視野が移動することがなくなるので、より元素マッピング像毎の元素分布状態の差異を正しく把握できるようになるという効果がある。

30

【 0 0 4 6 】

これら試料ステージ 8、X 線源 1、X 線検出器 2 及び光学顕微鏡 3 等は、減圧可能な試料室 1 0 に収納され、X 線が大気中の雰囲気中に吸収されないように測定時には、試料室 1 0 内が減圧、または減圧後に所定のガスで置換した状態になっている。

【 0 0 4 7 】

また、上記試料ステージ 8 は、試料 S を固定した状態でステップモータ（図示せず）等により上下左右の水平移動及び高さ調整可能な X Y Z ステージであって、予め設定された測定範囲となるマッピング領域内で試料 S に対して一次 X 線の照射ポイントを相対的に移動させるように、情報処理部 6 により制御される。試料上の一次 X 線の照射ポイントを相対的に移動するため、試料ステージの代わりに X 線源や X 線検出器を移動してもよい。

40

【 0 0 4 8 】

本実施形態の元素マッピング装置においては、試料から放出される特性 X 線及び散乱 X 線の励起源として X 線源 1 を用いているが、これに代えて、電子線を用いるようにしてもよい。また、X 線検出器 3 と X 線分析器 4 との組合せに代えて、X 線分光器と X 線検出器とシングルチャンネルアナライザとを組み合わせるようにしてもよい。

【 0 0 4 9 】

さらに、本発明の元素マッピング画像装置は、励起粒子として、前記 X 線や電子線のほ

50

か、レーザ光などの光を用い、試料から射出される元素の固有の情報を持つ検出粒子として、イオン、電子、X線、光を用いることができる。そして、下記の粒子励起分析法などに適用することができる。

【0050】

すなわち、元素マッピング画像装置としての元素マッピング画像表示方法は、透過型電子顕微鏡法、走査型電子顕微鏡法、オージェ電子分光、低速電子回折、電子プローブマイクロアナリシス、ラザフォード後方散乱分光法、二次イオン質量分析法、イオン散乱分光法、ビームフォイル分光法、粒子線励起X線分光法、イオン等励起発光分光法、X線光電子分光法、蛍光X線分光法、X線回折法、紫外光電子分光法、などといった各種の粒子励起分析法に広く適用することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0051】

【図1】本発明の分析画像表示方法が適用される元素マッピング装置の構成の一例を示す概略構成図である。

【図2】本発明の分析画像表示方法の一例を示すフローチャートである。

【図3】本発明のマッピング画像表示方法が適用される元素マッピング装置の表示画面の第一実施例を示す図である。

【図4】本発明のマッピング画像表示方法が適用される元素マッピング装置の表示画面の第二実施例を示す図である。

【図5】鉛(Pb)と砒素(As)を含む試料の任意の位置におけるエネルギー・スペクトルの一例である。

20

【図6】従来技術を説明するため表示画面の一例を示す図である。

【符号の説明】

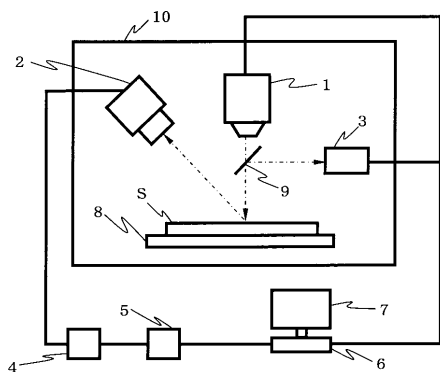
【0052】

- S 試料
- 1 X線源(励起源)
- 2 X線検出器(検出器)
- 3 光学顕微鏡(光学画像装置)
- 4 X線分析器(分析器)
- 5 データ格納装置
- 6 情報処理部
- 7 ディスプレイ(画像表示装置)
- 8 試料ステージ(移動機構)
- 9 ミラー
- 10 試料室
- 11 親ウインドウ
- 12 分布画面
- 13 表示元素画面
- 14 画面切替ボタン
- 15 表示元素画面
- 16 画像リスト画面
- 17 分布画面
- 20 PbのL α 線
- 21 PbのL β 線
- 22 PbのL γ 線
- 23 AsのK α 線
- 24 AsのK β 線

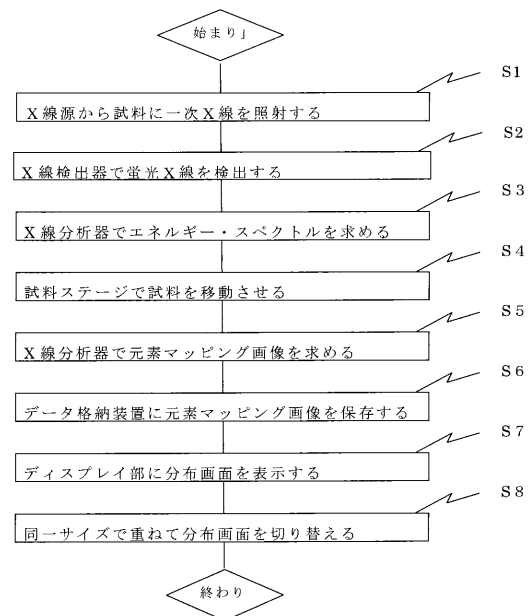
30

40

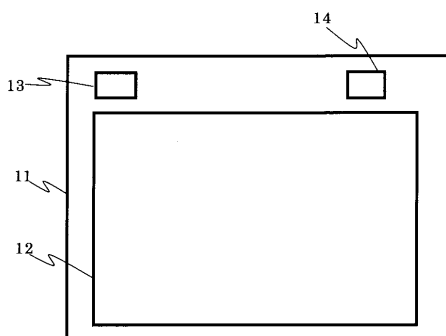
【図 1】



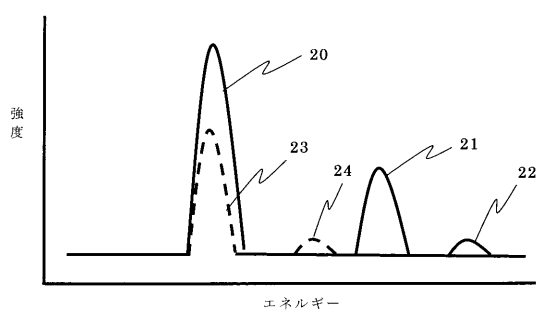
【図 2】



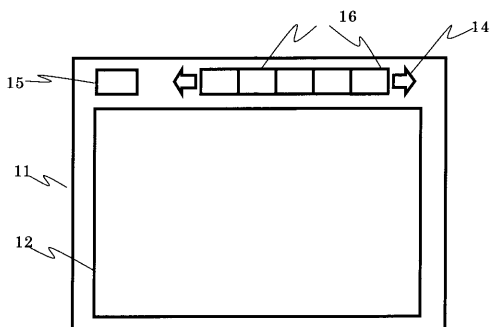
【図 3】



【図 5】



【図 4】



【図 6】

