



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115023606 A

(43) 申请公布日 2022. 09. 06

(21) 申请号 202080094677.X

(22) 申请日 2020.10.15

(30) 优先权数据

2020-010907 2020.01.27 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.07.26

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/038875 2020.10.15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/152928 JA 2021.08.05

(71) 申请人 株式会社岛津制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 和泉拓朗 米田哲弥

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

专利代理师 刘新宇

(51) Int.Cl.

G01N 23/223 (2006.01)

G01N 23/20008 (2006.01)

G01N 23/2209 (2006.01)

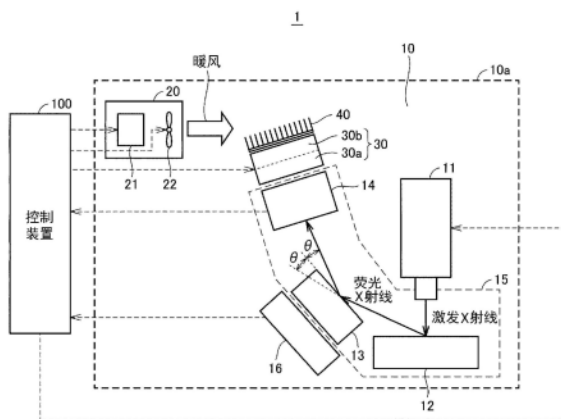
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

荧光X射线分析装置

(57) 摘要

在荧光X射线分析装置(1)中,在被壳体(10a)覆盖的分析室(10)的内部设置有:X射线管(11);分光晶体(13),其将从试样(12)发出的荧光X射线进行分光;X射线检测器(14),其检测由分光晶体(13)进行分光后的荧光X射线;暖风产生器(20),其产生用于将分光晶体(13)的温度维持为目标温度的暖风;以及帕尔贴元件(30),其将X射线检测器(14)进行冷却。



1. 一种荧光X射线分析装置,具备:
分光晶体,其将从试样发出的荧光X射线进行分光;
X射线检测器,其检测由所述分光晶体进行分光后的所述荧光X射线;
暖风产生器,其产生用于将所述分光晶体的温度维持为目标温度的暖风;以及
帕尔贴元件,其将所述X射线检测器进行冷却,以使所述X射线检测器的温度成为比所述目标温度低的温度。
2. 根据权利要求1所述的荧光X射线分析装置,其特征在于,
所述分光晶体、所述X射线检测器、所述暖风产生器以及所述帕尔贴元件设置于被壳体覆盖的分析室的内部。
3. 根据权利要求1或2所述的荧光X射线分析装置,其特征在于,
所述帕尔贴元件包括:
吸热部,其吸收所述X射线检测器的热来将所述X射线检测器进行冷却;以及
散热部,其设置于比所述吸热部靠远离所述X射线检测器的一侧的位置,用于将所述吸热部的热释放到外部,
所述荧光X射线分析装置还具备与所述帕尔贴元件的所述散热部抵接的散热器。
4. 根据权利要求3所述的荧光X射线分析装置,其特征在于,
所述暖风产生器配置于使从所述暖风产生器送出的所述暖风吹到所述散热器上的位置。
5. 根据权利要求1所述的荧光X射线分析装置,其特征在于,
所述荧光X射线分析装置还具备:
温度传感器,其配置于比所述帕尔贴元件更靠近所述分光晶体的位置;以及
控制装置,其控制所述暖风产生器,以使由所述温度传感器检测到的温度维持为所述目标温度。

荧光X射线分析装置

技术领域

[0001] 本公开涉及一种波长色散型的荧光X射线分析装置。

背景技术

[0002] 荧光X射线分析装置是通过检测在向试样照射了激发用的X射线(放射线)或电子射线时从试样发出的荧光X射线(特性X射线)来分析试样中含有的元素的装置。荧光X射线分析装置根据荧光X射线的能量(波长)的分析方法而被分类为能量色散型和波长色散型。一般来说,波长色散型的荧光X射线分析装置具备:分光晶体,其将从试样发出的荧光X射线进行分光;以及X射线检测器,其检测由分光晶体进行分光后的X射线。这些设备收容于壳体内部。

[0003] 在波长色散型的荧光X射线分析装置中,当分光晶体的温度因装置外部的环境温度等的影响而发生变动时,分析精度可能会因分光晶体的晶格间距的变动等而降低。因此,期望以不会使分光晶体的温度发生变动的方式调整温度。例如,在日本特开2015-81783号公报(专利文献1)中公开了在壳体内部设置有用于将分光晶体的温度维持为固定的温度调节装置的波长色散型的荧光X射线分析装置。该温度调节装置具备检测分光晶体的温度的温度传感器、以及产生暖风的暖风产生器(加热器和风扇)。在该荧光X射线分析装置中,基于温度传感器的输出来控制暖风产生器的工作及停止,由此能够将壳体内部的温度维持为比壳体外部的环境温度高的目标温度。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2015-81783号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] X射线检测器当处于高温时,检测灵敏度可能会由于热噪声的影响而降低。因此,在X射线检测器中,存在被推荐在比通过温度调节装置维持的目标温度低的温度下使用的X射线检测器。

[0009] 然而,在如专利文献1所记载的荧光X射线分析装置那样在壳体内部设置有作为温度调节装置的暖风产生器的情况下,利用暖风产生器所产生的暖风来将壳体内部整体的温度维持为目标温度,因此X射线检测器的周边也处于目标温度,无法使用推荐在比目标温度低的温度下使用的X射线检测器。

[0010] 本公开是为了解决上述的问题而完成的,本公开的目的在于实现一种能够将分光晶体的温度维持为目标温度并使用推荐在比目标温度低的温度下使用的X射线检测器的荧光X射线分析装置。

[0011] 用于解决问题的方案

[0012] 本公开的方式所涉及的荧光X射线分析装置具备:分光晶体,其将从试样发出的荧

光X射线进行分光;X射线检测器,其检测由分光晶体进行分光后的荧光X射线;暖风产生器,其产生用于将分光晶体的温度维持为目标温度的暖风;以及帕尔贴元件,其将X射线检测器进行冷却,以使X射线检测器的温度成为比目标温度低的温度。

[0013] 根据上述的荧光X射线分析装置,能够利用暖风产生器所产生的暖风将分光晶体的温度固定地维持为目标温度,并使用帕尔贴元件将X射线检测器局部地冷却来使该X射线检测器成为比目标温度低的温度。其结果,能够实现能够将分光晶体的温度维持为目标温度并使用推荐在比目标温度低的温度下使用的X射线检测器的荧光X射线分析装置。

[0014] 发明的效果

[0015] 在本公开中,能够实现能够将分光晶体的温度维持为目标温度并使用推荐在比目标温度低的温度下使用的X射线检测器的荧光X射线分析装置。

附图说明

[0016] 图1是概要性地示出荧光X射线分析装置的结构的一例的图(其1)。

[0017] 图2是示出控制装置的处理过程的一例的流程图。

[0018] 图3是概要性地示出荧光X射线分析装置的结构的一例的图(其2)。

具体实施方式

[0019] 下面,参照附图来对本公开的实施方式详细地进行说明。此外,对图中相同或相当的部分标注相同的附图标记,不重复其说明。

[0020] 图1是概要性地示出本实施方式的波长色散型的荧光X射线分析装置1的结构的一例的图。

[0021] 荧光X射线分析装置1是通过检测在向试样12照射了激发用的X射线(放射线)时从试样12发出的荧光X射线来分析试样12中含有的元素的装置。此外,在本实施方式中,对向试样12照射X射线的类型的荧光X射线分析装置1进行说明,但也可以取代X射线而向试样12照射电子射线。

[0022] 荧光X射线分析装置1具备X射线管11、分光晶体13、X射线检测器14、温度传感器16、暖风产生器20、帕尔贴元件30、散热器40以及控制装置100。X射线管11、分光晶体13、X射线检测器14、温度传感器16、暖风产生器20、帕尔贴元件30以及散热器40设置于被壳体10a覆盖的分析室10的内部。分光晶体13和X射线检测器14在分析室10的内部进一步被壳体15覆盖。试样12被用户设置在壳体15内部的规定位置。

[0023] X射线管11构成为根据来自控制装置100的指令向设置于壳体15内部的试样12射出激发用的X射线。接收到激发用的X射线的试样12发出荧光X射线。

[0024] 分光晶体13使从试样12发出的荧光X射线进行波长色散,并向X射线检测器14的方向衍射与成为分析对象的元素对应的特定波长的X射线。从分光晶体13向X射线检测器14的方向衍射的X射线的波长由入射到分光晶体13的荧光X射线与分光晶体13的晶格面所成的角度 θ 决定。此外,在将分光晶体13的晶格间距设为“d”、将正整数设为“n”时,波长 λ 的X射线根据布拉格条件被分光为满足 $2d \cdot \sin\theta = n \cdot \lambda$ 的角度 2θ 的方向。由于荧光X射线按每个元素具有特有的波长,因此,如果预先决定了分光晶体13的晶格间距d,则根据布拉格条件,通过分光晶体13进行分光的荧光X射线的分光角度 2θ 也按每个元素为特有的值。能够利用这

样的特性来分析试样12中含有的元素。

[0025] X射线检测器14检测被分光晶体13衍射后的X射线,并将表示检测结果的信号向控制装置100输出。X射线检测器14例如使用正比计数管构成。

[0026] 温度传感器16配置于壳体15的外部的与分光晶体13热接近的位置,具体而言,隔着壳体15与分光晶体13相邻的位置。为了使用温度传感器16适当地检测分光晶体13的温度,期望将配置于温度传感器16与分光晶体13之间的壳体15的厚度设为50mm以下。另外,在壳体15与温度传感器16之间形成有空气层的情况下,期望将该空气层的厚度设为10mm以下。温度传感器16检测分光晶体13附近的壳体15的温度来作为分光晶体13的温度并输出至控制装置100。

[0027] 暖风产生器20包括加热器21以及风扇22。加热器21根据来自控制装置100的指令进行工作来产生热。风扇22根据来自控制装置100的指令进行工作,来将加热器21所产生的热送出到分析室10的内部。由此,使加热器21的热作为暖风在分析室10的内部循环。

[0028] 帕尔贴元件30配置于壳体15的外部的与X射线检测器14热接近的位置,具体而言,隔着壳体15与X射线检测器14相邻的位置。帕尔贴元件30根据来自控制装置100的指令进行工作,通过吸收X射线检测器14附近的壳体15的热来将X射线检测器14进行冷却。

[0029] 具体而言,帕尔贴元件30包括吸热部30a以及散热部30b。吸热部30a与X射线检测器14附近的壳体15抵接,用于吸收X射线检测器14附近的壳体15的热。散热部30b设置于比吸热部30a靠远离X射线检测器14的一侧的位置,用于将吸热部30a的热释放到外部。通过向帕尔贴元件30供给与来自控制装置100的指令相应的电力,来引起通过吸热部30a进行的吸热以及通过散热部30b进行的散热。由此,帕尔贴元件30作为使热从吸热部30a向散热部30b移动的所谓热泵发挥功能。

[0030] 散热器40以与帕尔贴元件30的散热部30b接触的方式设置。散热器40具有多个散热销,将帕尔贴元件30的散热部30b的热经由散热销释放到分析室10内的空气。由此,促进热从帕尔贴元件30的散热部30b向分析室10内的空气的热移动。此外,在散热器40设置散热销而非设置散热片是为了进一步减小空气阻力,从而使得难以产生来自暖风产生器20的暖风吹到散热器40上时的振动。

[0031] 如图1所示,暖风产生器20设置于使从暖风产生器20送出的暖风直接吹到散热器40上的位置。由此,促进散热器40的散热。从暖风产生器20送出的暖风的温度(例如35℃)比与帕尔贴元件30的散热部30b接触的散热器40的温度(例如50℃左右)低,因此通过使从暖风产生器20送出的暖风吹到散热器40上来促进散热器40的散热。

[0032] 此外,暖风产生器20的位置不一定限定于图1所示的位置,能够设为分析室10内的任意的任意的位置。即,由于从暖风产生器20送出的暖风在被壳体10a覆盖的分析室10的内部循环,因此只要暖风产生器20配置于分析室10的内部,来自暖风产生器20的暖风就会吹到散热器40上。

[0033] 控制装置100包括未图示的CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)、存储器、接口等。控制装置100统一控制X射线管11、暖风产生器20、帕尔贴元件30以及X射线检测器14。控制装置100获取来自X射线检测器14的输出信号,判定入射到X射线检测器14的X射线剂量,由此分析试样12中含有的元素。控制装置100能够将分析结果显示于未图示的显示器等。

[0034] 在具有上述那样的结构的荧光X射线分析装置1中,当分光晶体13的温度因分析室10外部的环境温度等的影响而发生变动时,分析精度可能因晶格间距d的变动等而降低。因此,控制装置100在分析试样12中含有的元素时,执行对暖风产生器20(加热器21和风扇22)进行反馈控制以使由温度传感器16检测到的分光晶体13的温度维持为比分析室10外部的环境温度高的目标温度(例如35℃左右)的“温度调节控制”。

[0035] 另一方面,X射线检测器14当处于高温时,检测灵敏度可能会由于热噪声的影响而降低。因此,在X射线检测器14中,存在推荐在比温度调节控制的目标温度低的温度(例如28℃左右)下使用的X射线检测器。

[0036] 然而,由于通过温度调节控制使分析室10内部整体的温度维持为目标温度,因此X射线检测器14的周边也处于目标温度,无法使用推荐在比目标温度低的温度下使用的X射线检测器14。如果作为其对策而设置用于将X射线检测器14进行冷却的冷却水在分析室10的内部与外部之间循环那样的水冷式的冷却装置,则荧光X射线分析装置1整体的构造复杂化,并且也可能成为成本大幅增加的主要原因。

[0037] 因此,在本实施方式的荧光X射线分析装置1中,在分析室10的内部设置有将X射线检测器14进行冷却的帕尔贴元件30。帕尔贴元件30与上述的水冷式的冷却装置相比能够小型化,能够将X射线检测器14局部地冷却。因此,能够通过温度调节控制来将分光晶体13的温度固定地维持为目标温度,并使用帕尔贴元件30将X射线检测器14局部地冷却来使该X射线检测器14成为比目标温度低的温度。其结果,能够使用推荐在比温度调节控制的目标温度低的温度下使用的X射线检测器14来高灵敏度、高精度地检测从试样12发出的荧光X射线。另外,与使冷却水在分析室10的内部与外部之间循环那样的水冷式的冷却装置相比,帕尔贴元件30能够简化构造,能够抑制成本的大幅增加。

[0038] 并且,在本实施方式的荧光X射线分析装置1中,设置有与帕尔贴元件30的散热部30b抵接的散热器40。由此,能够抑制帕尔贴元件30的功耗。即,当使帕尔贴元件30工作时,帕尔贴元件30的散热部30b能够达到比目标温度(例如35℃左右)高的温度(例如50℃左右)。当这样的状态持续时,帕尔贴元件30的负荷变高,帕尔贴元件30的功耗可能增大。因此,在本实施方式中,通过设置与帕尔贴元件30的散热部30b抵接的散热器40并使用散热器40将帕尔贴元件30的散热部30b进行冷却,能够减轻帕尔贴元件30的负荷,抑制帕尔贴元件30的功耗。

[0039] 并且,在本实施方式中,在从暖风产生器20送出的暖风(例如35℃左右的暖风)直接吹到能够达到比目标温度高的温度(例如50℃左右)的散热器40上的位置设置有暖风产生器20。由此,能够通过来自暖风产生器20的暖风来促进散热器40的散热。因此,能够更高效地将帕尔贴元件30的散热部30b进行冷却。另外,通过促进散热器40的散热,来使分析室10内的空气提前上升,因此能够缩短基于温度调节控制的加热器21的工作时间,还能够降低加热器21的功耗。并且,由于能够利用帕尔贴元件30的散热,因此能够节约暖风产生器20所消耗的电力,能够实现节能化。

[0040] 并且,在本实施方式中,温度传感器16配置于分光晶体13附近,并且控制装置100执行对暖风产生器20进行反馈控制以使由温度传感器16检测到的分光晶体13的温度维持为目标温度的“温度调节控制”。由此,能够适当地抑制分光晶体13的温度变动。即,如果在温度传感器16配置于远离分光晶体13的场所的情况下因分析室10外部的环境温度的变动

等而产生分析室10内部的温度不均,则容易使由温度传感器16检测到的温度与实际的分光晶体13的温度之间产生偏离,其结果,估计到分光晶体13的温度发生变动而无法再高精度地检测荧光X射线。与此相对地,在本实施方式中,由于温度传感器16配置于分光晶体13附近,因此即使产生分析室10内部的温度不均,由温度传感器16检测到的温度与实际的分光晶体13的温度之间也难以产生偏离,其结果,能够高精度地检测荧光X射线。

[0041] 另外,在本实施方式中,温度传感器16配置于比帕尔贴元件30更靠近分光晶体13的位置。因此,能够容易地抑制由温度传感器16检测的温度由于帕尔贴元件30的温度变动的的影响而偏离于实际的分光晶体13的温度。

[0042] 图2是示出控制装置100在执行温度调节控制时进行的处理过程的一例的流程图。例如在试样12设置于壳体15内部的状态下由用户进行了规定的分析开始操作的情况下开始该流程图。

[0043] 首先,控制装置100使风扇22和帕尔贴元件30工作(步骤S10)。由此,从风扇22送出的风在分析室10的内部循环,使产生分析室10内部难以产生温度不均,并且利用帕尔贴元件30将X射线检测器14进行冷却。

[0044] 接着,控制装置100获取由温度传感器16检测到的分光晶体13的温度(步骤S12)。

[0045] 接着,控制装置100判定在步骤S12中获取到的分光晶体13的温度是否低于预先决定的目标温度(例如35℃左右)(步骤S14)。

[0046] 控制装置100在判定为分光晶体13的温度低于目标温度的情况下(在步骤S14中为“是”),使加热器21工作。由此,由加热器21产生的热作为来自风扇22的暖风在分析室10的内部循环,来使分析室10内部的温度上升,因此分光晶体13的温度接近目标温度。另一方面,控制装置100在未判定为分光晶体13的温度低于目标温度的情况下(在步骤S14中为“否”),使加热器21停止。由此,从风扇22送出的风的温度降低,分析室10内部的温度降低,因此分光晶体13的温度接近目标温度。通过重复进行这样的加热器21的工作和停止,来使分光晶体13的温度维持为目标温度。

[0047] 此外,虽然在图2中未示出,但控制装置100判定是否通过温度调节控制使分光晶体13的温度稳定地维持为了目标温度,在判定为分光晶体13的温度被稳定地维持为目标温度的定时,从X射线管11朝向试样12照射激发用的X射线,并且利用X射线检测器14来检测从试样12发出并被分光晶体13衍射后的荧光X射线。

[0048] 之后,控制装置100判定X射线检测器14进行的荧光X射线的检测是否完成(步骤S20)。在荧光X射线的检测未完成的情况下(在步骤S20中为“否”),控制装置100使处理返回到步骤S12,重复进行步骤S12及以后的处理。

[0049] 另一方面,在荧光X射线的检测完成了的情况下(在步骤S20中为“是”),控制装置100使加热器21停止(步骤S22),并且使风扇22和帕尔贴元件30停止(步骤S24)。

[0050] 如上所述,在本实施方式的荧光X射线分析装置1中,在被壳体10a覆盖的分析室10的内部设置有:分光晶体13,其将从试样12发出的荧光X射线进行分光;X射线检测器14,其检测由分光晶体13进行分光后的荧光X射线;暖风产生器20,其产生用于将分光晶体13的温度维持为目标温度的暖风;以及帕尔贴元件30,其将X射线检测器14进行冷却,以使X射线检测器14的温度成为比目标温度低的温度。因此,能够利用暖风产生器20所产生的暖风来将分光晶体13的温度固定地维持为目标温度,并使用帕尔贴元件30将X射线检测器14局部地

冷却来使该X射线检测器14成为比目标温度低的温度。其结果,能够将分光晶体13的温度维持为目标温度,并使用推荐在比目标温度低的温度下使用的X射线检测器14来高灵敏度、高精度地检测从试样12发出的荧光X射线。

[0051] [变形例]

[0052] (变形例1)

[0053] 在上述的图1中示出了温度传感器16配置于在壳体15的外部与分光晶体13相邻的位置的例子,但配置温度传感器16的位置只要处于分析室10的内部即可,不一定限定于图1所示的位置。例如,也可以将温度传感器16配置于壳体15的内部。另外,也可以将温度传感器16配置于远离分光晶体13的位置。

[0054] 图3是概要性地示出本变形例1的荧光X射线分析装置1A的结构的一例的图。荧光X射线分析装置1A与图1所示的荧光X射线分析装置1不同之处在于:将温度传感器16配置于远离分光晶体13的位置。在该荧光X射线分析装置1A中,由于温度传感器16配置于远离分光晶体13的位置,因此,虽然由温度传感器16检测到的温度与实际的分光晶体13的温度之间容易产生偏离,但由于具备将X射线检测器14进行冷却的帕尔贴元件30,因此能够使用推荐在比目标温度低的温度下使用的X射线检测器14。

[0055] (变形例2)

[0056] 在上述的图2所示的流程图中示出了根据分光晶体13的温度是否低于目标温度来将加热器21在工作与停止之间切换的例子,但也可以在使停止中的加热器21工作的条件与使工作中的加热器21停止的条件之间设置滞后,以使切换不产生波动。例如,也可以是,在加热器21停止的期间分光晶体13的温度降低至小于比目标温度低规定值的下限温度的情况下,使加热器21工作,在加热器21工作的期间分光晶体13的温度超过比目标温度高规定值的上限温度的情况下,使加热器21停止。

[0057] [方式]

[0058] 本领域技术人员理解的是,上述的实施方式及其变形例是以下方式的具体例。

[0059] (第一项) 一个方式所涉及的荧光X射线分析装置具备:分光晶体,其将从试样发出的荧光X射线进行分光;X射线检测器,其检测由分光晶体进行分光后的荧光X射线;暖风产生器,其产生用于将分光晶体的温度维持为目标温度的暖风;以及帕尔贴元件,其将X射线检测器进行冷却,以使X射线检测器的温度成为比目标温度低的温度。

[0060] 根据第一项所记载的荧光X射线分析装置,能够利用暖风产生器所产生的暖风将分光晶体的温度固定地维持为目标温度,并使用帕尔贴元件将X射线检测器局部地冷却来使该X射线检测器成为比目标温度低的温度。其结果,能够实现能够将分光晶体的温度维持为目标温度并使用推荐在比目标温度低的温度下使用的X射线检测器的荧光X射线分析装置。

[0061] (第二项) 在第一项所记载的荧光X射线分析装置中,分光晶体、X射线检测器、暖风产生器以及帕尔贴元件设置于被壳体覆盖的分析室的内部。

[0062] 根据第二项所记载的荧光X射线分析装置,通过使暖风产生器所产生的暖风在被壳体覆盖的分析室的内部循环,能够将分光晶体的温度维持为目标温度,并使用帕尔贴元件将X射线检测器局部地冷却来使该X射线检测器成为比目标温度低的温度。

[0063] (第三项) 在第一项或第二项所记载的荧光X射线分析装置中,帕尔贴元件包括:吸

热部,其吸收X射线检测器的热来将X射线检测器进行冷却;以及散热部,其设置于比吸热部靠远离X射线检测器的一侧的位置,用于将吸热部的热释放到外部。荧光X射线分析装置还具备与帕尔贴元件的散热部抵接的散热器。

[0064] 根据第三项所记载的荧光X射线分析装置,能够使用散热器将帕尔贴元件的散热部进行冷却。由此,能够减轻帕尔贴元件的负荷,抑制帕尔贴元件的功耗。

[0065] (第四项)在第三项所记载的荧光X射线分析装置中,暖风产生器配置于使从暖风产生器送出的暖风吹到散热器上的位置。

[0066] 根据第四项所记载的荧光X射线分析装置,能够利用来自暖风产生器的暖风来促进散热器的散热。因此,能够更高效地将帕尔贴元件的散热部进行冷却。

[0067] (第五项)在第一项所记载的荧光X射线分析装置中,荧光X射线分析装置还具备:温度传感器,其配置于比帕尔贴元件更靠近分光晶体的位置;以及控制装置,其控制暖风产生器,以使由温度传感器检测到的温度维持为目标温度。

[0068] 根据第五项所记载的荧光X射线分析装置,由于温度传感器配置于比帕尔贴元件更靠近分光晶体的位置,因此由温度传感器检测到的温度与实际的分光晶体的温度之间难以产生偏离。其结果,能够将实际的分光晶体的温度高精度地维持为目标温度,能够高精度地检测荧光X射线。

[0069] 应认为,本次公开的实施方式在所有方面均为例示,而非限制性的。本发明的范围不由上述的实施方式的说明表示,而由权利要求书表示,意图包含在与权利要求书等同的意思及范围内的所有变更。

[0070] 附图标记说明

[0071] 1、1A:X射线分析装置;10:分析室;10a、15:壳体;11:X射线管;12:试样;13:分光晶体;14:线检测器;16:温度传感器;20:暖风产生器;21:加热器;22:风扇;30:帕尔贴元件;30a:吸热部;30b:散热部;40:散热器;100:控制装置。

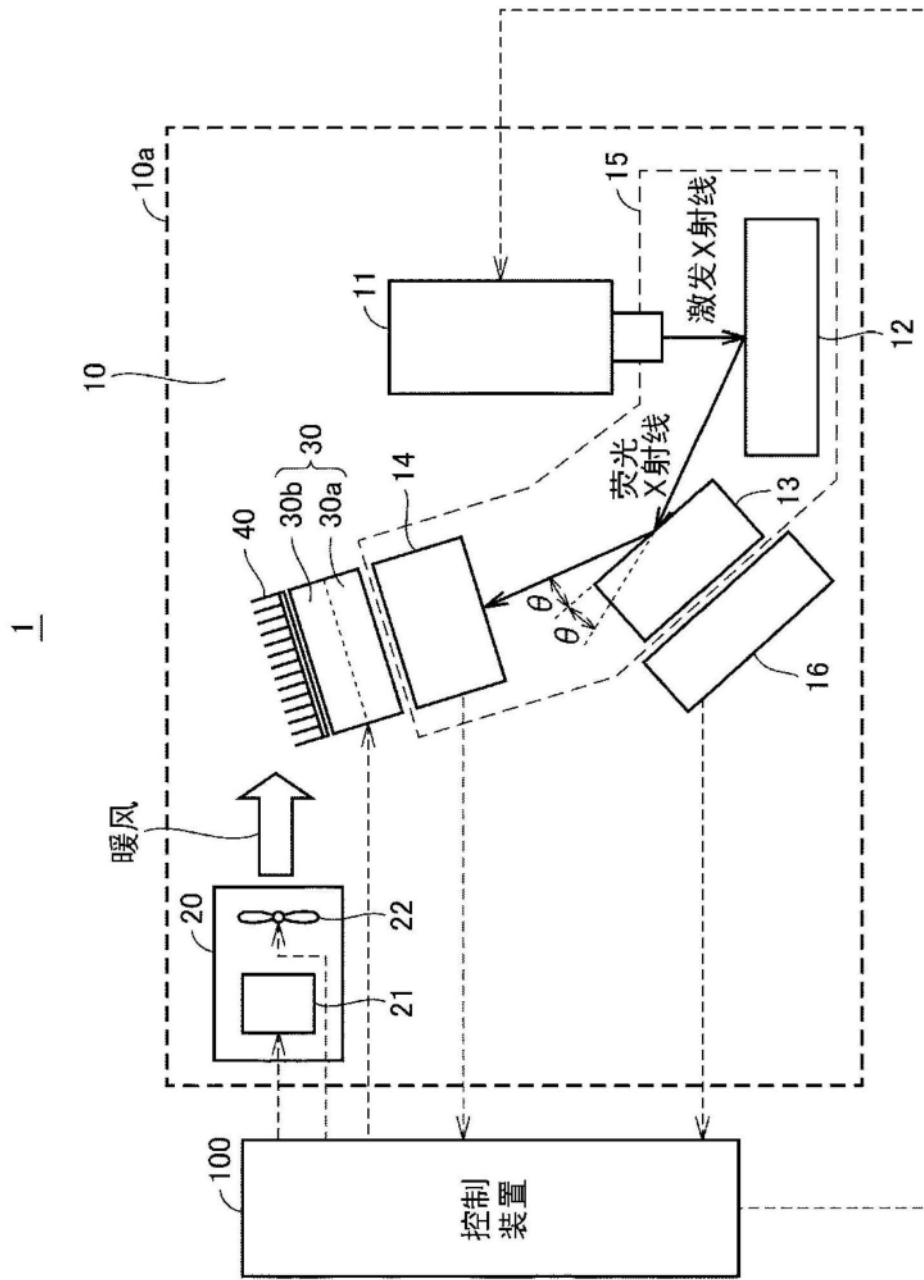


图1

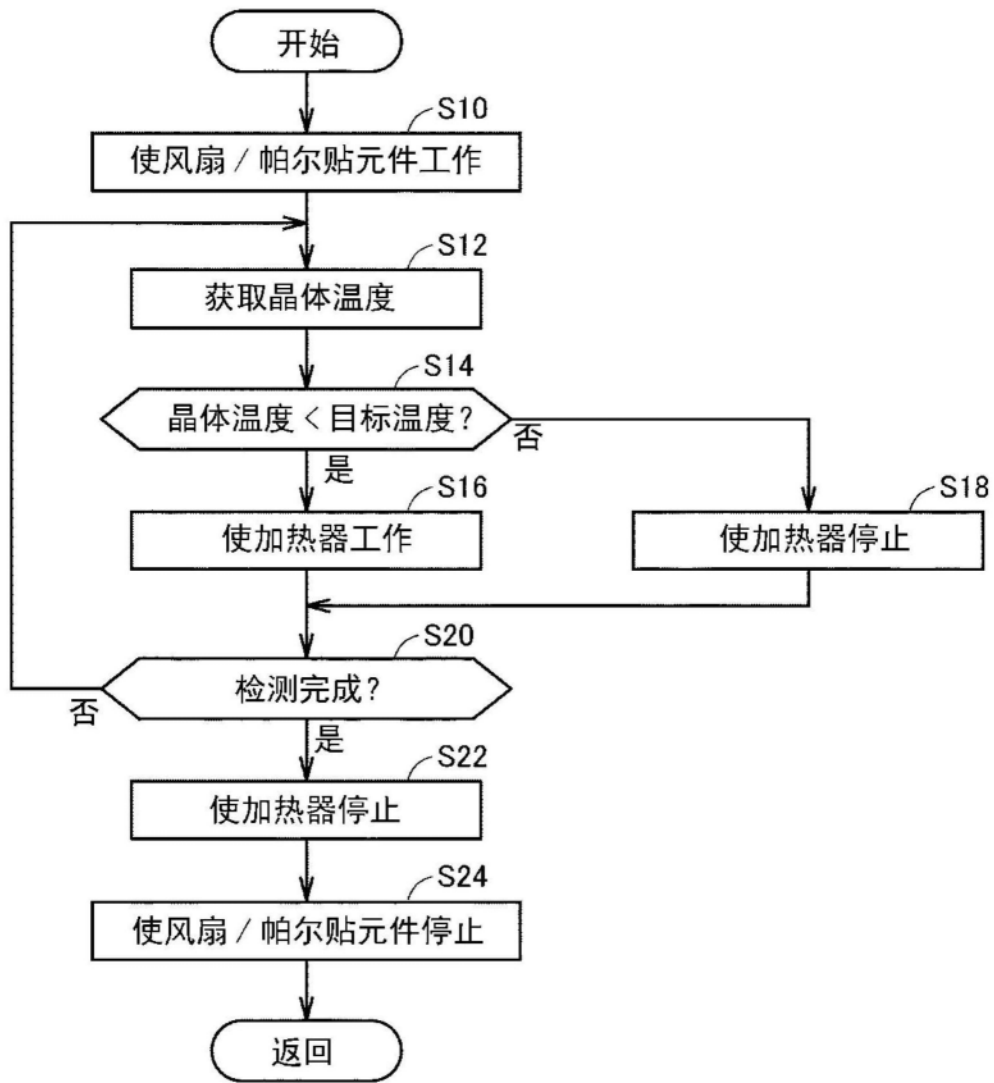


图2

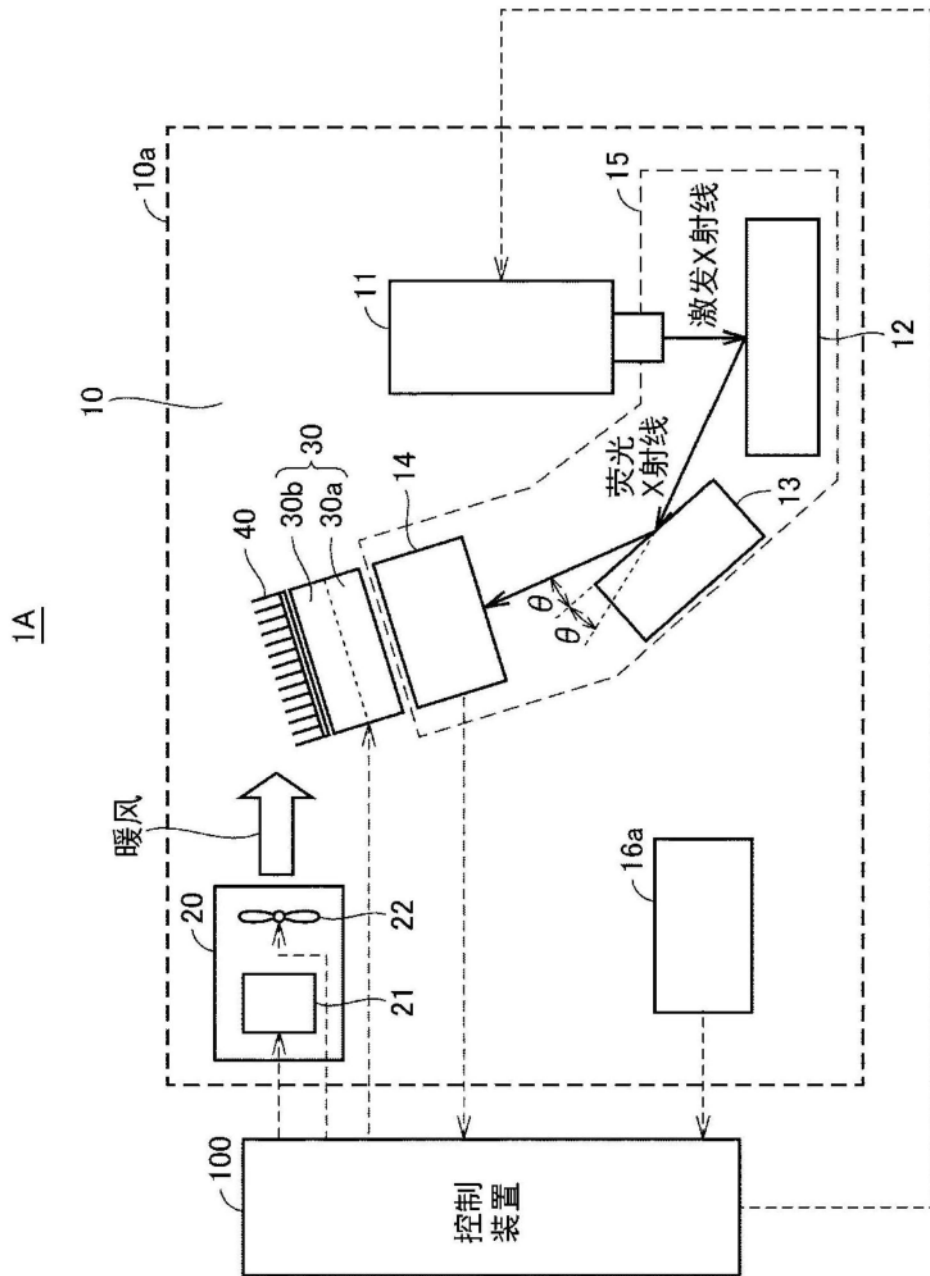


图3