



(21) 申请号 202210648715.2

G01T 1/167 (2006.01)

(22) 申请日 2022.06.09

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 106468686 A, 2017.03.01

申请公布号 CN 115015366 A

审查员 兰瑾耀

(43) 申请公布日 2022.09.06

(73) 专利权人 国家核安保技术中心

地址 102401 北京市房山区长阳镇阜盛大
街67号院

(72) 发明人 张继龙 纪建臣 骆无瑕 王岚
黎春 武朝辉 韩叶良 高雪梅

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

专利代理师 赵秀芹

(51) Int. Cl.

G01N 27/626 (2021.01)

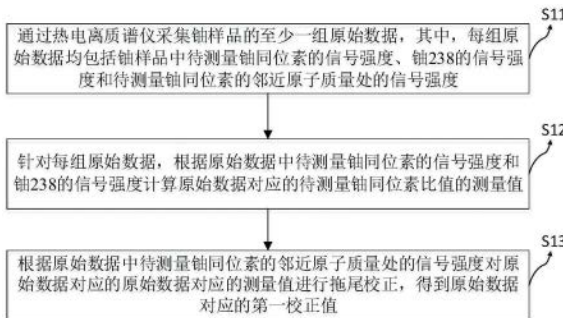
权利要求书3页 说明书14页 附图2页

(54) 发明名称

铀同位素比值测量方法、装置、设备及计算机
存储介质

(57) 摘要

本申请公开了一种铀同位素比值测量方法、装置、设备及计算机存储介质,通过热电离质谱仪和信号接收器采集铀样品的至少一组原始数据,其中,每组原始数据均包括铀样品中待测量铀同位素的信号强度、铀238的信号强度和待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度,针对每组原始数据,根据原始数据中待测量铀同位素的信号强度和铀238的信号强度计算原始数据对应的待测量铀同位素比值测量值,然后根据原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对测量值进行拖尾校正,得到原始数据对应的第一校正值。本申请通过对待测量铀同位素比值测量值进行拖尾校正,解决了在测量中受到的强峰拖尾的影响,提高了铀同位素比值的准确性。



1. 一种铀同位素比值测量方法,其特征在于,包括:

通过热电离质谱仪采集铀样品的至少一组原始数据,其中,每组所述原始数据均包括所述铀样品中待测量铀同位素的信号强度、铀238的信号强度和所述待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度;

针对每组所述原始数据,根据所述原始数据中待测量铀同位素的信号强度和铀238的信号强度计算所述原始数据对应的待测量铀同位素比值的测量值;

根据所述原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对所述测量值进行拖尾校正,得到所述原始数据对应的第一校正值,所述待测量铀同位素的邻近原子质量包括第一原子质量和第二原子质量,其中,所述第一原子质量为所述待测量铀同位素的原子质量与第一设定值的差值,所述第二原子质量为所述待测量铀同位素的原子质量与所述第一设定值的和值;

所述根据所述原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对所述测量值进行拖尾校正,得到所述原始数据对应的第一校正值,包括:

计算所述原始数据中的第一原子质量处的信号强度与铀238的信号强度的第一比值;

计算所述原始数据中的第二原子质量处的信号强度与铀238的信号强度的第二比值;

计算所述第一比值和所述第二比值的平均值;

将所述测量值减去所述平均值,得到所述原始数据对应的第一校正值。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在得到所述原始数据对应的第一校正值之后,对所述第一校正值进行质量歧视校正,得到所述原始数据对应的第二校正值。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在所述待测量铀同位素为铀236,且在采集所述原始数据时所述待测量铀同位素由二次电子倍增器接收的情况下,所述方法还包括:

在得到所述原始数据对应的第二校正值之后,对所述第二校正值进行二次电子倍增器与法拉第杯的效率差校正,得到所述原始数据对应的第三校正值。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,在通过热电离质谱仪采集了铀样品的多组所述原始数据,且所述待测量铀同位素为铀234的情况下,所述方法还包括:

在得到多组所述原始数据对应的第二校正值之后,计算多组所述原始数据对应的第二校正值的平均值;

针对每组所述原始数据,计算所述原始数据对应的测量值与所述平均值之间的偏差率;

将偏差率大于第二设定值的原始数据对应的第二校正值剔除。

5. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,在通过热电离质谱仪采集铀样品的多组所述原始数据,且所述待测量铀同位素为铀236的情况下,所述方法还包括:

在得到多组所述原始数据对应的第三校正值之后,计算多组所述原始数据对应的第三校正值的平均值;

针对每组所述原始数据,计算所述原始数据对应的测量值与所述平均值之间的偏差率;

将偏差率大于第二设定值的原始数据对应的第三校正值剔除。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述通过热电离质谱仪采集铀样品的至少

一组原始数据,包括:

调节所述热电离质谱仪中电离带的加热电流,以使所述电离带上铀的信号强度达到第一起始设置值;

调节所述热电离质谱仪中样品带的加热电流,以使所述样品带上铀238的信号强度达到第二起始设置值;

在所述第二起始设置值下,按照预设的信号接收序列采集n组所述原始数据,其中n为大于或等于1设定值;

在每次采集完n组所述原始数据后,按照预设的样品带加热电流调节策略调节所述样品带的加热电流,以使所述样品带上铀样品的信号强度达到目标信号强度,并在所述目标信号强度下,按照预设的信号接收序列采集n组所述原始数据,直至采集完m*n组所述原始数据,其中m为大于或等于1的设定值。

7.根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述按照预设的样品带加热电流调节策略调节所述样品带的加热电流包括:

按照预设的样品带加热电流计算公式计算目标加热电流;

将所述样品带的加热电流调整为所述目标加热电流。

8.根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

在调节所述热电离质谱仪中电离带的加热电流,以使所述电离带上铀的信号强度达到第一起始设置值的过程中,当所述电离带上铀的信号强度达到第一强度值后,进行峰位居中和光学参数聚焦,其中,所述第一强度值为低于所述第一起始设置值的设定值。

9.根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

调节所述热电离质谱仪中样品带的加热电流,以使所述样品带上铀样品的信号强度达到第二起始设置值的过程中,在所述样品带上铀样品的信号强度达到第二强度值后进行峰位居中、光学参数聚焦和灯丝位置聚焦,其中,所述第二强度值为低于所述第二起始设置值的设定值。

10.一种铀同位素比值测量装置,其特征在于,所述装置包括:

采集单元,用于通过热电离质谱仪采集铀样品的至少一组原始数据,其中,每组所述原始数据均包括所述铀样品中待测量铀同位素的信号强度、铀238的信号强度和所述待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度;

计算单元,用于针对每组所述原始数据,根据所述原始数据中待测量铀同位素的信号强度和铀238的信号强度计算所述原始数据对应的待测量铀同位素比值的测量值;

第一校正单元,用于根据所述原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对所述测量值进行拖尾校正,得到所述原始数据对应的第一校正值,所述待测量铀同位素的邻近原子质量包括第一原子质量和第二原子质量,其中,所述第一原子质量为所述待测量铀同位素的原子质量与第一设定值的差值,所述第二原子质量为所述待测量铀同位素的原子质量与所述第一设定值的和值;

所述第一校正单元还用于:

计算所述原始数据中的第一原子质量处的信号强度与铀238的信号强度的第一比值;

计算所述原始数据中的第二原子质量处的信号强度与铀238的信号强度的第二比值;

计算所述第一比值和所述第二比值的平均值;

将所述测量值减去所述平均值,得到所述原始数据对应的第一校正值。

11.一种铀同位素比值测量设备,其特征在于,所述设备包括:处理器以及存储有计算机程序指令的存储器;

所述处理器执行所述计算机程序指令时实现如权利要求1-9任意一项所述的铀同位素比值测量方法。

12.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序指令,所述计算机程序指令被处理器执行时实现如权利要求1-9任意一项所述的铀同位素比值测量方法。

13.一种计算机程序产品,其特征在于,所述计算机程序产品中的指令由电子设备的处理器执行时,使得所述电子设备执行如权利要求1-9任意一项所述的铀同位素比值测量方法。

铀同位素比值测量方法、装置、设备及计算机存储介质

技术领域

[0001] 本申请属于物质性质测定技术领域,尤其涉及一种铀同位素比值测量方法、装置、设备及计算机存储介质。

背景技术

[0002] 铀同位素比值测量在核工业、地质年代学和环境科学等领域内起着重要作用。

[0003] 目前,常用的铀同位素比值测量方式主要为热表面电离质谱法(TIMS),其主要通过热电离质谱仪来实现。通常,在测量时将铀样品涂于热电离质谱仪的样品带上,铀样品从样品带蒸发(故样品带又称为蒸发带),在电离带电离,然后通过信号接收器对铀同位素信号进行数据采集,进而根据采集的数据即可计算铀同位素比值。

[0004] 但是由于采用热表面电离质谱法进行测量时,往往存在系统偏差,这导致测量到的同位素比值与样品中实际的同位素比值不一致,测量误差较大。

发明内容

[0005] 本申请实施例提供一种在铀同位素比值测量方法、装置、设备及计算机存储介质,能够对测量得到的铀同位素比值的误差进行有效校正,从而提升铀同位素比值测量精度。

[0006] 第一方面,本申请实施例提供一种铀同位素比值测量方法,方法包括:

[0007] 通过热电离质谱仪采集铀样品的至少一组原始数据,其中,每组原始数据均包括铀样品中待测量铀同位素的信号强度、铀238的信号强度和待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度;

[0008] 针对每组原始数据,根据原始数据中待测量铀同位素的信号强度和铀238的信号强度计算原始数据对应的待测量铀同位素比值的测量值;

[0009] 根据原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对原始数据对应的测量值进行拖尾校正,得到原始数据对应的第一校正值。

[0010] 作为一个示例,待测量铀同位素的邻近原子质量包括第一原子质量和第二原子质量,其中,第一原子质量为所述待测量铀同位素的原子质量与第一设定值的差值,第二原子质量为待测量铀同位素的原子质量与第一设定值的和值,根据原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对原始数据对应的测量值进行拖尾校正,得到原始数据对应的第一校正值,包括:

[0011] 计算原始数据中的第一原子质量处的信号强度与铀238的信号强度的第一比值;

[0012] 计算原始数据中的第二原子质量处的信号强度与铀238的信号强度的第二比值;

[0013] 计算第一比值和第二比值的平均值;

[0014] 将原始数据对应的测量值减去所述平均值,得到原始数据对应的第一校正值。

[0015] 作为一个示例,上述方法还包括:

[0016] 在得到原始数据对应的第一校正值之后,对第一校正值进行质量歧视校正,得到原始数据对应的第二校正值。

[0017] 作为一个示例,在待测量铀同位素为铀236,且在采集原始数据时待测量铀同位素由二次电子倍增器接收的情况下,上述方法还包括:

[0018] 在得到原始数据对应的第二校正值之后,对第二校正值进行二次电子倍增器与法拉第杯的效率差校正,得到原始数据对应的第三校正值。

[0019] 作为一个示例,在通过热电离质谱仪采集了铀样品的多组原始数据,且待测量铀同位素为铀234的情况下,上述方法还包括:

[0020] 在得到多组原始数据对应的第二校正值之后,计算多组原始数据对应的第二校正值的平均值;

[0021] 针对每组原始数据,计算原始数据对应的测量值与平均值之间的偏差率;

[0022] 将偏差率大于第二设定值的原始数据对应的第二校正值剔除。

[0023] 作为一个示例,在通过热电离质谱仪采集铀样品的多组原始数据,且待测量铀同位素为铀236的情况下,所述方法还包括:

[0024] 在得到多组原始数据对应的第三校正值之后,计算多组原始数据对应的第三校正值的平均值;

[0025] 针对每组原始数据,计算原始数据对应的测量值与平均值之间的偏差率;

[0026] 将偏差率大于第二设定值的原始数据对应的第三校正值剔除。

[0027] 作为一个示例,通过热电离质谱仪采集铀样品的至少一组原始数据,包括:

[0028] 调节热电离质谱仪中电离带的加热电流,以使电离带上铀的信号强度达到第一起始设置值;

[0029] 调节热电离质谱仪中样品带的加热电流,以使样品带上铀238的信号强度达到第二起始设置值;

[0030] 在第二起始设置值下,按照预设的信号接收序列采集n组原始数据,其中n为大于或等于1设定值;

[0031] 在每次采集完n组原始数据后,按照预设的样品带加热电流调节策略调节样品带的加热电流,以使样品带上铀样品的信号强度达到目标信号强度,并在目标信号强度下,按照预设的信号接收序列采集n组原始数据,直至采集完m*n组原始数据,其中m为大于或等于1的设定值。

[0032] 作为一个示例,按照预设的样品带加热电流调节策略调节样品带的加热电流包括:

[0033] 按照预设的样品带加热电流计算公式计算目标加热电流;

[0034] 将样品带的加热电流调整为目标加热电流。

[0035] 作为一个示例,上述方法还包括:

[0036] 在调节热电离质谱仪中电离带的加热电流,以使电离带上铀的信号强度达到第一起始设置值的过程中,当电离带上铀的信号强度达到第一强度值后,进行峰位居中和光学参数聚焦,其中,第一强度值为低于第一起始设置值的设定值。

[0037] 作为一个示例,上述方法还包括:

[0038] 调节热电离质谱仪中样品带的加热电流,以使样品带上铀样品的信号强度达到第二起始设置值的过程中,在样品带上铀样品的信号强度达到第二强度值后进行峰位居中、光学参数聚焦和灯丝位置聚焦,其中,第二强度值为低于第二起始设置值的设定值。。

[0039] 第二方面,本申请实施例提供了一种铀同位素比值测量装置,装置包括:

[0040] 采集单元,用于通过热电离质谱仪采集铀样品的至少一组原始数据,其中,每组原始数据均包括铀样品中待测量铀同位素的信号强度、铀238的信号强度和待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度;

[0041] 计算单元,用于针对每组原始数据,根据原始数据中待测量铀同位素的信号强度和铀238的信号强度计算原始数据对应的待测量铀同位素比值的测量值;

[0042] 第一校正单元,用于根据原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对原始数据对应的测量值进行拖尾校正,得到原始数据对应的第一校正值。

[0043] 第三方面,本申请实施例提供了一种铀同位素比值测量设备,设备包括:

[0044] 处理器执行所述计算机程序指令时实现如第一方面任意一项所述的铀同位素比值测量方法。

[0045] 第四方面,本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质上存储有计算机程序指令,计算机程序指令被处理器执行时实现如第一方面任意一项所述的铀同位素比值测量方法。

[0046] 第五方面,本申请实施例提供了一种计算机程序产品,所述计算机程序产品中的指令由电子设备的处理器执行时,使得所述电子设备执行如第一方面任意一项所述的铀同位素比值测量方法。

[0047] 本申请实施例的一种铀同位素比值测量方法、装置、设备及计算机存储介质,通过热电离质谱仪和信号接收器采集铀样品的至少一组原始数据,其中,每组原始数据均包括铀样品中待测量铀同位素的信号强度、铀238的信号强度和所述待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度,针对每组原始数据,根据原始数据中待测量铀同位素的信号强度和铀238的信号强度计算原始数据对应的待测量铀同位素比值测量值,然后根据原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对测量值进行拖尾校正,得到原始数据对应的第一校正值。本申请通过待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对待测量铀同位素比值测量值进行拖尾校正,解决了在测量中受到的强峰拖尾的影响,提高了铀同位素比值的准确性。

附图说明

[0048] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单的介绍,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0049] 图1是本申请一个实施例提供的铀同位素比值测量方法的流程示意图;

[0050] 图2是本申请一个实施例提供的一种原始数据采集方法的流程示意图;

[0051] 图3是本申请另一个实施例提供的铀同位素比值测量装置的结构示意图;

[0052] 图4是本申请又一个实施例提供的铀同位素比值测量设备的结构示意图。

具体实施方式

[0053] 下面将详细描述本申请的各个方面的特征和示例性实施例,为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及具体实施例,对本申请进行进一步详细

描述。应理解,此处所描述的具体实施例仅意在解释本申请,而不是限定本申请。对于本领域技术人员来说,本申请可以在不需要这些具体细节中的一些细节的情况下实施。下面对实施例的描述仅仅是为了通过示出本申请的示例来提供对本申请更好的理解。

[0054] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0055] 铀(Uranium)是原子序数为92的元素,其元素符号是U,铀有多个同位素,目前已发现的有质量数在226和242之间的17个铀同位素。

[0056] 铀同位素的测量在核工业、地质年代学和环境科学等领域内起着重要作用。利用热表面电离质谱技术(TIMS)测定铀同位素丰度,早在上个世纪六十年代末就形成了成熟方法,如当时美国国家标准局(NBS)就用这种方法对其研制的铀同位素系列标准物质进行了定值,在七十年代形成了标准方法,并沿用至今。这种方法也被其它国家所采用。这种传统技术的优点是操作简单,测量中由随机影响引起的不确定度较小,但却在测量准确性方面受到限制。其原因是质量分馏效应引起测量到的同位素比值与样品中实际的同位素比值不一致,并且测量值随时间变化,形成一条分馏曲线,而这条曲线会受到一系列因素的影响。质量分馏主要发生在样品蒸发和电离阶段,轻同位素率先蒸发、电离的几率比重同位素高。造成测量初期轻同位素的信号偏大。

[0057] 为了提高测量精度,通常使用“外标法”对质量分馏效应引起的测量误差进行校正,但由于同位素标准物质的测量和样品的测量是分开进行,各种测量因素影响的贡献不完全相同,因此,它们的分馏曲线就可能不同,造成校正因子不同,从而影响到方法的准确性。为此,研究人员又发展了“内标法”,既将稀释剂加入样品后进行测量。属于“内标法”技术的主要有单同位素稀释法(^{233}U ,也即铀233)和双同位素稀释法(^{233}U 、 ^{236}U ,也即铀233和铀236)。这些技术在一定程度上提高了铀同位素测量的准确度,但存在操作复杂、稀释剂制备困难和测量成本高等缺点,限制了它们的推广应用。

[0058] 进入上个世纪80年代以来,随着多接收技术和自动化技术的发展,使得全蒸发技术(total evaporation,简称TE)的实现成为可能。这种技术相对于传统技术的样品部分蒸发,TE是把样品带上所有样品全部蒸发,并记录各同位素离子流对时间的积分。这样,各同位素按不同的几率蒸发产生的质量分馏效应,对测量结果不再发生影响。TE技术测量主同位素比 $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 的测量精度为0.02%。该方法的特点是:(1)消除了质量分馏效应引起的测量误差,实现了同位素比的无标准准确测量,可视为绝对测量技术;(2)TE技术不需要严格重复分馏曲线,所用样品量可比传统技术降低一个数量级。这一特点对操作放射性物质的剂量防护特别有利。

[0059] TE技术在主同位素比 $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 的测量中有效克服了样品在蒸发过程中的质量分馏效应,但在小同位素 ^{234}U 和 ^{236}U 测量中受到强峰拖尾的影响,无法用TE技术进行校正。同时在TE测量过程中,同时在TE测量过程中,无法进行峰位居中和离子流聚焦等参数调节,造成TE

在测量 ^{234}U 和 ^{236}U 的过程中误差较大。

[0060] 因此,为了解决现有技术问题,本申请实施例提供了一种新型的铀同位素比值测量方法、装置、设备及计算机存储介质。

[0061] 本申请提供的铀同位素比值测量方法、装置、设备及计算机存储介质可以应用于核工业领域或是地质领域中铀同位素的高精度分析。

[0062] 下面首先对本申请实施例所提供的一种铀同位素比值测量方法进行介绍。

[0063] 图1示出了本申请一个实施例提供的一种铀同位素比值测量方法的流程示意图。如图1所示,本申请实施例提供的铀同位素比值测量方法包括以下步骤:

[0064] S11.通过热电离质谱仪采集铀样品的至少一组原始数据,其中,每组原始数据均包括铀样品中待测量铀同位素的信号强度、铀238的信号强度和待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度。

[0065] 其中,待测量铀同位素指需要测量同位素比值的铀同位素,比如若需要测量铀234的同位素比值 $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$,则铀234就是待测量铀同位素,若需要测量铀236的同位素比值 $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$,则铀236就是待测量同位素。

[0066] 待测量铀同位素的邻近原子质量指的是与待测量铀同位素的原子质量邻近的原子质量。

[0067] 在一个示例中,待测量铀同位素的邻近原子质量可以包括第一原子质量和第二原子质量,其中第一原子质量可以是比待测量铀同位素的原子质量小第一设定值的原子质量,第二原子质量可以是比待测量铀同位素的原子质量大第一设定值的原子质量,其中第一设定值可以根据实际需求设定,为了使线性插值更精确,第一原子质量和第二原子质量位置更接近待测量铀同位素的原子质量更好。

[0068] 作为一个例子,第一设定值可以为0.35,其单位为amu,则当待测量铀同位素为铀236时,其对应的邻近原子质量中的第一原子质量就是铀236的原子质量与0.35amu的差值,第二原子质量就是铀236的原子质量与0.35amu的和值。铀236的原子质量约为236.04,则其对应的第一原子质量约为235.7amu,第二原子质量约为236.4amu。

[0069] 作为一个例子,第一设定值可以为0.35,其单位为amu,则当待测量铀同位素为铀234时,其对应的邻近原子质量中的第一原子质量就是铀234的原子质量与0.35amu的差值,第二原子质量就是铀234的原子质量与0.35amu的和值。铀234的原子质量约为234.04,则其对应的第一原子质量约为233.7amu,第二原子质量约为234.4amu。

[0070] S12.针对每组原始数据,根据原始数据中待测量铀同位素的信号强度和铀238的信号强度计算原始数据对应的待测量铀同位素比值的测量值。

[0071] 作为一个例子,若待测量铀同位素为铀236,则铀236比值的测量值可以为原始数据中铀236的信号强度与铀238的信号强度的比值。

[0072] 作为一个例子,若待测量铀同位素为铀234,则铀234比值的测量值可以为原始数据中铀234的信号强度与铀238的信号强度的比值。

[0073] S13.根据原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对原始数据对应的原始数据对应的测量值进行拖尾校正,得到原始数据对应的第一校正值。

[0074] 本申请实施例的一种铀同位素比值测量方法,通过热电离质谱仪采集铀样品的至少一组原始数据,其中,每组原始数据均包括铀样品中待测量铀同位素的信号强度、铀238

的信号强度和所述待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度,针对每组原始数据,根据原始数据中待测量铀同位素的信号强度和铀238的信号强度计算原始数据对应的待测量铀同位素比值测量值,然后根据原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对测量值进行拖尾校正,得到原始数据对应的第一校正值。本申请通过待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对待测量铀同位素比值测量值进行拖尾校正,解决了在测量中受到的强峰拖尾的影响,提高了铀同位素比值的准确性。

[0075] 下面介绍上述各个步骤的具体实现方式。

[0076] 在一些实施例中,在S11中,在通过热电离质谱仪采集铀样品的至少一组原始数据之前,可以先通过准备阶段对热电离质谱仪进行设置,其中准备阶段主要包括:设置法拉第杯接收器(简称FC)和二次电子倍增器(简称SEM)的工作参数以及设置信号动态接收程序。

[0077] 其中,针对法拉第杯接收器,可以采用热电离质谱仪自带的程序做增益(Gain)校正和基线(Baseline)测量,来获取法拉第杯最佳工作参数。

[0078] 针对二次电子倍增器,可以通过对其坪电压和暗电流进行测量,来获取二次电子倍增器最佳工作参数。

[0079] 针对信号动态接收程序的设置,可以预先设置多个静态接收序列,然后基于多个静态接收序列设置对应的信号动态接收程序,并将信号动态接收程序植入热电离质谱仪中,以使热电离质谱仪可以基于信号动态接收程序套好各个接收器,并采集相应的原始数据。

[0080] 作为一个例子,信号动态接收程序可以由下表1所示的6个静态接收序列S1-S6组成。

[0081] 表1

序列	L2	L1	中心杯 /SEM	H1	H2	H3	H4	积分时间 (s)	停顿时间 (s)
S1	^{234}U	^{235}U	^{236}U		^{238}U		$^{238}\text{U}^{16}\text{O}$	0.13	2
S2	^{234}U	^{235}U	^{236}U		^{238}U		$^{238}\text{U}^{16}\text{O}$	16.8	12
S3		^{233}U	^{234}U	^{235}U	^{236}U	237		8.39	8
S4	233.7	234.7	235.7		237.7			8.39	8
S5	234.4	235.4	236.4		238.4			8.39	8
S6	234.4	235.4	236.4		238.4			XX	2

[0083] 其中,序列S1和S6不采集数据,只为跳峰后磁场或电子学放大电路恢复用。

[0084] 在序列S2中,设置磁场用SEM接收铀236的信号强度,其它FC接收铀的其它同位素的信号强度,并监测 $^{238}\text{U}^{16}\text{O}$,FC均用 $10^{11}\Omega$ 的高阻。序列S2的停顿时间设为12秒,以避免不同探测器的不同时间响应而产生任何信号漂移。积分测量时间设为16.8秒。

[0085] 在序列S3中,改变磁场用SEM接收铀234的信号强度,用FC(H1)接收铀235的信号强度,可以使用序列S2中 $^{234}\text{U}/^{235}\text{U}$ (2个 $10^{11}\Omega$ 高阻FC)和S3中 $^{234}\text{U}/^{235}\text{U}$ (SEM/FC $10^{11}\Omega$ 高阻)的

比值,对SEM/FC进行实时内校正。序列S3的停顿时间设为8秒,积分测量时间设为8.39秒。

[0086] 在序列S4中,改变磁场用SEM接收铀236对应的第一原子质量(例如原子质量为235.7amu)处的信号强度,用FC(L2)接收铀234对应的第一原子质量(例如原子质量为233.7amu)处的信号强度用于峰拖尾校正。为了使线性插值更精确,序列S4取更接近峰值的位置进行测量。序列S4的停顿时间设为8秒,积分测量时间设为8.39秒。

[0087] 在序列S5中,改变磁场用SEM接收铀236对应的第二原子质量(例如原子质量为236.4amu)处的信号强度,用FC(L2)接收铀234对应的第二原子质量(例如原子质量为234.4amu)处的信号强度。序列S5的停顿时间设为8秒,积分测量时间设为8.39秒。

[0088] 需要说明的是,上述各序列中的停顿时间和积分测量时间只是举例,也可以为其他值,具体可根据实际情况设定。

[0089] 在完成上述设置后,如图2所示,S11在通过热电离质谱仪采集铀样品的至少一组原始数据时,可以包括如下步骤:

[0090] S101.调节热电离质谱仪中电离带的加热电流,以使电离带上铀的信号强度达到第一起始设置值。

[0091] 其中,第一起始设置值可以根据实际情况设置,例如可以为0.1V、0.15V、0.20V等,优选的为0.15V-0.22V之间的值。

[0092] 在一个示例中,其中铀的信号强度可以为铀187的信号强度。

[0093] 可选的,在对调节热电离质谱仪中电离带的加热电流,以使电离带上铀的信号强度达到第一起始设置值的过程中,当电离带上铀的信号强度达到第一强度值后,可以进行峰位居中和光学参数聚焦,其中,第一强度值低于第一起始设置值的设定值,例如第一强度值可以为30mV。通过峰位居中和离子流聚焦等参数调节可以有效减少测量误差。

[0094] S102.调节热电离质谱仪中样品带的加热电流,以使样品带上铀238的信号强度达到第二起始设置值。

[0095] 其中,第二起始设置值可以根据实际情况设置,例如可以为1V-3V之间的任意值。

[0096] 可选的,在调节热电离质谱仪中样品带的加热电流,以使样品带上铀样品的信号强度达到第二起始设置值的过程中,在样品带上铀样品的信号强度达到第二强度值后进行峰位居中、光学参数聚焦和灯丝位置聚焦,其中,第二强度值为低于第二起始设置值的设定值,例如第二强度值可以为30mV。通过峰位居中和离子流聚焦等参数调节可以有效减少测量误差。

[0097] S103.在第二起始设置值下,按照预设的信号接收序列采集n组原始数据。

[0098] 在本申请实施例中,热电离质谱仪按照预先设置了信号接收程序进行信号接收,即可实现按照预设的信号接收序列采集原始数据。

[0099] 在一个示例中,可以将序列S1到S6作为一个循环(cycle),热电离质谱仪每执行完一个循环便可以采集到一组原始数据,在进行原始数据采集时,可以将n个循环作为一个组(block)循环,每次完成对样品带的加热温度调节后就执行一组循环,从而采集到n组原始数据,其中,其中n为大于或等于1设定值,例如n可以为5。

[0100] S104.在每次采集完n组原始数据后,按照预设的样品带加热电流调节策略调节样品带的加热电流,以使样品带上铀样品的信号强度达到目标信号强度,并在目标信号强度下,控制信号接收器按照预设的信号接收序列采集n组原始数据,直至采集完m*n组原始数

据。

[0101] 其中,m为大于或等于1的设定值。

[0102] 在一个示例中,为了使铀同位素比值测量方法能够由仪器自动执行,避免人为操作带进的误差,可以预先根据设定的条件设置样品带加热电流调节策略,以让计算机可以根据样品带加热电流调节策略自动对样品带的加热电流进行调节进而控制样品带上涂载的铀样品的信号强度,其中,样品带加热电流调节策略可以以动态目标加热程序的形式预先植入到热电离质谱仪中。该程序在每完成1个Block后执行1次对样品带加热电流的调节,以实现样品带加热电流的动态调节,进而实现对样品带上铀样品的目标信号强度的动态控制,以确保在一定的时间内蒸发掉样品,完成数据采集,并实现铀235和铀238全蒸发测量的模拟过程。

[0103] 其中,在按照预设的样品带加热电流调节策略调节样品带的加热电流时可以按照预设的样品带加热电流计算公式计算目标加热电流,然后将样品带的加热电流调整为目标加热电流。

[0104] 在一个示例中,样品带加热电流可以是由当前铀的信号强度、铀的目标信号强度以及当前样品带加热电流构成的二次函数决定,例如,样品带加热电流计算公式可以如下述公式1所示:

$$I_{i+1} = I_i + \left[a \cdot \left(\frac{|T_i - S_i|}{T_i} \right)^2 + b \cdot \left(\frac{|T_i - S_i|}{T_i} \right) \right] \quad \text{公式 1}$$

[0106] 其中, I_{i+1} 表示第i+1组循环时样品带的加热电流,也即目标加热电流,单位为A;, I_i 表示第i组循环时样品带的加热电流,也即当前样品带加热电流,单位为A; S_i 表示第i组循环时铀的实际信号强度,单位为V; T_i 表示第i组循环时铀的目标信号强度,单位为V;a和b都是常数,分别取值0.3和0.1。

[0107] 在一个示例中,铀的目标信号强度可以根据下述公式2计算:

$$T_{i+1} = T_i \cdot K \quad \text{公式 2}$$

[0109] 其中, T_{i+1} 表示第i+1组循环时样品带上铀样品的目标信号强度,其为所有铀同位素的信号强度之和,单位为V; T_i 表示第i组循环时样品带上铀样品的实际信号强度,其为所有铀同位素的信号强度之和,单位为V;K表示修正因子,根据当前组数位置及当前样品带加热电流大小决定。

[0110] 作为一个例子,可以将测量过程分为5个部分:第1组循环为第1部分,第2组-第5组循环为第2部分,第6组-第20组循环为第3部分,第21组-第25组循环为第4部分,第26组循环以上为第5部分,基于此,K值可以根据下表2确定:

[0111] 表2

	样品带加热 电流 I_i (A)	第 1 组循 环时 K 值	第 2-5 组 循环时 K 值	第 6-20 组循环时 K 值	第 21-25 组循环 时 K 值	大于 26 组循环 时 K 值
[0112]	(0-0.4)	1.21	1.0	1.0	1.03	1.02
	(0.4-0.5)	1.1				
	(0.5-1.7)	1.0				
	(1.7-1.8)	0.9		1.40297		
	(1.8-1.9)	0.81		1.21997		
	(1.9-2.0)	0.729		1.06641		
	(2.0-2.1)			1.03535		
	(2.1-2.2)			1.01505		
	(>2.3)			1.005		

[0113] 依据上述方式,仪器生产厂商热电公司可以采用过程控制语言(PCL)开发动态目标加热程序,实现了完整的自动控制过程。

[0114] 在一些实施例中,在S13中,在根据原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对S12得到的原始数据对应的测量值进行拖尾校正时,可以包括:

[0115] 计算原始数据中的第一原子质量处的信号强度与铀238的信号强度的第一比值,计算原始数据中的第二原子质量处的信号强度与铀238的信号强度的第二比值,计算第一比值和第二比值的平均值,然后将原始数据对应的测量值减去上述平均值,从而得到拖尾校正后,与原始数据对应的第一校正值。

[0116] 具体的,以待测量铀同位素为铀234为例,可以按照下述公式3进行拖尾校正:

$$[0117] \quad \left(\frac{{}^{234}\text{U}}{{}^{238}\text{U}} \right)_{\text{corr1}} = \left(\frac{{}^{234}\text{U}}{{}^{238}\text{U}} \right)_{\text{meas}} - \frac{1}{2} \left(\frac{F_{233.7}}{F_{238}} + \frac{F_{234.4}}{F_{238}} \right) \quad \text{公式 3}$$

[0118] 其中, $\left(\frac{{}^{234}\text{U}}{{}^{238}\text{U}} \right)_{\text{corr1}}$ 表示铀234同位素比的第一校正值; $\left(\frac{{}^{234}\text{U}}{{}^{238}\text{U}} \right)_{\text{meas}}$ 表示铀234同位

素比的测量值; $F_{233.7}$ 表示原子质量为233.7amu处的信号强度,也即铀234对应的第一原子质量处的信号强度; F_{238} 表示原子质量为238amu处的信号强度,也即铀238的信号强度; $F_{234.4}$ 表示原子质量为234.4amu处的信号强度,也即铀234对应的第二原子质量处的信号强度。

[0119] 作为本申请的另一种实现方式,为了减少质量分馏效应对测量的影响,在S13得到原始数据对应的第一校正值之后,还可以包括以下步骤:

[0120] S14:对原始数据对应的第一校正值进行质量歧视校正,得到原始数据对应的第二

校正值。

[0121] 其中,可以采用线性校正、幂校正、指数校正和瑞利校正等方式对第一校正值进行质量歧视校正。

[0122] 以采用线性校正为例,可以采用下述公式4对原始数据对应的第一校正值进行质量歧视校正:

$$[0123] \quad R_{\text{corr}2} = R_{\text{corr}1} \cdot [1 + (M_j - M_i) \cdot C] \quad \text{公式4}$$

[0124] 其中, $R_{\text{corr}2}$ 表示第二校正值; $R_{\text{corr}1}$ 表示第一校正值; M_j 和 M_i 表示铀同位素的摩尔质量, 其中 M_j 表示铀238的摩尔质量, M_i 表示待测量铀同位素的摩尔质量; C 表示质量歧视归一化因子。

[0125] C 的值可以采用下述公式5计算:

$$[0126] \quad C = \frac{1}{3} \left[1 - \frac{\left(\frac{^{235}\text{U}}{^{238}\text{U}} \right)_{\text{cert}}}{\left(\frac{^{235}\text{U}}{^{238}\text{U}} \right)_{\text{meas}}} \right] \quad \text{公式5}$$

[0127] 其中, $\left(\frac{^{235}\text{U}}{^{238}\text{U}} \right)_{\text{cert}}$ 表示铀235与铀238比值的参考值; $\left(\frac{^{235}\text{U}}{^{238}\text{U}} \right)_{\text{meas}}$ 表示铀235与铀238比值的测量值。

[0128] 作为本申请的另一种实现方式,在待测量铀同位素为铀236的情况下,也即在测量铀236的同位素比值时,若铀236的信号由二次电子倍增器接收,则为了进一步提高测量精度,在S104得到原始数据对应的第二校正值之后,还可以包括以下步骤:

[0129] S105.对原始数据对应的第二校正值进行二次电子倍增器与法拉第杯的效率差校正,得到原始数据对应的第三校正值。

[0130] 在一个示例中,可以按照下述公式6对原始数据对应的第二校正值进行二次电子倍增器与法拉第杯的效率差校正:

$$[0131] \quad R_{\text{corr}3} = R_{\text{corr}2} \cdot \frac{1}{G} \quad \text{公式6}$$

[0132] 其中, $R_{\text{corr}3}$ 表示第二校正值; G 表示二次电子倍增器与法拉第杯效率差的校正因子。

[0133] G 的值可以按照下述公式7计算:

$$[0134] \quad G = \frac{\left(\frac{F_{234}}{F_{235}} \right)_{S3}}{\left(\frac{F_{234}}{F_{235}} \right)_{S2}} \cdot \frac{\left(\frac{F_{234}}{F_{238}} \right)_{S2}}{\left(\frac{F_{234}}{F_{238}} \right)_{S2} - \frac{1}{2} \left(\frac{F_{233.7}}{F_{238}} + \frac{F_{234.4}}{F_{238}} \right)} \quad \text{公式7}$$

[0135] 其中, $\left(\frac{F_{234}}{F_{235}} \right)_{S3}$ 表示原始数据中由序列S3采集到的铀234的信号强度和铀235的信号强度的比值; $\left(\frac{F_{234}}{F_{235}} \right)_{S2}$ 表示原始数据中由序列S2采集到的铀234的信号强度和铀235的信号强度的比值;

号强度的比值； $\left(\frac{F_{234}}{F_{238}}\right)_{S2}$ 表示原始数据中由序列S2采集到的铀234的信号强度和铀238的信号强度的比值。

[0136] 作为本申请的另一种实现方式,在S11采集到多组原始数据的情况下,为了进一步提高测量精度,若待测量铀同位素为铀234,则在通过S14得到多组原始数据对应的第二校正值之后,还可以包括如下步骤:

[0137] 计算多组原始数据对应的第二校正值的平均值,然后针对每组原始数据,计算原始数据对应的测量值与该平均值之间的偏差率,将偏差率大于第二设定值的原始数据对应的第二校正值剔除。其中第二设定值可以根据实际情况设定,例如可以为30%。

[0138] 作为本申请的另一种实现方式,在S11采集到多组原始数据的情况下,为了进一步提高测量精度,若待测量铀同位素为铀236,则在通过S15得到多组原始数据对应的第三校正值之后,还可以包括如下步骤:

[0139] 计算多组原始数据对应的第三校正值的平均值,然后针对每组原始数据,计算原始数据对应的测量值与该平均值之间的偏差率,将偏差率大于第二设定值的原始数据对应的第三校正值剔除。其中第二设定值可以根据实际情况设定,例如可以为30%。

[0140] 本申请上述实施例,主要用于实现对铀234和/或铀236的同位素比值的测量,而 $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ 的测量与全蒸发 (TE) 技术相同,将所有cycle序列2中铀235的信号强度积分之和除以铀238信号强度积分之和即可得到。

[0141] 基于上述实施例提供的铀同位素比值测量方法,相应地,本申请还提供了铀同位素比值测量装置的具体实现方式。请参见以下实施例。

[0142] 首先参见图3,本申请实施例提供的铀同位素比值测量装置可以包括以下单元:

[0143] 采集单元301,用于通过热电离质谱仪采集铀样品的至少一组原始数据,其中,每组原始数据均包括铀样品中待测量铀同位素的信号强度、铀238的信号强度和待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度;

[0144] 计算单元302,用于针对每组原始数据,根据原始数据中待测量铀同位素的信号强度和铀238的信号强度计算原始数据对应的待测量铀同位素比值的测量值;

[0145] 第一校正单元303,用于根据原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对原始数据对应的测量值进行拖尾校正,得到原始数据对应的第一校正值。

[0146] 本申请实施例的一种铀同位素比值测量装置,通过热电离质谱仪和信号接收器采集铀样品的至少一组原始数据,其中,每组原始数据均包括铀样品中待测量铀同位素的信号强度、铀238的信号强度和所述待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度,针对每组原始数据,根据原始数据中待测量铀同位素的信号强度和铀238的信号强度计算原始数据对应的待测量铀同位素比值测量值,然后根据原始数据中待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对测量值进行拖尾校正,得到原始数据对应的第一校正值。本申请通过待测量铀同位素的邻近原子质量处的信号强度对待测量铀同位素比值测量值进行拖尾校正,解决了在测量中受到的强峰拖尾的影响,提高了铀同位素比值的准确性。

[0147] 作为本申请的一种实现方式,待测量铀同位素的邻近原子质量包括第一原子质量和第二原子质量,其中,第一原子质量为待测量铀同位素的原子质量与第一设定值的差值,第二原子质量为待测量铀同位素的原子质量与第一设定值的和值,基于此,第一校正单元

303可以具体包括:

[0148] 第一计算子单元,用于计算原始数据中的第一原子质量处的信号强度与铀238的信号强度的第一比值;

[0149] 第二计算子单元,用于计算原始数据中的第二原子质量处的信号强度与铀238的信号强度的第二比值;

[0150] 第三计算子单元,用于计算第一比值和第二比值的平均值;

[0151] 第四计算子单元,用于将原始数据对应的测量值减去平均值,得到原始数据对应的第一校正值。

[0152] 作为本申请的另一种实现方式,为了减少质量分馏效应对测量产生的不良影响,上述装置还可以包括:第二校正单元。

[0153] 上述第二校正单元用于在得到原始数据对应的第一校正值之后,对第一校正值进行质量歧视校正,得到原始数据对应的第二校正值。

[0154] 其中,质量歧视校正方式可以参见上述方法实施例中的相关描述,此处不再赘述。

[0155] 作为本申请的另一种实现方式,为了进一步提高测量精度,上述装置还可以包括:第三校正单元。

[0156] 上述第三校正单元用于在待测量铀同位素为铀236,且测量铀同位素由二次电子倍增器接收的情况下,在得到原始数据对应的第二校正值之后,对第二校正值进行二次电子倍增器与法拉第杯的效率差校正,得到原始数据对应的第三校正值。

[0157] 其中,二次电子倍增器与法拉第杯的效率差校正的校正方式可以参见上述方法实施例中的相关描述,此处不再赘述。

[0158] 作为本申请的一种实现方式,为了进一步提高测量精度,上述装置还可以包括:第一剔除单元。

[0159] 上述第一剔除单元用于在通过热电离质谱仪采集了铀样品的多组原始数,且待测量铀同位素为铀234的情况下,在得到多组原始数据对应的第二校正值之后,计算多组原始数据对应的第二校正值的平均值,然后针对每组原始数据,计算原始数据对应的测量值与所述平均值之间的偏差率,将偏差率大于第二设定值的原始数据对应的第二校正值剔除。

[0160] 作为本申请的另一种实现方式,为了进一步提高测量精度,上述装置还可以包括:第二剔除单元。

[0161] 上述第二剔除单元用于在通过热电离质谱仪采集了铀样品的多组原始数,且待测量铀同位素为铀236的情况下,在得到多组原始数据对应的第三校正值之后,计算多组原始数据对应的第三校正值的平均值,然后针对每组原始数据,计算原始数据对应的测量值与所述平均值之间的偏差率,将偏差率大于第二设定值的原始数据对应的第三校正值剔除。

[0162] 图4示出了本申请实施例提供的铀同位素比值测量设备的硬件结构示意图。

[0163] 在铀同位素比值测量设备可以包括处理器401以及存储有计算机程序指令的存储器402。

[0164] 具体地,上述处理器401可以包括中央处理器(CPU),或者特定集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC),或者可以被配置成实施本申请实施例的一个或多个集成电路。

[0165] 存储器402可以包括用于数据或指令的大容量存储器。举例来说而非限制,存储器

402可包括硬盘驱动器(Hard Disk Drive,HDD)、软盘驱动器、闪存、光盘、磁光盘、磁带或通用串行总线(Universal Serial Bus,USB)驱动器或者两个或更多个以上这些的组合。在合适的情况下,存储器402可包括可移除或不可移除(或固定)的介质。在合适的情况下,存储器402可在综合网关容灾设备的内部或外部。在特定实施例中,存储器402是非易失性固态存储器。

[0166] 存储器402可包括只读存储器(ROM),随机存取存储器(RAM),磁盘存储介质设备,光存储介质设备,闪存设备,电气、光学或其他物理/有形的存储器存储设备。因此,通常,存储器402包括一个或多个编码有包括计算机可执行指令的软件的有形(非暂态)计算机可读存储介质(例如,存储器设备),并且当该软件被执行(例如,由一个或多个处理器)时,其可操作来执行参考根据本申请的一方面的方法所描述的操作。

[0167] 处理器401通过读取并执行存储器402中存储的计算机程序指令,以实现上述实施例中的任意一种铀同位素比值测量方法。

[0168] 在一个示例中,铀同位素比值测量设备还可包括通信接口403和总线410。其中,如图4所示,处理器401、存储器402、通信接口403通过总线410连接并完成相互间的通信。

[0169] 通信接口403,主要用于实现本申请实施例中各模块、装置、单元和/或设备之间的通信。

[0170] 总线410包括硬件、软件或两者,将在线数据流量计费设备的部件彼此耦接在一起。举例来说而非限制,总线可包括加速图形端口(AGP)或其他图形总线、增强工业标准架构(EISA)总线、前端总线(FSB)、超传输(HT)互连、工业标准架构(ISA)总线、无限带宽互连、低引脚数(LPC)总线、存储器总线、微信道架构(MCA)总线、外围组件互连(PCI)总线、PCI-Express(PCI-X)总线、串行高级技术附件(SATA)总线、视频电子标准协会局部(VLB)总线或其他合适的总线或者两个或更多个以上这些的组合。在合适的情况下,总线310可包括一个或多个总线。尽管本申请实施例描述和示出了特定的总线,但本申请考虑任何合适的总线或互连。

[0171] 另外,结合上述实施例中的铀同位素比值测量方法,本申请实施例可提供一种计算机存储介质来实现。该计算机存储介质上存储有计算机程序指令;该计算机程序指令被处理器执行时实现上述实施例中的任意一种铀同位素比值测量方法。

[0172] 需要明确的是,本申请并不局限于上文所描述并在图中示出的特定配置和处理。为了简明起见,这里省略了对已知方法的详细描述。在上述实施例中,描述和示出了若干具体的步骤作为示例。但是,本申请的方法过程并不限于所描述和示出的具体步骤,本领域的技术人员可以在领会本申请的精神后,作出各种改变、修改和添加,或者改变步骤之间的顺序。

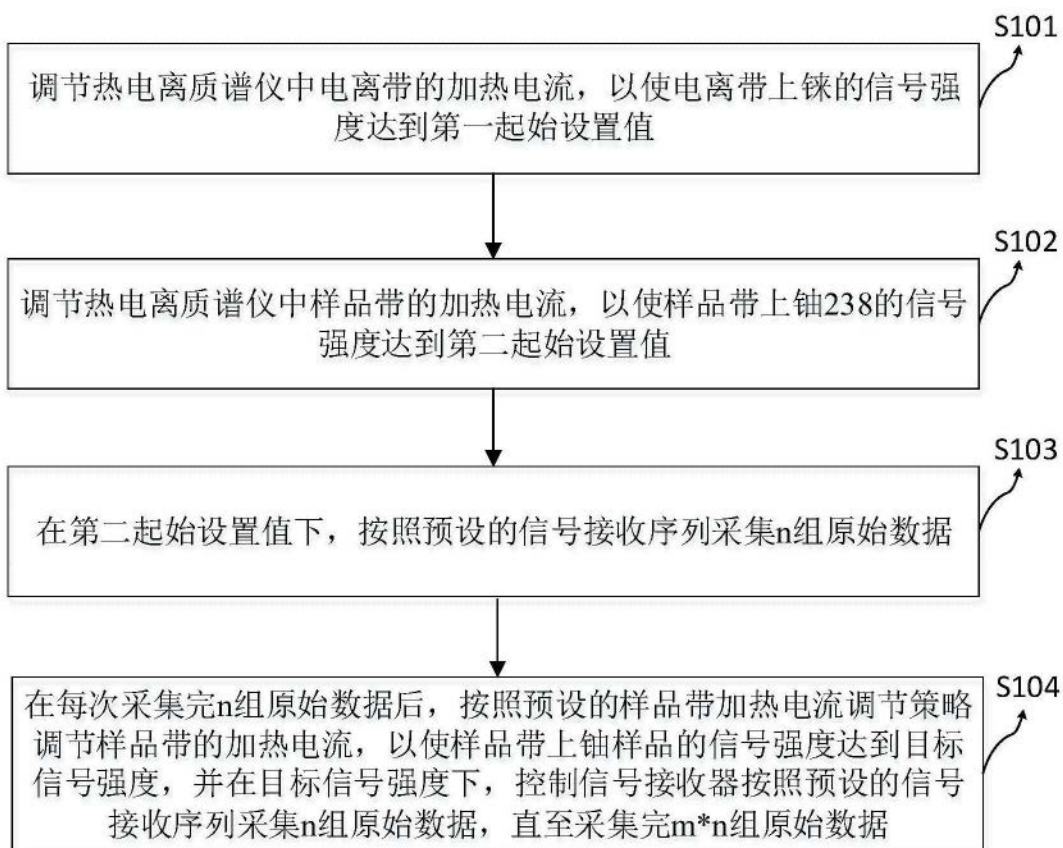
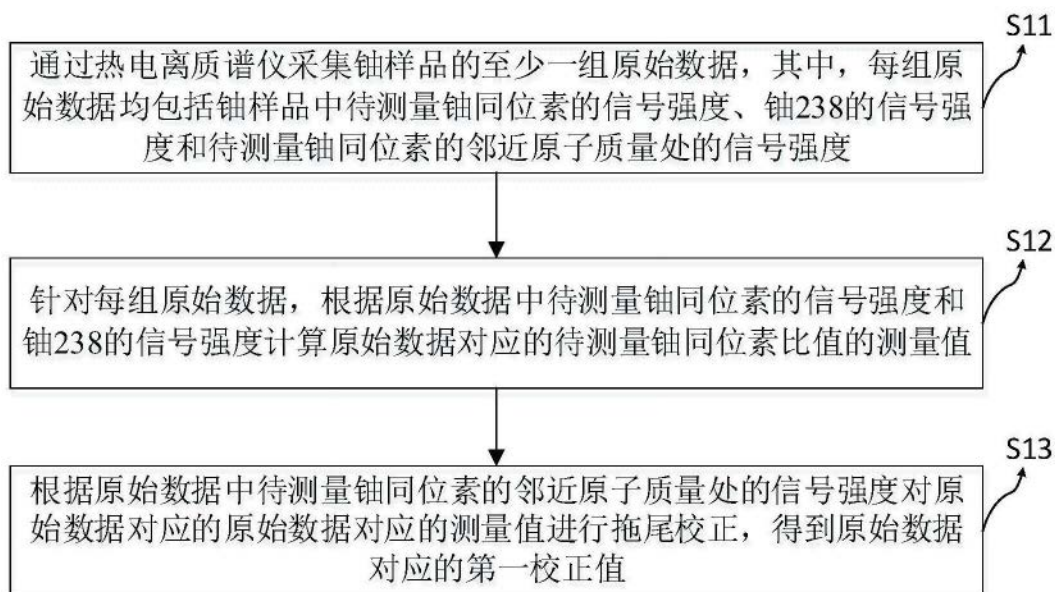
[0173] 以上所述的结构框图中所示的功能块可以实现为硬件、软件、固件或者它们的组合。当以硬件方式实现时,其可以例如是电子电路、专用集成电路(ASIC)、适当的固件、插件、功能卡等等。当以软件方式实现时,本申请的元素是被用于执行所需任务的程序或者代码段。程序或者代码段可以存储在机器可读介质中,或者通过载波中携带的数据信号在传输介质或者通信链路上传送。“机器可读介质”可以包括能够存储或传输信息的任何介质。机器可读介质的例子包括电子电路、半导体存储器设备、ROM、闪存、可擦除ROM(EROM)、软盘、CD-ROM、光盘、硬盘、光纤介质、射频(RF)链路,等等。代码段可以经由诸如因特网、内联

网等的计算机网络被下载。

[0174] 还需要说明的是,本申请中提及的示例性实施例,基于一系列的步骤或者装置描述一些方法或系统。但是,本申请不局限于上述步骤的顺序,也就是说,可以按照实施例中提及的顺序执行步骤,也可以不同于实施例中的顺序,或者若干步骤同时执行。

[0175] 上面参考根据本申请的实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图和/或框图描述了本申请的各方面。应当理解,流程图和/或框图中的每个方框以及流程图和/或框图中各方框的组合可以由计算机程序指令实现。这些计算机程序指令可被提供给通用计算机、专用计算机、或其它可编程数据处理装置的处理器,以产生一种机器,使得经由计算机或其它可编程数据处理装置的处理器执行的这些指令使能对流程图和/或框图的一个或多个方框中指定的功能/动作的实现。这种处理器可以是但不限于是通用处理器、专用处理器、特殊应用处理器或者现场可编程逻辑电路。还可理解,框图和/或流程图中的每个方框以及框图和/或流程图中的方框的组合,也可以由执行指定的功能或动作的专用硬件来实现,或可由专用硬件和计算机指令的组合来实现。

[0176] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,上述描述的系统、模块和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。应理解,本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到各种等效的修改或替换,这些修改或替换都应涵盖在本申请的保护范围之内。



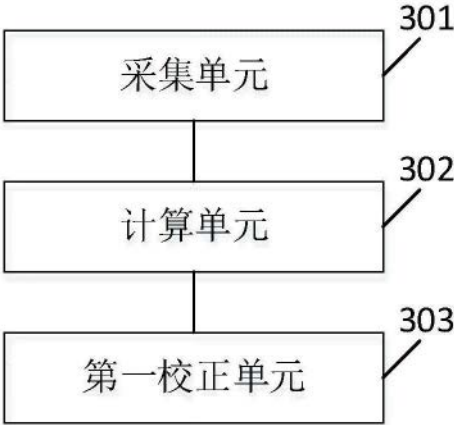


图3

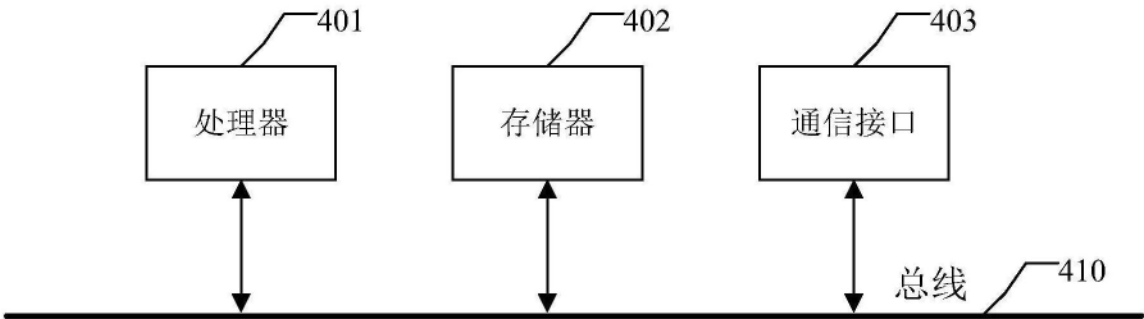


图4