



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109791116 B

(45) 授权公告日 2021.06.18

(21) 申请号 201780059601.1

(22) 申请日 2017.08.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109791116 A

(43) 申请公布日 2019.05.21

(30) 优先权数据
2016-194356 2016.09.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.03.27

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2017/031494 2017.08.31

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/061607 JA 2018.04.05

(73) 专利权人 株式会社理学

地址 日本东京都

(72) 发明人 加藤秀一 山田隆 片冈由行

(74) 专利代理机构 北京三幸商标专利事务所
(普通合伙) 11216

代理人 刘卓然

(51) Int.Cl.
G01N 23/223 (2006.01)
G01N 23/207 (2006.01)

审查员 钱新宇

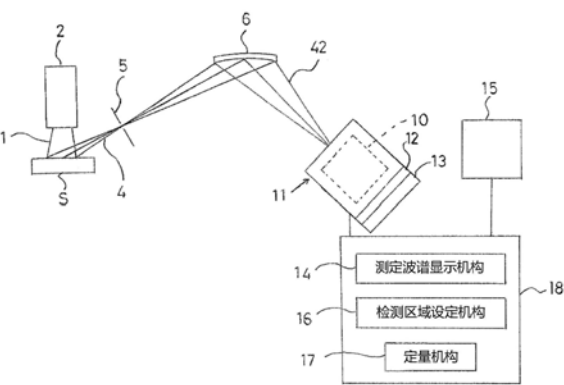
权利要求书1页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

波长色散型荧光X射线分析装置

(57) 摘要

一种波长色散型荧光X射线分析装置,包括单一的一维检测器(10),该一维检测器(10)具有呈直线状排列的多个检测元件(7),该波长色散型荧光X射线分析装置包括检测器位置变更机构(11),该检测器位置变更机构(11)用于针对一维检测器(10)的位置,设定在检测元件(7)的排列方向与分光元件(6)中的分光角度方向平行的平行位置和与该分光元件(6)中的分光角度方向相交叉的交叉位置中的任意者,在平行位置,一维检测器(10)的感光面位于汇聚二次X射线(42)的焦点处,在交叉位置,感光狭缝(9)设置于汇聚二次X射线(42)的焦点处,一维检测器(10)的感光面位于感光狭缝(9)的与分光元件(6)离开的汇聚二次X射线(42)的行进方向侧。



1. 一种波长色散型荧光X射线分析装置,该波长色散型荧光X射线分析装置为汇聚光学系统的波长色散型荧光X射线分析装置,其包括:

X射线源,该X射线源对试样照射一次X射线;

发散狭缝,该发散狭缝使由试样产生的二次X射线通过;

分光元件,该分光元件对通过该发散狭缝的二次X射线进行分光,将其汇聚;

单一的一维检测器,该一维检测器包括多个检测元件,该多个检测元件呈直线状排列,其感光面与通过上述分光元件对二次X射线进行汇聚而形成的汇聚二次X射线的光轴相垂直;

该波长色散型荧光X射线分析装置包括检测器位置变更机构,该检测器位置变更机构用于针对一维检测器的位置,自由变更地设定在平行位置和交叉位置中的任意者,该平行位置中,上述检测元件的排列方向为分光元件中的分光角度方向,该交叉位置中,上述检测元件的排列方向与上述分光元件中的分光角度方向相交叉;

在上述一维检测器设定在上述平行位置的状态,上述一维检测器的感光面位于汇聚二次X射线的焦点处;

在上述一维检测器设定在上述交叉位置的状态,具有开口的感光狭缝设置于汇聚二次X射线的焦点处,该开口的纵向与上述分光元件中的分光角度方向相正交,上述一维检测器的感光面位于上述感光狭缝的与上述分光元件离开的聚光二次X射线的行进方向侧。

2. 根据权利要求1所述的波长色散型荧光X射线分析装置,其中,包括:

检测区域设定机构,该检测区域设定机构在上述检测元件的排列方向,设定与测定对象的荧光X射线相对应的作为上述检测元件的区域的峰值区域,与和测定对象的荧光X射线的本底相对应的作为上述检测元件的区域的多个本底区域;

定量机构,该定量机构在上述一维检测器设定在上述平行位置的状态,根据对位于上述峰值区域的上述检测元件的检测强度进行累加计算而得到的峰值强度,针对每个该本底区域而对上述检测元件的检测强度进行累加计算而得到的本底强度,以及预先输入的本底补偿系数,计算作为净强度的测定对象的荧光X射线的强度,进行定量分析。

3. 根据权利要求1所述的波长色散型荧光X射线分析装置,其中,包括定量机构,该定量机构在上述一维检测器设定在上述交叉位置的状态,通过对全部的上述检测元件的检测强度进行累加计算,计算测定对象的荧光X射线的强度,进行定量分析。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的波长色散型荧光X射线分析装置,其中,上述交叉位置为上述检测元件的排列方向与上述分光元件中的分光角度方向相正交的正交位置,以及上述检测元件的排列方向以规定角度而和上述分光元件中的分光角度方向相斜交的单一的斜交位置中的任意一者。

5. 根据权利要求1~3中任一项所述的波长色散型荧光X射线分析装置,其中,上述一维检测器的感光面为矩形;

上述交叉位置为上述一维检测器的感光面的对角线方向与上述分光元件中的分光角度方向相正交的对角线位置。

波长色散型荧光X射线分析装置

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求申请日为2016年9月30日,申请号为JP特愿2016-194356的申请的优先权,通过参照,将其整体作为构成本申请的一部分的内容而引用。

技术领域

[0003] 本发明涉及具有汇聚光学系统的波长色散型荧光X射线分析装置。

背景技术

[0004] 在荧光X射线分析中,为了以良好的精度测定在试样中包含的微量元素,必须要求正确地对从照射了一次X射线的试样而产生的荧光X射线的本底进行补偿。由此,在具有汇聚光学系统的波长色散型荧光X射线分析装置中,具有下述的装置,其中,设置感光狭缝,该感光狭缝具有通过单一分光元件而进行分光,在单一检测器之前邻接而设置的多个开口,切换使二次X射线通过的开口,对来自试样的荧光X射线的本底进行补偿(专利文献1)。由于该汇聚光学系统用作固定光学系统,故通常,其用于单元素用的荧光X射线分析装置,或多元素同步型荧光X射线分析装置。

[0005] 在几乎全部的场合,像以示意方式表示荧光X射线波谱PS和本底波谱BS的图12那样,在荧光X射线的波谱PS的某峰值区域PA和峰值接近区域BA,本底波谱BS近似线性地变化。一般,在扫描型荧光X射线分析装置中,通过在峰值接近区域,移动测角器,测定本底强度,视为可在峰值区域和峰值接近区域以相同程度的灵敏度测定本底强度,从峰值测定强度中扣除本底测定强度,求出净强度。

[0006] 另一方面,像在专利文献1中记载的那样,在固定有分光元件和检测器的汇聚光学系统的波长色散型荧光X射线分析装置中,设置感光狭缝,该感光狭缝具有在单一的检测器之前邻接而设置的多个开口,将使二次X射线通过的开口切换到峰值接近区域,测定本底强度,但是由于其灵敏度低于峰值区域,故经测定其强度低于实际上产生的本底强度。由此,仅仅通过从峰值测定强度中单纯地扣除峰值接近区域的本底测定强度,无法求出正确的净强度。

[0007] 于是,在具有汇聚光学系统的波长色散型荧光X射线分析装置中,还具有下述的装置,其中,设置多个分光元件,与选择射入单一检测器中的二次X射线的光路的机构,切换所采用的分光元件,通过视为相同程度的灵敏度,测定峰值强度和本底强度,对来自试样的荧光X射线的本底进行补偿。另外,还具有下述的装置,其中,代替上述装置的光路选择机构,而检测器采用位置敏感型检测器,同时地在短时间内测定峰值强度和本底强度(专利文献2)。

[0008] 另外,在荧光X射线分析的主成分分析中,由于必须要求高的测定精度,故必须要求以高计数率而测定测定对象元素。但是,在过去的检测器(比例计数管、闪烁计数器等)中,获得计数线性的计数上限在1000~4000kcps的范围内。由此,装备衰减器交换机构,当比如在金属中分析主成分元件的X射线强度超过计数上限的试样时,采用衰减器,使荧光X

射线强度降低到计数上限以下。或者,还具有装备在最大占比的试样中,不超过计数上限的方式进行强度衰减的固定衰减器的情况,但是在该场合,即使在低占比试样的情况下,强度仍衰减。也具有代替采用衰减器,而降低供给X射线管的管电压或管电流,对其进行测定的情况(比如,专利文献3的第0002段)。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献1:JP特开平8-128975号公报

[0011] 专利文献2:W02004-086018号公开

[0012] 专利文献3:JP特开2012-159404号公报

发明内容

[0013] 发明要解决的课题

[0014] 但是,在于专利文献2中记载的装置中,由于具有多个分光元件,以便分别测定荧光X射线和其本底,故具有装置的结构复杂,成本高,装置的组装、调整所需要的时间长的问题。

[0015] 另外,具有下述的问题,即,在主成分分析中,为了采用衰减器,使荧光X射线强度降低到计数上限以下,或降低供给X射线管的管电压或管电流,对其进行测定,必须要求针对每个试样,按照适合的分析条件而进行设定,测定操作复杂,并且为了降低X射线强度,测定精度也恶化。

[0016] 于是,本发明是针对上述过去的问题而提出的,本发明的目的在于提供一种波长色散型荧光X射线分析装置,其中,可通过简单的结构,快速地进行高速求出正确的净强度的高精度的定量分析,与高计数率、高精度的主成分分析的两者。

[0017] 用于解决课题的技术方案

[0018] 为了实施上述目的,本发明涉及一种波长色散型荧光X射线分析装置,该波长色散型荧光X射线分析装置为汇聚光学系统的波长色散型荧光X射线分析装置,其包括:X射线源,该X射线源对试样,照射一次X射线;发散狭缝,该发散狭缝使由试样产生的二次X射线通过;分光元件,该分光元件对通过该发散狭缝的二次X射线进行分光,将其汇聚;单一的一维检测器,该一维检测器包括多个检测元件,该多个检测元件呈直线状排列,其感光面与通过上述分光元件对二次X射线进行汇聚而形成的汇聚二次X射线的光轴相垂直,该波长色散型荧光X射线分析装置包括检测器位置变更机构,该检测器位置变更机构用于针对上述一维检测器的位置,自由变更地设定在平行位置和交叉位置中的任意者,该平行位置中,上述检测元件的排列方向为分光元件中的分光角度方向,该交叉位置中,上述检测元件的排列方向与上述分光元件中的分光角度方向相交叉。

[0019] 另外,在上述一维检测器设定在上述平行位置的状态,上述一维检测器的感光面位于汇聚二次X射线的焦点处,在上述一维检测器设定在上述交叉位置的状态,具有开口的感光狭缝设置于汇聚二次X射线的焦点处,该开口的纵向与上述分光元件中的分光角度方向相正交,上述一维检测器的感光面位于上述感光狭缝的与上述分光元件离开的聚光二次X射线的行进方向侧。

[0020] 按照本发明,由于包括检测器位置变更机构,该检测器位置变更机构用于针对上述一维检测器的位置,自由变更地设定在上述检测元件的排列方向为分光元件中的分光角

度方向的平行位置,与上述检测元件的排列方向与上述分光元件中的分光角度方向相交叉的交叉位置中的任意者,故可通过简单的方案,使高速地求出正确的净强度的高精度的定量分析,和高计数率、高精度的主成分分析这两者快速地进行。

[0021] 最好,在本发明中,包括检测区域设定机构,该检测区域设定机构在上述检测元件的排列方向,设定与测定对象的荧光X射线相对应的作为上述检测元件的区域的峰值区域,与和测定对象的荧光X射线的本底相对应的作为上述检测元件的区域的多个本底区域;定量机构,该定量机构在上述一维检测器设定在上述平行位置的状态,根据对位于上述峰值区域的上述检测元件的检测强度进行累加计算而得到的峰值强度,针对每个该本底区域而对上述检测元件的检测强度进行累加计算而得到的本底强度,以及预先输入的本底补偿系数,计算作为净强度的测定对象的荧光X射线的强度,进行定量分析。在此场合,由于正确地对经测定其强度低于实际上产生的本底强度的本底进行补偿,并且同时地测定峰值强度和本底强度,故可进行高速地求出正确的净强度的高精度的定量分析。

[0022] 最好,在本发明中,包括定量机构,该定量机构在上述一维检测器设定在上述交叉位置的状态,通过对全部的上述检测元件的检测强度进行累加计算,计算测定对象的荧光X射线的强度,进行定量分析。在此场合,通过对全部的上述检测元件的检测强度进行累加计算,计算测定对象的荧光X射线的强度,可进行高计数率、高精度的主成分分析。

[0023] 最好,在本发明中,上述交叉位置为上述检测元件的排列方向与上述分光元件中的分光角度方向相正交的正交位置,与上述检测元件的排列方向以规定角度而和上述分光元件中的分光角度方向相斜交的单一的斜交位置中的任意一者。在此场合,由于上述交叉位置为正交位置和上述单一的斜交位置中的任意一者,上述一维检测器可以与感光面上的汇聚二次X射线的投影像的关系设定在最佳的位置,故可最大限度地检测汇聚二次X射线强度,可进行更高计数率、高精度的主成分分析。

[0024] 最好,在本发明中,上述一维检测器的感光面为矩形,上述交叉位置为上述一维检测器的感光面的对角线方向与上述分光元件中的分光角度方向相正交的对角线位置。在此场合,由于上述交叉位置为在许多的场合,可以良好的效率而检测汇聚二次X射线强度的对角线位置,故可通过更加简单的方案,进行高计数率、高精度的主成分分析。

[0025] 权利要求书和/或说明书和/或附图中公开的至少2个方案中的任意的组合均包含在本发明中。特别是,权利要求书中的各项权利要求的2个以上的任意的组合也包含在本发明中。

附图说明

[0026] 根据参照附图的下面的优选的实施形式的说明,会更清楚地理解本发明。但是,实施形式和附图用于单净的图示和说明,不应用于限制本发明的范围。本发明的范围由后附的权利要求书确定。在附图中,多个附图中的同一部件标号表示同一部分。

[0027] 图1为表示作为本发明的一个实施方式的波长色散型荧光X射线分析装置的概况图;

[0028] 图2为表示设定在平行位置的一维检测器中的感光面的图;

[0029] 图3为表示设定在作为正交位置的交叉位置的一维检测器中的感光面的图;

[0030] 图4为表示设定在交叉位置的一维检测器和感光狭缝的图;

[0031] 图5为表示作为正交位置的交叉位置的,汇聚二次X射线的投影像与检测元件的排列的图;

[0032] 图6为表示作为斜交位置的交叉位置的,汇聚二次X射线的投影像与检测元件的排列的图;

[0033] 图7为表示对角线位置的,作为斜交位置的交叉位置的,汇聚二次X射线的投影像与检测元件的排列的图;

[0034] 图8为表示对角线位置的,作为斜交位置的交叉位置的,汇聚二次X射线的投影像与检测元件的排列的另一图;

[0035] 图9为表示位于设定在平行位置的一维检测器中的峰值区域和本底区域的检测元件的图;

[0036] 图10为针对将包括大量的测定对象元素的试样和空白试样的测定波谱重合的波谱而表示峰值区域和本底区域的图;

[0037] 图11为针对1个试样的测定波谱而表示峰值测定区域和本底测定区域的图;

[0038] 图12为以模式方式表示荧光X射线波谱与本底波谱的图。

具体实施方式

[0039] 下面参照附图,对本发明的一个实施方式的波长色散型荧光X射线分析装置进行说明。如图1所示那样,该装置为汇聚光学系统的波长色散型荧光X射线分析装置,其包括:X射线源2,该X射线源2对试样S照射一次X射线1;发散狭缝5,该发散狭缝5使由试样S产生的二次X射线4通过;分光元件6,该分光元件6对通过该发散狭缝5的二次X射线4进行分光,将其汇聚;单一的一维检测器10,该一维检测器10包括呈直线状排列的多个检测元件7(参照图2、图3),其中,感光面与二次X射线4通过分光元件6而汇聚的聚光二次X射线42的光轴相垂直,包括检测器位置变更机构11,该检测器位置变更机构11针对一维检测器10的位置,自由变更地设定在平行位置和交叉位置中的任意者,该平行位置中,检测元件7的排列方向为分光元件6中的分光角度方向的,该交叉位置中,检测元件7的排列方向与分光元件6中的分光角度方向相交叉。

[0040] 在一维检测器10设定在平行位置的状态,一维检测器10的感光面位于汇聚二次X射线42的焦点处(图1所示的状态),并且像前述的那样,如图2所示那样,检测元件7的排列方向为分光元件6中的分光角度方向,以比如75 μ m的间隔,从第1检测元件7到第256检测元件7按照从分光角度小的位置(图2的左侧,图1的斜上侧。另外,由于在图2、图9中,从图1的纸面里侧观看一维检测器10的感光面,故左右关系与图1相反),依次呈直线状排列。

[0041] 在一维检测器10设定在交叉位置的状态,如图4所示那样,具有开口的感光狭缝9设置于汇聚二次X射线42的焦点处,该开口的纵向与分光元件6中的分光角度方向相交叉,一维检测器10的感光面位于感光狭缝9中的与分光元件6离开的汇聚二次X射线42的行进方向侧(在图4中,以剖开方式表示检测器位置变更机构11中的设置感光狭缝9的部分)。伴随该情况,如前述那样,如图3所示那样,检测元件7的排列方向与分光元件6的分光角度方向相交叉。

[0042] 另外,图1的该装置包括:测定波谱显示机构14,该测定波谱显示机构14将检测元件7的排列方向的位置与检测元件7的检测强度的关系作为测定波谱,显示于显示器15中;

检测区域设定机构16,在该检测区域设定机构16中,借助操作人员,在检测元件7的排列方向,设定峰值区域和多个本底区域,该峰值区域为与测定对象的荧光X射线相对应的检测元件7的区域,该本底区域为与测定对象的荧光X射线的本底相对应的检测元件7的区域;定量机构17,该定量机构17在一维检测器10设定在平行位置的状态,根据峰值强度、本底强度与预先输入的本底补偿系数 k ,计算作为净强度 I_{net} 的测定对象的荧光X射线的强度,进行定量分析,该峰值强度是对位于峰值区域的检测元件7的检测强度进行累加计算而得到的,该本底强度是针对各本底区域而对检测元件7的检测强度进行累加计算而得到的。

[0043] 另外,定量机构17在一维检测器10设定在交叉位置的状态,通过对全部的检测元件7的检测强度进行累加计算,计算测定对象的荧光X射线的强度,进行定量分析。测定波谱显示机构14、检测区域设定机构16和定量机构17设置在比如作为计算机的控制机构18中,该控制机构18控制该波长色散型荧光X射线分析装置。

[0044] 检测器位置变更机构11包括手动或电动机驱动的旋转机构12和手动或电动机驱动的滑动机构13,该手动或电动机驱动的旋转机构12以汇聚二次射线42的光轴为轴心,使一维检测器10旋转,该手动或电动机驱动的滑动机构13在汇聚二次射线42的光轴方向,使一维检测器10滑动,通过采用检测器位置变更机构11,将一维检测器10设定在平行位置和交叉位置中的任意者。检测器位置变更机构11不限于旋转机构12和滑动机构13的机构,也可比如为下述螺纹紧固机构,该螺纹紧固机构在与平行位置和交叉位置中的相应位置相对应的位置,开设用于将一维检测器10安装于波长色散型荧光X射线分析装置中的螺纹孔。

[0045] 也可针对交叉位置,在本发明中,设置检测元件7的排列方向和分光元件6中的与分光角度方向的交叉角度不同的多个交叉位置,但是,在本实施方式的装置中,交叉位置为检测元件7的排列方向与分光元件1中的分光角度方向相正交的正交位置,以及检测元件7的排列方向与以规定的角度相对分光元件1中的分光角度方向而斜交(以正交以外的角度而交叉)的单一斜交位置中的任意一者。

[0046] 在这里,最好,在交叉位置,交叉位置的检测元件7的排列方向和分光元件6的分光角度方向的交叉角度为汇聚二次X射线42入射的检测元件7的数量最多的角度,并且为具有(扩大地包括)一维检测器10的感光面的平面的汇聚二次X射线42的投影面积中的从一维检测器10的感光面露出的部分的投影面积最小的角度。

[0047] 比如,最好,在于要设定一维检测器10的位置的分光系统中,具有一维检测器10的感光面的平面的汇聚二次X射线42的投影像19的长度(纵向的尺寸)大于检测元件7的排列方向的感光面的长度的场合,如图5所示那样,交叉位置为正交位置。在一维检测器10设定在正交位置的状态,如图3所示那样,从第1个检测元件7到第256个检测元件7,在与分光元件6中的分光角度方向相正交的方向,从图3的下侧或上侧依次地排列。

[0048] 另外,最好,比如在于要设定一维检测器10的位置的分光系统中,在具有一维检测器10的感光面的平面的汇聚二次X射线42的投影像19的长度大于检测元件7的排列方向的感光面的长度的场合,如图6~图8所示那样,交叉位置为斜交位置,如图6、图7那样,包括一维检测器10的感光面的平面的汇聚二次X射线42的投影像19不从感光面最大限度地露出,如图8那样露出的部分为最小。另外,为了理解图示,在图5~图8中,以检测元件7的个数少于图2、图3的方式进行表示。

[0049] 如果像这样,交叉位置为交叉正交位置和单一的斜交位置中的任意一者,则一维

检测器10可以与感光面上的汇聚二次X射线42的投影像19的关系设定在最佳的位置,故可以最大限度检测汇聚二次X射线强度,可进行更高计数率、高精度的主成分分析。

[0050] 也可在一维检测器10的聚光面为矩形的场合,代替上述那样交叉位置为正交位置和单一的斜交位置中的任意一者的方式,如图7、图8所示的那样,交叉位置为一维检测器10的感光面的对角线位置与分光元件6中的分光角度方向相正交的对角线位置。在此场合,由于交叉位置为在许多的场合,可以良好的效率检测汇聚二次X射线强度的对角线位置,故可通过更加简单的方案,进行高计数率、高精度的主成分分析。

[0051] 接着,对在将一维检测器10设定在平行位置的状态的本实施方式的装置的动作进行说明。如果将一维检测器10设定在平行位置,则检测元件7的排列方向为分光元件6的分光角度方向,如图9所示那样,以75 μ m的间隔,第1个检测元件7到第256个检测元件从分光角度小的位置(图9的左侧)起,依次地呈直线状排列。

[0052] 另外,虽然不是本发明的必需组成要件,但是,本实施方式的装置包括测定波谱显示机构14,当操作人员设定峰值区域和本底区域时,与检测区域设定机构16一起地使用。比如,通过测定波谱显示机构14,图10所示的测定波谱在显示器15中进行显示。

[0053] 在图10中,重合地显示大量地包含测定对象元素的试样S和空白试样S的测定波谱。按照重合的波谱容易比较的方式减小大量地包含测定对象元素的试样S的强度,对其进行表示。对于该测定波谱,横轴表示检测元件7的排列方向的位置,也可表示检测元件号码,分光元件6的分光角度,能量值(在图11、图12中也是相同的)。纵轴表示检测元件7的检测强度。通过大量地包含测定对象元素的试样S而测定的荧光X射线的波谱PS通过虚线表示,通过空白试样S而测定的本底波谱BS通过实线而表示,在横轴方向,示出峰值区域PA、第1本底区域BA₁和第2本底区域BA₂。

[0054] 在图10中,各区域BA₁、PA、BA₂中的各波谱PS、BS以下的部分(在各波谱PS、BS和横轴之间的部分,针对波谱BS,3个黑色的杆状的部分,针对波谱PS,中间的黑色的杆状的部分进一步通过虚线而延长的部分)的面积相当于针对与波谱PS、BS相对应的试样S,通过位于各区域BA₁、PA、BA₂的检测元件7而检测的检测强度。在图3中,针对大量地包含测定对象元素的试样S,读取通过位于峰值区域PA的检测元件7而检测的检测强度I_p,针对空白试样S,读取通过位于第1本底区域BA₁的检测元件7而检测的检测强度I_{B1},通过位于峰值区域PA的检测元件7而检测的检测强度I_B,通过位于第2本底区域BA₂的检测元件7而检测的检测强度I_{B2}。另外,通过测定波谱显示机构14而在显示器15中显示的为各波谱PS、BS和横轴方向的各区域BA₁、PA、BA₂,对于相当于上述各检测强度的部分,不一定显示。

[0055] 根据已显示的测定波谱,通过操作人员,分别从检测区域设定机构16进行比如从第123个到第129个检测元件7用于峰值区域PA的荧光X射线强度的测定的设定,从第106个到第112个检测元件7用于第1本底区域BA₁的本底的测定的设定,从第140个到第146个检测元件7用于第2本底区域BA₂的本底的测定的设定。这些检测元件7的设定存储于检测区域设定机构16中。可像这样,根据已显示的测定波谱,设定最佳的峰值区域PA和最佳的本底区域BA₁、BA₂。另外,也可不采用测定波谱显示机构14,而比如根据通过同类型的其它的波长色散型荧光X射线分析装置而获得的测定波谱,通过检测区域设定机构16,设定峰值区域PA和本底区域BA₁、BA₂。

[0056] 如果分别在检测区域设定机构16中设定峰值区域PA、第1本底区域BA₁和第2本底

区域BA₂,则分光角度为θ的二次X射线41(图9的中间)的强度通过位于峰值区域PA的检测元件7而进行检测,分光角度小于θ的二次X射线41(图9的左侧)的强度通过位于第1本底区域BA₁的检测元件7而进行检测,分光角度大于θ的二次X射线41(图9的右侧)的强度通过位于第2本底区域BA₂的检测元件7而进行检测。另外,在图9中,通过相应的光轴上的二次X射线41,代表3个汇聚二次X射线42进行示出。

[0057] 如果测定分析对象的试样S,则定量机构17根据下述的式(1)和式(2),从峰值强度I_p中适当地扣除峰值区域的本底强度I_B,计算测定对象的荧光X射线的净强度I_{net},进行定量分析。

$$[0058] \quad I_{\text{net}} = I_p - I_B \quad \cdots \cdots (1)$$

$$[0059] \quad I_B = k(I_{B1} + I_{B2}) \quad \cdots \cdots (2)$$

[0060] I_{net}:测定对象的荧光X射线的经过计算的净强度;

[0061] I_p:对位于峰值区域的检测元件(从第123个到第129个检测元件)的检测强度进行累加计算的峰值强度;

[0062] I_B:峰值区域的本底强度;

[0063] I_{B1}:对位于第1本底区域的检测元件(从第106个到第112个检测元件)的检测强度进行累加计算的本底强度;

[0064] I_{B2}:对位于第2本底区域的检测元件(从第140个到第146个检测元件)的检测强度进行累加计算的本底强度;

[0065] k:本底补偿系数;

[0066] 本底补偿系数k是通过测定本底试样S,根据下述式(3)而计算,将其输入到定量机构17中。

$$[0067] \quad k = I_B^B / (I_{B1}^B + I_{B2}^B) \quad \cdots \cdots (3)$$

[0068] I_B^B:针对空白试样,对位于峰值区域的检测元件(从第123个到第129个的检测元件)的检测强度进行累加计算的峰值强度;

[0069] I_{B1}^B:针对空白试样,对位于第1本底区域的检测元件(从第106个到第112个的检测元件)的检测强度进行累加计算的本底强度;

[0070] I_{B2}^B:针对空白试样,对位于第2本底区域的检测元件(从第140个到第146个的检测元件)的检测强度进行累加计算的本底强度;

[0071] 本底补偿系数k也可采用下述式(4)的标准曲线式,在通过回归计算而求出标准曲线常数时同时地求出。

$$[0072] \quad W = A(I_p - k(I_{B1} + I_{B2})) + B \quad \cdots \cdots (4)$$

[0073] W:试样中的测定对象元素的占比;

[0074] A、B:标准曲线常数

[0075] 像这样,按照本实施方式的装置,由于在一维检测器10设定在平行位置的状态,正确地测定其强度低于实际上产生的本底强度的本底进行补偿,并且同时地测定峰值强度I_p和本底强度I_{B1}、I_{B2},故可进行高速地求出正确的净强度I_{net}的高精度的定量分析。

[0076] 在上述例子中,通过2个本底区域BA₁、BA₂进行测定,对本底进行补偿(去除),但是,也可在1个或3个以上的本底区域BA进行测定。另外,在上述例子中,针对所设定的检测元件7的个数,位于峰值区域PA、第1本地区域BA₁与第2本地区域BA₂的个数相同,但是也可为不同

的个数。

[0077] 另外,也可代替将大量地包含上述测定对象元素的试样S和空白试样S的测定波谱PS、BS重合而得到的测定波谱,而采用测定对象的荧光X射线的波谱和本底波谱可观察的1个试样S的图11所示的测定波谱。在图11中,针对该1个试样S,读取通过位于第1本底区域 BA_1 的检测元件7而检测的检测强度 I_{B1} ,通过位于峰值区域PA的检测元件7而检测的检测强度 I_p ,通过位于第2本底区域 BA_2 的检测元件7而检测的检测强度 I_{B2} 。

[0078] 下面对一维检测器10设定在交叉位置的状态的本实施方式的装置的动作进行说明。如果将一维检测器10设定在交叉位置,则检测元件7的排列方向与分光元件6的分光角度方向相交叉。接着,定量机构17通过对全部的检测元件7的检测强度进行累加计算,计算测定对象的荧光X射线的强度,进行定量分析。由于1个检测元件7的最大计数率比如为1Mcps,故在采用具有256个检测元件7的一维检测器10的场合,可以高至256Mcps的计数率进行测定。由于实际的测定强度最大为20Mcps,故具有10倍以上的计数率的富裕。

[0079] 像这样,按照本实施方式,在一维检测器10设定在交叉位置的状态,对全部的检测元件7的检测强度进行累加计算,计算测定对象的荧光X射线的强度,由此可进行高计数率、高精度的主成分分析。

[0080] 像以上说明的那样,按照本实施方式的波长色散型荧光X射线分析装置,由于设置检测器位置变更机构11,该检测器位置变更机构11用于针对一维检测器10的位置,自由变更地设定在检测元件7的排列方向为分光元件中的分光角度方向的平行位置,与检测元件7的排列方向与分光元件中的分光角度方向相交叉的交叉位置中的任意者,故可通过简单的方案而进行高速地求出正确的强度 I_{net} 的高强度的定量分析,与高计数率、高精度的主成分分析这两者。

[0081] 如上所述,参照附图,对优选的实施例进行了说明,但是,如果是本领域的技术人员观看本说明书,在显然的范围内,会容易想到各种的变更和修改方式。于是,这样的变更和修改方式解释为由权利要求书而确定的本发明的范围内的方式。

[0082] 标号的说明:

[0083] 标号1表示一次X射线;

[0084] 标号2表示X射线源;

[0085] 标号4表示二次X射线;

[0086] 标号5表示发散狭缝;

[0087] 标号6表示分光元件;

[0088] 标号7表示检测元件;

[0089] 标号9表示感光狭缝;

[0090] 标号10表示一维检测器;

[0091] 标号11表示检测器位置变更机构;

[0092] 标号16表示检测区域设定机构;

[0093] 标号17表示定量机构;

[0094] 标号42表示汇聚二次X射线;

[0095] 符号AS表示补偿波谱;

[0096] 符号 BA_1 、 BA_2 表示本底区域;

- [0097] 符号PA表示峰值区域；
[0098] 符号S表示试样。

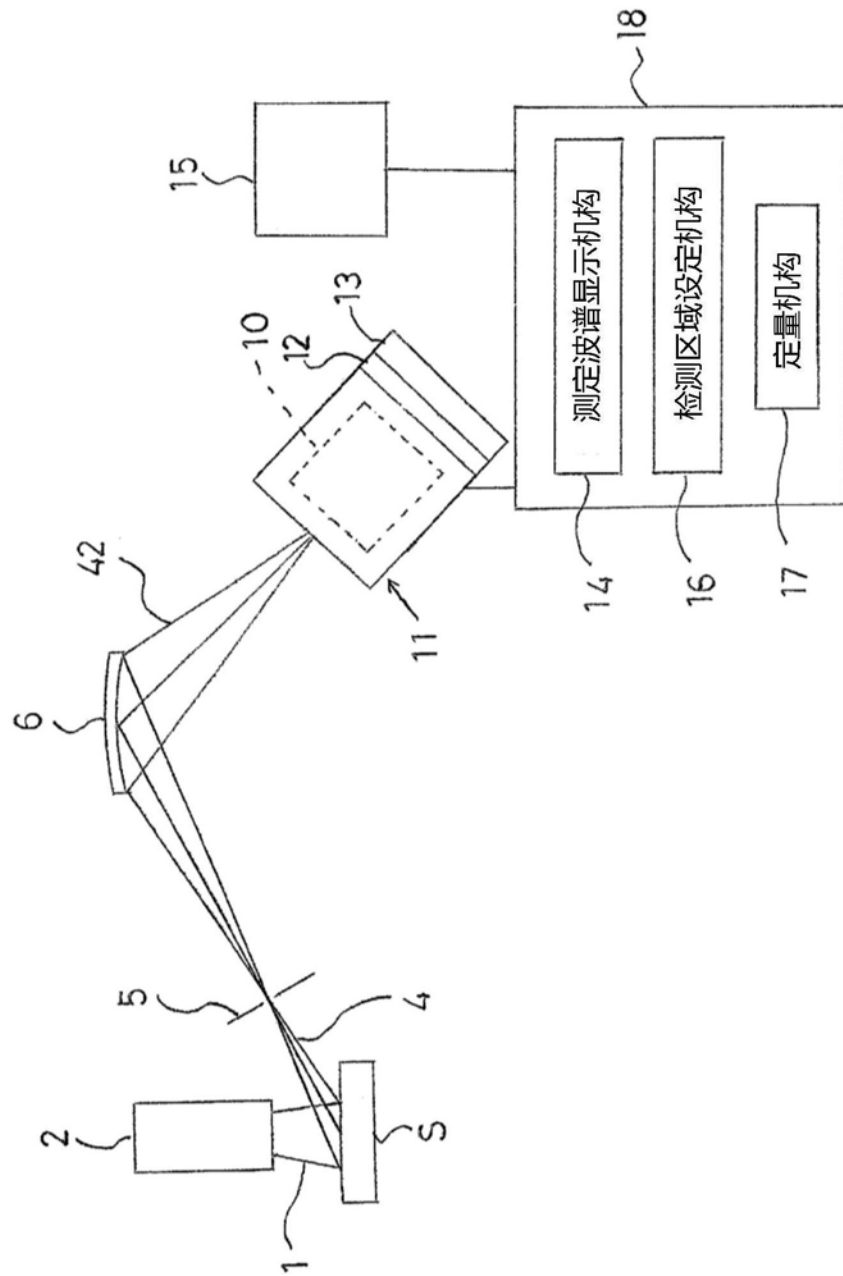


图1

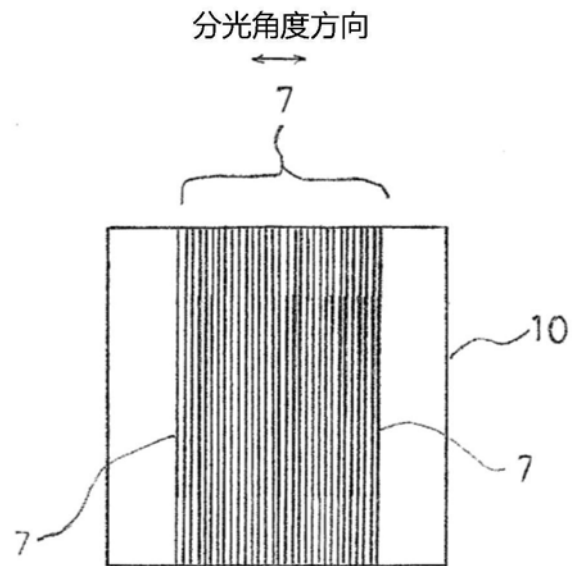


图2

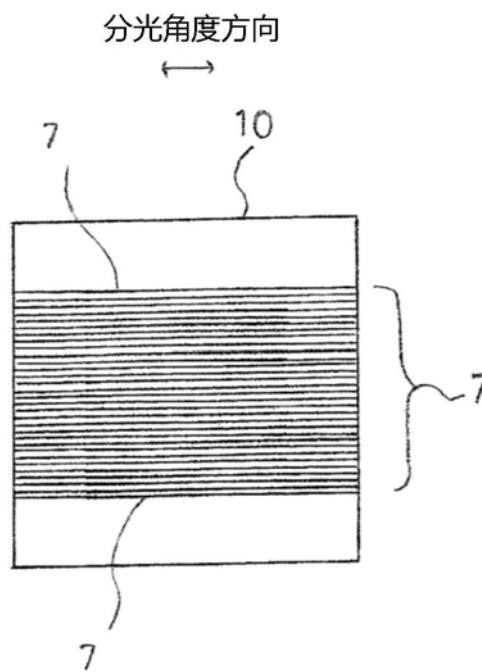


图3

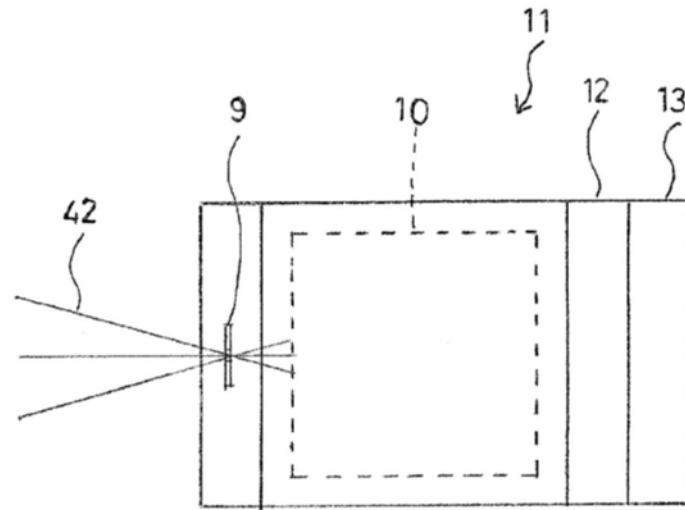


图4

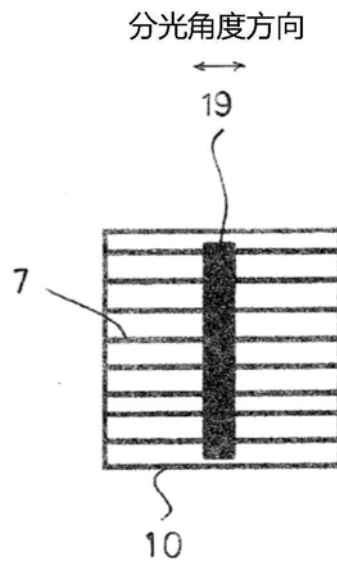


图5

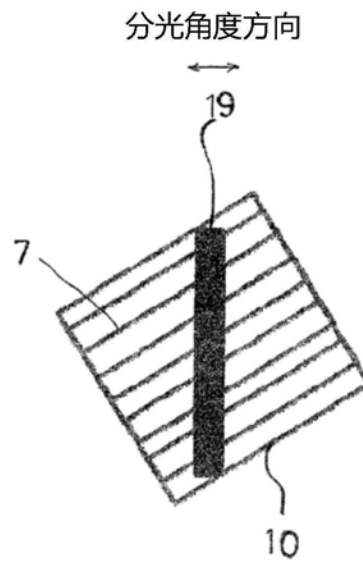


图6

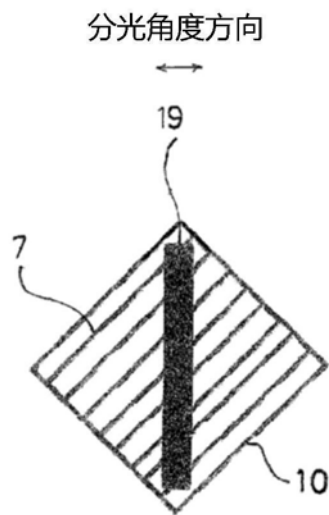


图7

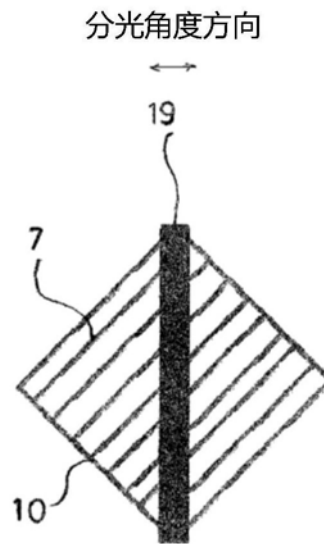


图8

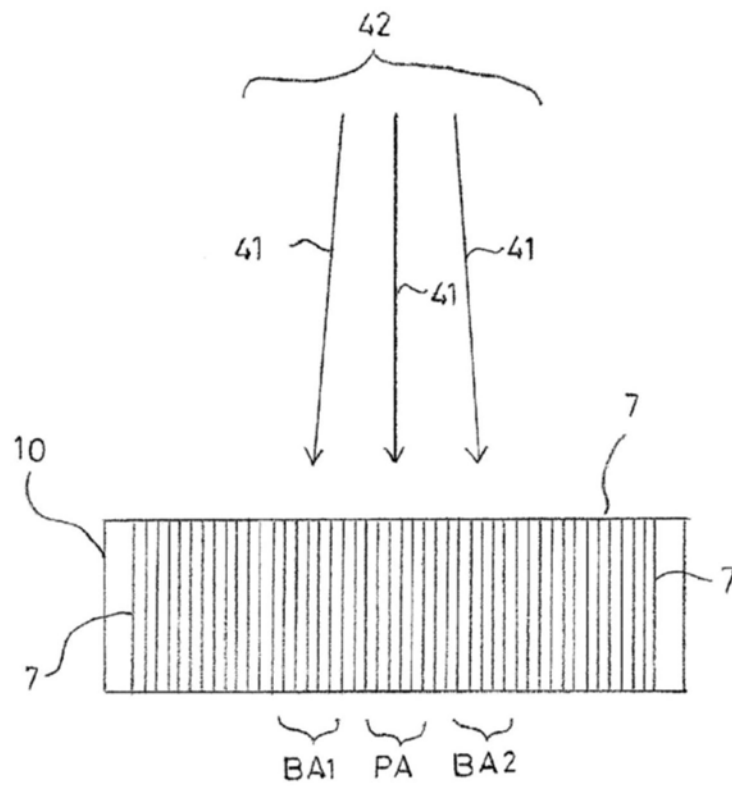


图9

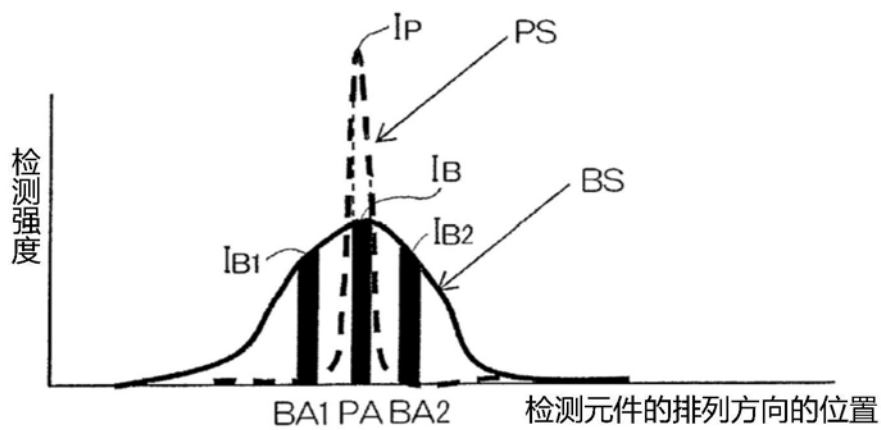


图10

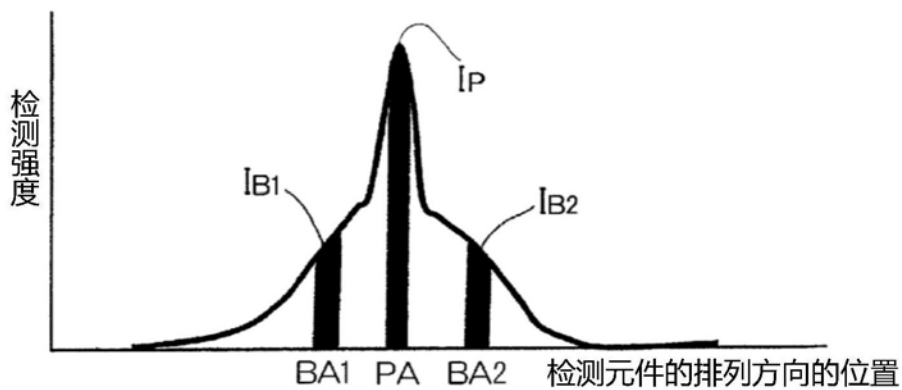


图11

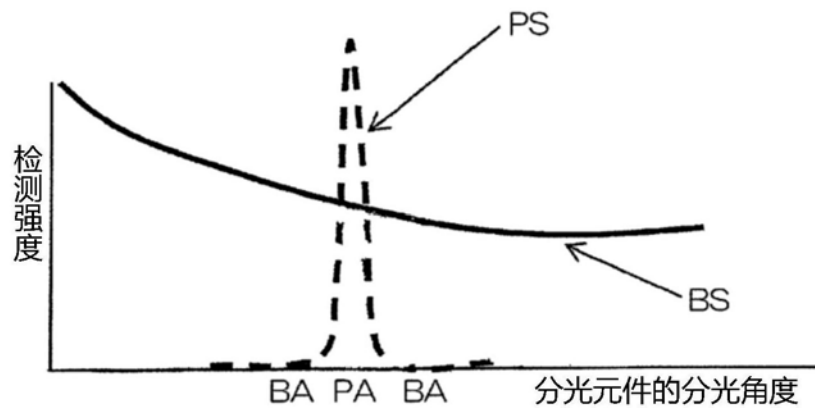


图12