



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104089966 B

(45)授权公告日 2018.07.27

(21)申请号 201410017457.3

G01N 23/22(2006.01)

(22)申请日 2014.01.15

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104089966 A

(43)申请公布日 2014.10.08

(30)优先权数据

13151344.2 2013.01.15 EP

(73)专利权人 卡尔蔡司显微镜有限责任公司

地址 英国剑桥郡

(72)发明人 E.希尔 S.比恩

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邱军

(51)Int.Cl.

G01N 23/20(2006.01)

CN 1411047A ,2003.04.16,

CN 1720445A ,2006.01.11,

CN 1776413A ,2006.05.24,

WO 2012/174173A2 ,2012.12.20,

CN 1820346A ,2006.08.16,

CN 1822305A ,2006.08.23,

US 2011/0278451A1 ,2011.11.17,

MACRAE C M ET AL..quantitative

cathodoluminescence mapping with
application to a Kalgoorlie Scheelite.

《MICROSCOPY AND MICROANALYSIS》.2009,第15
卷(第3期),第222-230页.

审查员 张晶

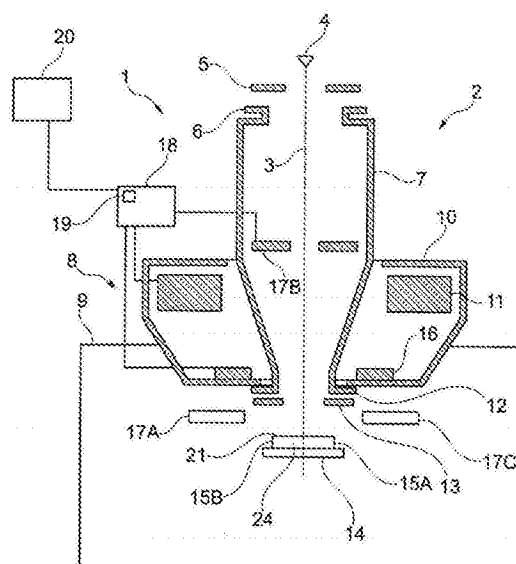
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

分析样品的方法、用于分析样品的带电粒子束装置和计算机可读介质

(57)摘要

本发明涉及一种方法和一种带电粒子束装置(1),用于使用与物体(24)互相作用的带电粒子束来分析物体(24)。该物体(24)包括嵌入树脂(15B)中的样品(15A)。检测阴极发光光形式的互相作用辐射以识别布置有树脂(15B)的区域和布置有样品(15A)的区域。检测互相作用粒子以识别树脂(15B)和样品(15A)内的粒子,以通过使用EDX分析进行进一步分析。



1. 一种使用带电粒子束装置 (1) 分析物体 (24) 的方法，

- 所述带电粒子束装置 (1) 包括用于产生带电粒子束的带电粒子源 (4)、用于将所述带电粒子束聚焦在所述物体 (24) 上的物镜 (8)、用于检测互相作用辐射的第一检测器 (17A) 和用于检测互相作用粒子的第二检测器 (17B)，

其中，所述方法包括以下步骤：

- 通过将样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 布置在树脂 (15B) 中而提供包括所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 和所述树脂 (15B) 的所述物体 (24)；

- 使用所述带电粒子源 (4) 产生所述带电粒子束；

- 使用所述物镜 (8) 将所述带电粒子束引导到所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 和所述树脂 (15B) 上；

- 在所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 和所述树脂 (15B) 上引导所述带电粒子束；

- 因所述带电粒子束与所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 的互相作用以及所述带电粒子束与所述树脂 (15B) 的互相作用，产生从所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 和所述树脂 (15B) 发射出的互相作用辐射；

- 通过使用所述第一检测器 (17A) 检测所述互相作用辐射来识别布置有所述树脂 (15B) 的第一区域，并识别布置有所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 的第二区域；

- 通过使用所述第二检测器 (17B) 检测互相作用粒子来识别所述第一区域中的树脂 (15B) 的至少一个粒子的位置或所述第二区域中的样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 的至少一个粒子的位置，其中，所述互相作用粒子由所述带电粒子束与所述树脂 (15B) 或所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 的所述至少一个粒子的互相作用产生；以及

- 使用所述带电粒子束分析所述树脂 (15B) 或所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 的所述至少一个粒子。

2. 如权利要求1所述的方法，其中，产生所述互相作用辐射包括产生阴极发光光。

3. 如权利要求1或2所述的方法，其中，分析所述树脂 (15B) 或所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 的所述至少一个粒子包括使用所述第二检测器 (17B) 检测所述互相作用粒子。

4. 如权利要求3所述的方法，其中，检测所述互相作用粒子包括检测由所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 发射或从所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 反向散射的互相作用粒子。

5. 如权利要求1、2或4所述的方法，其中，分析所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 包括检测电磁辐射和检测X射线形式的电磁辐射中的至少一个。

6. 如权利要求3所述的方法，其中，分析所述样品 (15A、15A'、15A''、15A''') 包括检测电磁辐射和检测X射线形式的电磁辐射中的至少一个。

7. 一种存储计算机软件的计算机可读介质，用于使用带电粒子束装置 (1) 分析物体 (24)，所述计算机软件包括可执行代码，所述可执行代码在微处理器 (19) 中运行，其中，当所述计算机软件加载在所述微处理器 (19) 中且所述可执行代码在所述微处理器 (19) 中运行时，执行根据上述权利要求任一项所述的方法。

8. 一种用于分析物体 (24) 的带电粒子束装置 (1)，所述带电粒子束装置 (1) 包括：

- 带电粒子源 (4)，用于产生带电粒子束；

- 物镜 (8)，用于使所述带电粒子束聚焦在所述物体 (24) 上；

- 第一检测器 (17A)，用于检测互相作用辐射；

- 第二检测器 (17B), 用于检测互相作用粒子;
 - 微处理器 (19); 以及
 - 根据权利要求7所述的计算机可读介质。
9. 如权利要求8所述的带电粒子束装置 (1), 其中,
- 所述带电粒子束装置 (1) 是电子束装置; 或者
 - 所述带电粒子束装置 (1) 是离子束装置。

分析样品的方法、用于分析样品的带电粒子束装置和计算机 可读介质

技术领域

[0001] 本申请涉及一种使用带电粒子束装置分析样品的方法以及一种用于分析样品的带电粒子束装置。

背景技术

[0002] 了解用于不同技术领域中的材料的成分通常是重要的。这些材料之一是煤。煤是例如全球电力生产的一个重要来源。特别地,煤燃烧用于提供能量,以驱动发电的蒸汽涡轮机。煤主要由来自植物材料的碳构成,并自然地包含矿物质。煤的矿物质含量可高达煤的成分的30%。煤中存在的矿物例如是硅酸盐、粘土、碳酸盐、氧化物和硫化物。矿物质在煤中的确切量可变化。

[0003] 煤中的矿物质通常是不能燃烧的,并导致负面效应。特别地,它们降低了煤的热值,并最终成为灰烬微粒,灰烬微粒是哮喘或支气管炎形式的健康问题的原因。此外,由矿物质的燃烧产生的灰烬在发电厂的部件的传热表面上积聚。必须去除灰烬。因此,灰烬导致用于维护发电厂的昂贵停歇时间。而且,矿物质还导致烟雾,并产生促成酸雨的氮氧化物和二氧化硫。相应地,期望了解煤的精确或详细成分。

[0004] 可通过使用电子束装置、尤其是扫描电子显微镜(还称为SEM)和/或透射电子显微镜(还称为TEM)检验比如煤的样品的成分。这些电子束装置用于检验样品,以了解所述样品在特定条件下的特性和行为。

[0005] 在SEM的情况下,使用束发生器产生电子束(还称为一次电子束(primary electron beam)),所述电子束通过束引导系统、尤其是物镜聚焦在待检验的样品上。使用偏转装置,以光栅型方式在待检验的样品表面上引导一次电子束。在该情况下,一次电子束的电子与待检验的样品的材料互相作用。作为互相作用的结果,特别地,电子从待检验的样品的表面发射出(所谓的次级电子),一次电子束的电子反向散射(所谓的反向散射电子)。检测次级电子和反向散射电子,并将其用于产生图像。由此获得了待检验的样品的表面的成像。

[0006] 在TEM的情况下,同样使用束发生器产生一次电子束,所述一次电子束通过束引导系统聚焦在待检验的样品上。一次电子束辐射通过待检验的样品。在一次电子束通过待检验的样品期间,一次电子束的电子与待检验的样品的材料互相作用。穿过待检验的样品的电子通过由至少物镜和投射透镜系统组成的系统成像在发光屏或检测器(例如相机)上。此外,可使用另外的检测器检测在待检验的样品处散射或反向散射的电子和/或由待检验的样品发射的次级电子,以使待检验的样品成像。在该情况下,以TEM的扫描模式实现成像。该类型的TEM通常称为STEM。

[0007] 除了上述互相作用粒子(interaction particle),被引导至样品上的带电粒子束(例如电子束)也可与样品互相作用,使得发生电磁辐射。例如,电磁辐射可以是X射线的形式。可通过使用能量弥散X射线谱(所谓的EDX)来检测这些X射线,能量弥散X射线谱通过识

别包含在样品中的材料来提供样品的成分。电磁辐射还可以是阴极发光光(cathodoluminescence light)的形式。通过检测并评估阴极发光光(例如使用强度和光谱分析),可确定样品材料的特性。

[0008] 已知使用SEM分析煤的成分。为此,一块煤嵌入巴西棕榈蜡中。由巴西棕榈蜡制成的基垫(bedding)固定煤相对于由巴西棕榈蜡制成的基垫的位置。煤和巴西棕榈蜡的基垫布置在引入SEM中的样品保持器上。使用巴西棕榈蜡是有问题的。已知将样品布置在巴西棕榈蜡中以用SEM检验不是简单的工艺。因此,通常需要昂贵的专家实验室服务。而且,将样品布置在巴西棕榈蜡中是费时的。

[0009] 天然或合成树脂可替代巴西棕榈蜡用作煤的基垫。由于树脂更易于处理,所以将煤布置在树脂中不像布置在巴西棕榈蜡中那样昂贵。然而,树脂和煤具有类似的平均原子量。这使得几乎不可能通过检测反向散射电子来清楚地分辨SEM中的煤和树脂。由于类似的原子量,通过检测煤和树脂的反向散射电子而提供的图像中的对比大致相同。不可能识别图像中的煤和树脂并区分煤和树脂。

发明内容

[0010] 因此,期望提供一种方法和一种带电粒子束装置,它们使得可通过使用尤其是反向散射电子成像样品来使用由树脂制成的基垫用于样品的检验。

[0011] 根据本发明,这通过一种使用带电粒子束装置分析物体的方法来实现,所述带电粒子束装置包括用于产生带电粒子束的带电粒子源、用于将所述带电粒子束聚焦在所述物体上的物镜、用于检测互相作用辐射的第一检测器和用于检测互相作用粒子的第二检测器,其中,所述方法包括以下步骤:通过将样品布置在树脂中而提供包括所述样品和所述树脂的所述物体;使用所述带电粒子源产生所述带电粒子束;使用所述物镜将所述带电粒子束引导到所述样品和所述树脂上;在所述样品和所述树脂上引导所述带电粒子束;因所述带电粒子束与所述样品的互相作用以及所述带电粒子束与所述树脂的互相作用,产生从所述样品和所述树脂发射出的互相作用辐射;通过使用所述第一检测器检测所述互相作用辐射来识别布置有所述树脂的第一区域,并识别布置有所说样品的第二区域;通过使用所述第二检测器检测互相作用粒子来识别所述第一区域中的树脂的至少一个粒子的位置或所述第二区域中的样品的至少一个粒子的位置,其中,所述互相作用粒子由所述带电粒子束与所述树脂或所述样品的所述至少一个粒子的互相作用产生;以及使用所述带电粒子束分析所述树脂或所述样品的所述至少一个粒子。根据本发明,一种存储计算机软件的计算机可读介质,用于使用带电粒子束装置分析物体,所述计算机软件包括可执行代码,所述可执行代码在微处理器中运行,其中,当所述计算机软件加载在所述微处理器中且所述可执行代码在所述微处理器中运行时,执行根据上述权利要求任一项所述的方法。根据本发明,一种用于分析物体的带电粒子束装置包括:带电粒子源,用于产生带电粒子束;物镜,用于使所述带电粒子束聚焦在所述物体上;第一检测器,用于检测互相作用辐射;第二检测器,用于检测互相作用粒子;微处理器;以及如上所述的计算机可读介质。由下列描述、下列权利要求和/或附图,本发明的其它特征是显而易见的。

[0012] 根据本发明的方法用于使用带电粒子束装置分析包括样品的物体。术语“物体”在下面被进一步说明。样品可包括待分析的粒子。换言之,该方法用于操作带电粒子束装置,

以便分析样品。带电粒子束装置包括用于产生带电粒子束的带电粒子源、用于使带电粒子束聚焦在样品上的物镜、用于检测互相作用辐射(interaction radiation)的第一检测器和用于检测互相作用粒子的第二检测器。根据本发明的方法包括几个步骤。特别地,该方法包括通过将样品布置在树脂中来提供物体的步骤,树脂例如是天然树脂或合成树脂,比如已知为由Struers A/S公司提供的SpeciFix-20(目录号40200048)的树脂。因此,所述物体包括树脂和嵌入树脂中的样品。此外,通过使用带电粒子源产生带电粒子束。根据本发明的方法还包括使用物镜将带电粒子束引导至样品和树脂上的步骤。因此,带电粒子束被引导至样品和树脂上。而且,带电粒子束在样品和树脂上被引导。例如,带电粒子束以光栅状方式在样品和树脂上被引导。根据本发明的方法还包括由于带电粒子束与样品的互相作用以及带电粒子束与树脂的互相作用而产生从样品和树脂发射出的互相作用辐射。而且,根据本发明的方法还包括通过使用第一检测器检测互相作用辐射来识别布置有树脂的第一区域以及识别布置有样品的第二区域。另外,通过使用第二检测器检测互相作用粒子来识别第一区域中的树脂的至少一个粒子的位置和/或第二区域中的样品的至少一个粒子的位置。通过带电粒子束与树脂的或样品的至少一个粒子的互相作用产生互相作用粒子。例如,互相作用粒子由至少一个粒子发射(例如次级电子)或从至少一个粒子反向散射(例如反向散射电子)。使用带电粒子束分析树脂或样品的至少一个粒子。

[0013] 本发明不局限于上面提及或下面进一步提及的步骤的顺序(次序)。或者,可关于根据本发明的方法的一个或多个步骤不同地选择根据本发明的方法的步骤的顺序。

[0014] 本发明基于该研究结果,即可通过使用第一检测器检测互相作用辐射来识别第一区域和第二区域,用作样品的基垫的树脂布置在第一区域中,样品布置在第二区域中。术语“区域”不限于特定尺寸。相反,可使用具有任何适合尺寸的任何区域。与样品(例如煤)相比,树脂在互相作用辐射方面通常是强力发射器。因此,可识别布置有样品的第二区域和布置有树脂的第一区域,并生成包括这些区域的布图。该布图识别第一区域和第二区域,使得了解树脂所布置的位置及样品所布置的位置。因此,带电粒子束可被引导至布置有样品的第二区域,以例如通过检测反向散射粒子来进一步检验和分析待分析的样品或样品的一部分。这允许识别矿物质包含在样品中的区域,并例如通过使用EDX进一步分析这些矿物质。然而,该方法还可用于分析未包含在样品中而包含在树脂中的粒子。

[0015] 另外或替代地,在根据本发明的方法的实施例中提供了产生互相作用辐射的步骤,包括产生阴极发光光。与待分析的样品相比,树脂,尤其是上述树脂类型是阴极发光光的强力发射器。因此,可识别布置有树脂的第一区域和布置有样品的第二区域。

[0016] 另外或替代地,在根据本发明的方法的另一实施例中提供了分析树脂的或样品的至少一个粒子的步骤,包括使用例如第三检测器检测电磁辐射(例如X射线)。该实施例包括例如使用EDX分析样品。

[0017] 另外或替代地,在根据本发明的方法的另一实施例中提供的方法包括以下步骤中的至少一个:

[0018] 在第一步骤中,带电粒子束在包括树脂和嵌入树脂中的样品的物体上扫描。通过使用第一检测器检测互相作用辐射、尤其是阴极发光光。第一检测器的信号用于基于互相作用辐射产生第一图像。

[0019] 在第二步骤中,通过使用第一检测器检测互相作用辐射来识别物体的包括树脂的

一个第一区域或多个第一区域。

[0020] 在第三步骤中,通过使用第一检测器检测互相作用辐射来识别物体的包括嵌入树脂中的样品的一个第二区域或多个第二区域。

[0021] 在第四步骤中,通过使用第二检测器检测由带电粒子束与物体(即,树脂和嵌入树脂中的样品)互相作用而产生的互相作用粒子。互相作用粒子可以是次级粒子(比如次级电子)和/或反向散射粒子(比如反向散射电子)。由第二检测器产生的信号用于产生第二图像。在根据本发明的方法的实施例中,并行执行第四步骤和第一步骤。

[0022] 在第五步骤中,通过分析第二图像而识别包含在树脂和/或样品中的粒子的位置。所述粒子可以是矿物质。然而,本发明不限于分析矿物质。替代地,可分析任何类型的粒子。

[0023] 在第六步骤中,通过将带电粒子束引导至所识别的粒子位置而用带电粒子束照射包含在树脂和/或样品中的粒子。互相作用辐射(例如X射线)产生,使用第三检测器(例如EDX检测器)检测互相作用辐射。

[0024] 第三检测器的信号用于产生包含在树脂和/或样品中的每个粒子的光谱。

[0025] 在第七步骤中,通过分析产生用于包含在树脂和/或样品中的粒子中的至少一个的光谱来识别该至少一个粒子的成分。而且,识别该一个粒子是布置在样品内、还是布置在样品的表面处或者树脂中。

[0026] 本发明还涉及一种存储计算机软件的计算机可读介质,用于使用带电粒子束装置分析物体,该计算机软件包括可执行代码,可执行代码在微处理器中运行。当计算机软件加载在微处理器中且可执行代码在微处理器中运行时,执行包括上面或下面提及步骤中的至少一个,或者上面或下面提及步骤的至少两个的组合的方法。

[0027] 本发明还涉及一种用于分析物体的带电粒子束装置。该带电粒子束装置包括用于产生带电粒子束的带电粒子源、用于使带电粒子束聚焦在物体上的物镜、用于检测互相作用辐射的第一检测器、用于检测互相作用粒子的第二检测器、微处理器和上面或下面提及的计算机可读介质。当存储在计算机可读介质中的计算机软件加载在微处理器中且可执行代码在微处理器中运行时,执行包括上面或下面提及步骤中的至少一个,或者上面或下面提及步骤的至少两个的组合的方法。

[0028] 另外或替代地,在根据本发明的带电粒子束装置的实施例中提供的带电粒子束装置是电子束装置(例如SEM)。或者,带电粒子束装置是离子束装置。

附图说明

[0029] 下面,使用附图并根据示例性实施例更详细地说明本发明,附图中:

[0030] 图1示出根据本发明的带电粒子束装置的实施例的示意图;

[0031] 图1A示出根据本发明的带电粒子束装置的另一实施例的示意图;

[0032] 图2示出根据本发明的方法的示例性实施例的流程图的示意图;以及

[0033] 图3示出具有待分析的样品和树脂的物体。

具体实施方式

[0034] 图1示出SEM形式的带电粒子束装置1的示意图,包括实施为电子束柱的带电粒子束柱2。然而,应明确指出,本发明不限于SEM。确切地说,本发明可用于任何带电粒子束装

置,尤其用作离子束装置。

[0035] 带电粒子束柱2具有光轴3、电子源(阴极)形式的束发生器4、引出电极(extraction electrode)形式的第一电极5和阳极形式的第二电极6,第二电极同时形成束引导管7的一端。举例来说,束发生器4是热场发射器。来自束发生器4的电子因束发生器4和第二电极6之间的电位差而加速到阳极电位。相应地,提供了电子束形式的带电粒子束。

[0036] 此外,带电粒子束装置1包括物镜8,物镜突伸进带电粒子束装置1的样品室9中。物镜8具有孔,束引导管7被引导通过所述孔。物镜8还设有极片(pole piece)10,线圈11布置在极片中。静电减速装置布置在束引导管7的下游。所述静电减速装置具有形成束引导管7的一端的管电极12。而且,静电减速装置具有沿光轴3布置成邻近管电极12的单个电极13。样品载体14布置在样品室9中。样品载体14承载包括待检验和/或待处理的样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24(例如块状样品)。样品15A布置在由树脂15B制成的基垫中。

[0037] 管电极12以及束引导管7处于阳极电位,而单个电极13和包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24处于与阳极电位相比较低的电位。如此,带电粒子束的电子可减速至检验和/或处理包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24所期望能量。带电粒子束装置1包括第一检测器17A,用于检测通过带电粒子束与包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24的互相作用而产生的阴极发光光。由第一检测器17A产生的信号经由信号线(未示出)传送到包括微处理器19的电子单元18(制造为用于获得信号),用于产生物体24的至少一部分的图像,并将所产生的图像传输至监控器20。电子单元18还包括存储计算机软件的计算机可读介质。计算机软件包括可执行代码,可执行代码在微处理器19中运行。当可执行代码在微处理器19中运行时,实施根据本发明的方法。

[0038] 为了成像的目的,通过使用布置在束引导管7中的第二检测器17B检测因带电粒子束与包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24的互相作用而出现的次级电子和/或反向散射电子。第二检测器17B还与电子单元18连接,以传送用于成像目的的信号。在替代实施例中,第二检测器17B布置在单个电极13和物体24之间,第二检测器17B用于检测反向散射电子。

[0039] 带电粒子束装置1还包括第三检测器17C,用于检测通过带电粒子束与包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24的互相作用而产生的X射线。第三检测器17C用于使用EDX的材料分析,并经由信号线(未示出)与电子单元18连接,以传送信号。

[0040] 带电粒子束柱2另外包括扫描装置16,扫描装置使带电粒子束偏转,使得带电粒子束可以在包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的、布置在样品载体14上的物体24上扫描。扫描装置16连接到电子单元18及其微处理器19,以控制带电粒子束在包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24的(扫描)表面21上的扫描。

[0041] 物镜8使带电粒子束聚焦在包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24的表面21上。为此,物镜8的线圈11连接到电子单元18。电子单元18驱动线圈11,并由此确保带电粒子束聚焦在表面21上。

[0042] 图1A示出带电粒子束装置1的另一示意图。图1A基于图1。相同的部件由相同的参考标号表示。带电粒子束装置1是SEM,包括实施为电子束柱的带电粒子束柱2。带电粒子束柱2具有光轴3、阴极丝(电子源)形式的束发生器4A、韦内电极(Wehnelt electrode)形式的第一电极5A和阳极形式的第二电极6,第二电极连接到粒子束装置1的接地电位。束发生器

4A被加热以发射电子。电子因束发生器4A和第二电极6之间的电位差而加速。第一电极5A相对于束发生器4A的电位负偏压,以控制从束发生器4A发射的电子束流。聚光透镜25布置在第二电极6和物镜8之间。图1A所示实施例还包括第一检测器17A、第二检测器17B和第三检测器17C。然而,第二检测器17B现在布置在物镜的位于样品室内的一侧。此外,另两个检测器,即第一检测器17A和第三检测器17C布置在样品室内。

[0043] 图2示出根据本发明的方法的示例性实施例的流程图的示意图。在第一步骤S1,样品15A布置在由树脂15B制成的基垫中,使得生成上述包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24。包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24在图3中示意性地示出。图3示出包括样品15A和由树脂15B制成的基垫的物体24的表面21(见图1)的顶视图。样品15A的三个块区域(area of piece)(例如三块煤)部分地可见(或显露),并嵌入树脂15B中。三个块区域由参考标号15A'、15A''和15A'''表示。树脂15B相对于树脂15B固定样品15A的三块(piece)15A'、15A''和15A''' ,因此,确保了带电粒子束装置1的样品载体14上的样品15A的简单处理和/或传输或布置。

[0044] 带电粒子束在进一步的步骤S2中产生,并在包括样品15A(即,样品15A的块15A'、15A''和15A'''上)和树脂15B的物体24的区域上被引导,使得以光栅状方式扫描样品15A和树脂15B(步骤S3)。阴极发光光形式的互相作用辐射因带电粒子束与样品15A和树脂15B的互相作用而产生。使用第一检测器17A检测阴极发光光(步骤S4)。与待分析的样品15A相比,树脂15B是阴极发光光的强力发射器。因此,可识别布置有树脂15B的第一区域和布置有样品15A的块15A'、15A''和15A'''的第二区域(步骤S5)。因此,继而可生成包括样品15A所在区域的位置和树脂15B所在区域的位置的布图。

[0045] 在步骤S5之后或与步骤S4并行地实施步骤S6。步骤S6包括通过带电粒子束与样品15A(即,样品15A的块15A'、15A''和15A''')和树脂15B的互相作用而产生互相作用粒子的步骤。互相作用粒子可以是次级粒子(比如次级电子)和/或反向散射粒子(比如反向散射电子)。通过使用第二检测器17B检测互相作用粒子。第二检测器17B产生用于记录和/或显示物体24的扫描区域的表面21的图像的信号。在另一步骤S7中,使用表面21的图像识别粒子,例如包含在样品15A(即,样品15A的块15A'、15A''和15A''')中或树脂15B中的矿物质。带电粒子束与那些粒子的互相作用在第二检测器17B中产生与样品15A和树脂15B的其余部分不同的信号。因此,可在表面21的图像中识别那些粒子。图3示出包含在样品15A的块15A'、15A''和15A'''中的矿物质形式的几个粒子22。图3还示出包含在树脂15B中的矿物质形式的几个粒子23。

[0046] 如上所述,步骤S5提供为识别布置有树脂15B的第一区域和布置有样品15A的块15A'、15A''和15A'''的第二区域。换言之,步骤S5提供布置有树脂15B的第一区域的位置和布置有样品15A的块15A'、15A''和15A'''的第二区域的位置。因此,现在还可识别在步骤S7识别的粒子在样品15A的块15A'、15A''和15A'''或树脂15B中的位置。

[0047] 步骤S8现在提供使用第三检测器17C分析所识别的粒子22或23的步骤。带电粒子束被引导至每个粒子22或23的位置,或者在每个粒子22或23的表面上被引导。带电粒子束与粒子22或23互相作用。X射线形式的互相作用辐射产生,通过使用第三检测器17C检测互相作用辐射。第三检测器17C的信号用于产生包含在树脂15B和/或样品15A中的每个粒子22或23的光谱。通过分析所产生的用于该一个粒子22或23的光谱来识别包含在树脂15B和/或

样品15A中的至少一个粒子22或23的成分。

[0048] 除了在步骤S7和S8中识别和分析粒子,可使用物体24的扫描区域的表面21的记录的和/或显示的图像来测量和存储这些被识别的粒子22和23的形状、尺寸和面积,以用于进一步分析。这种数据可用于计算粒子在物体24、样品15A或树脂15B中的含量,使得例如可确定矿物质在煤中的含量,并可在先前所述类型的煤燃烧期间在发电厂进行减少负面效应的布置。

[0049] 参考实施例的附图描述了本发明,在实施例中,带电粒子束装置是电子束装置。然而,除了电子束装置,带电粒子束装置还可以是离子束装置。离子束装置可包括离子源形式的带电粒子源,尤其是气体场离子源(gas field ion source)。对于磁性物镜而言附加的或替代的是可提供静电物镜,静电物镜包括以不同静电电位偏压的几个电极,并将离子束聚焦在物体24上。该静电物镜可包括以电势偏压的附加电极,以垂直于物镜光轴越过物体表面扫描离子束。

[0050] 说明书、附图和/或权利要求书中公开的本发明的特征实质上可以单独或以任意组合来实现本发明的不同实施例。

[0051] 参考标号列表

[0052] 1 带电粒子束装置

[0053] 2 带电粒子束柱

[0054] 3 光轴

[0055] 4 束发生器(热场发射器)

[0056] 4A 束发生器(阴极丝)

[0057] 5 第一电极(引出电极)

[0058] 5A 第一电极(韦内电极)

[0059] 6 第二电极(阳极)

[0060] 7 束引导管

[0061] 8 物镜

[0062] 9 样品室

[0063] 10 极片

[0064] 11 线圈

[0065] 12 管电极

[0066] 13 单个电极

[0067] 14 样品载体

[0068] 15A 样品

[0069] 15A' 样品的第一块

[0070] 15A''样品的第二块

[0071] 15A''' 样品的第三块

[0072] 15B 树脂

[0073] 16 扫描装置

[0074] 17A 第一检测器

[0075] 17B 第二检测器

- [0076] 17C 第三检测器
- [0077] 18 电子单元
- [0078] 19 微处理器
- [0079] 20 监控器
- [0080] 21 表面
- [0081] 22 样品中的矿物质
- [0082] 23 树脂中的矿物质
- [0083] 24 物体
- [0084] 25 聚光透镜

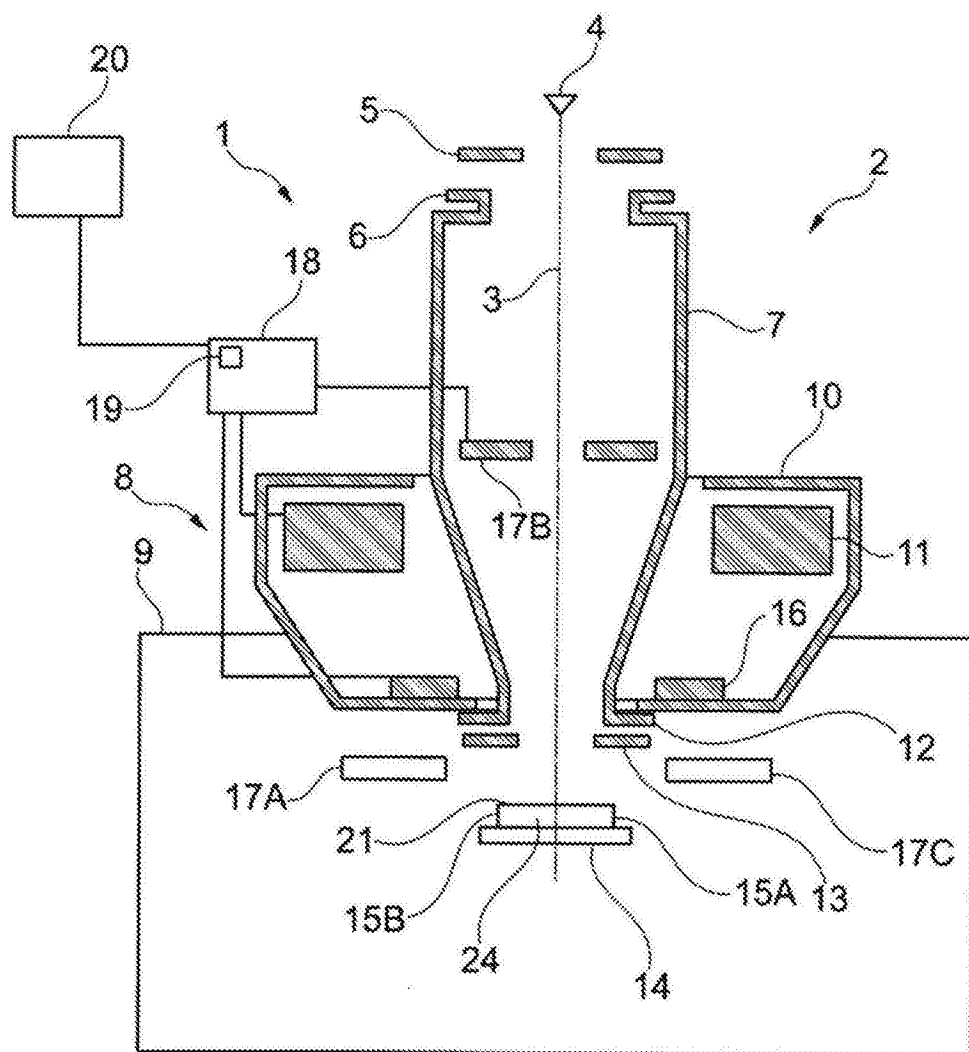


图1

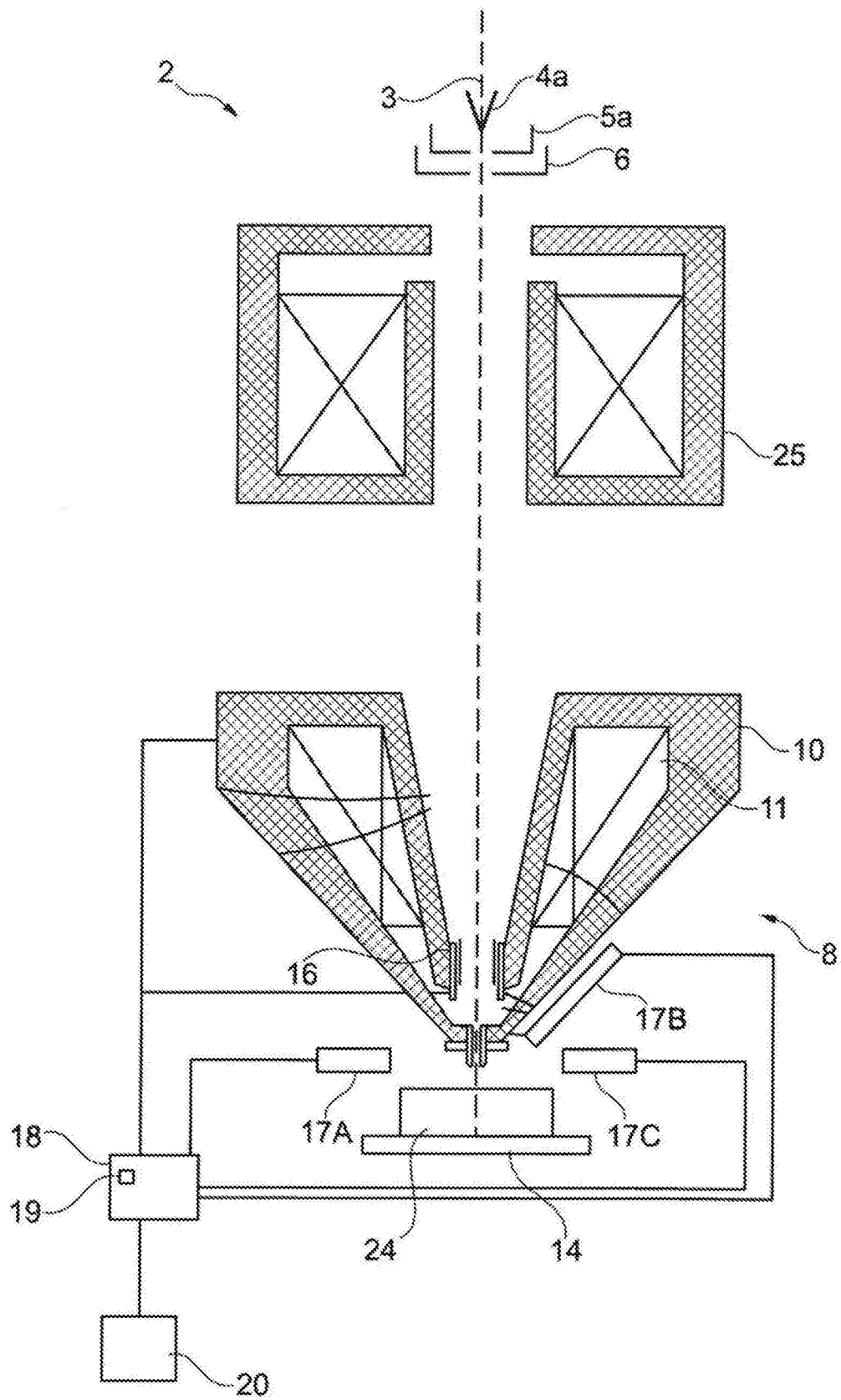


图1A

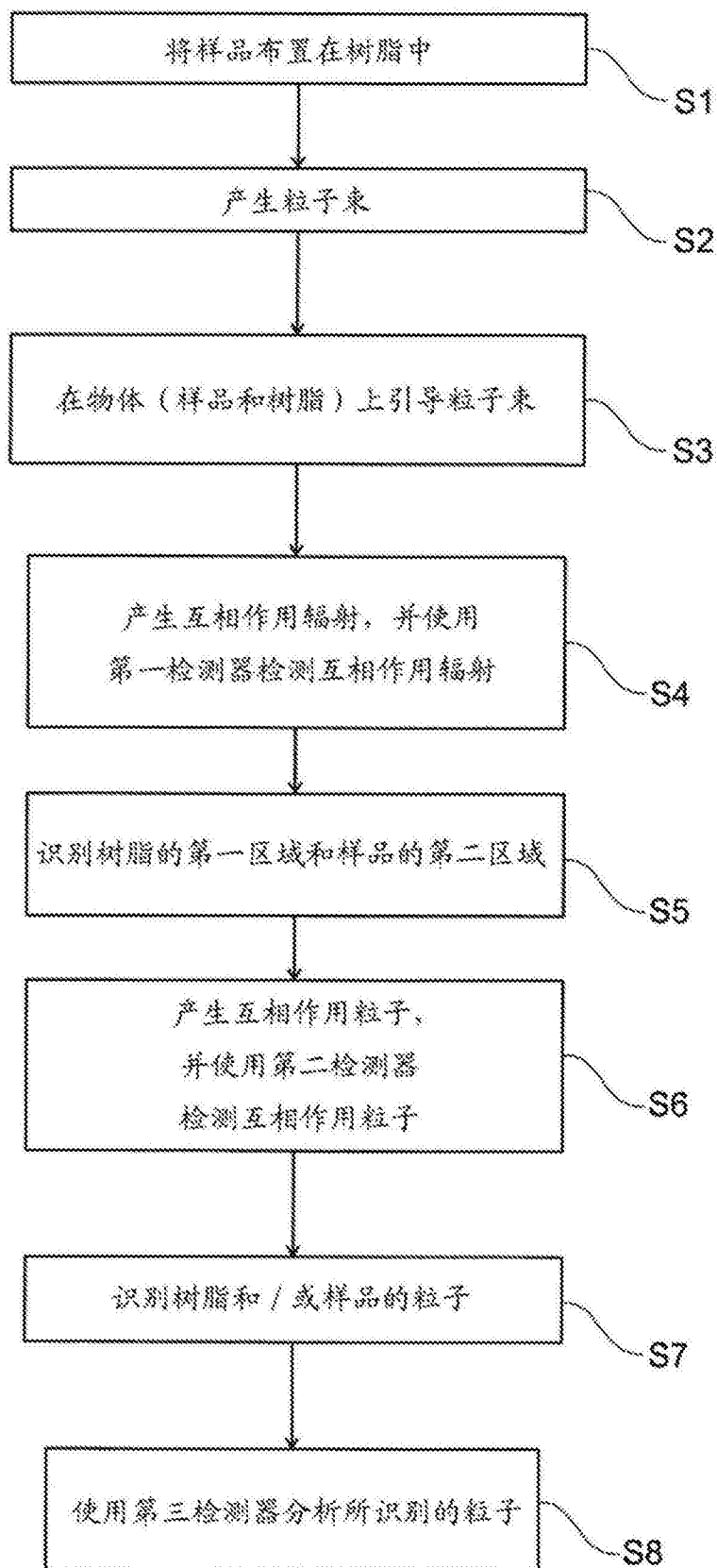


图2

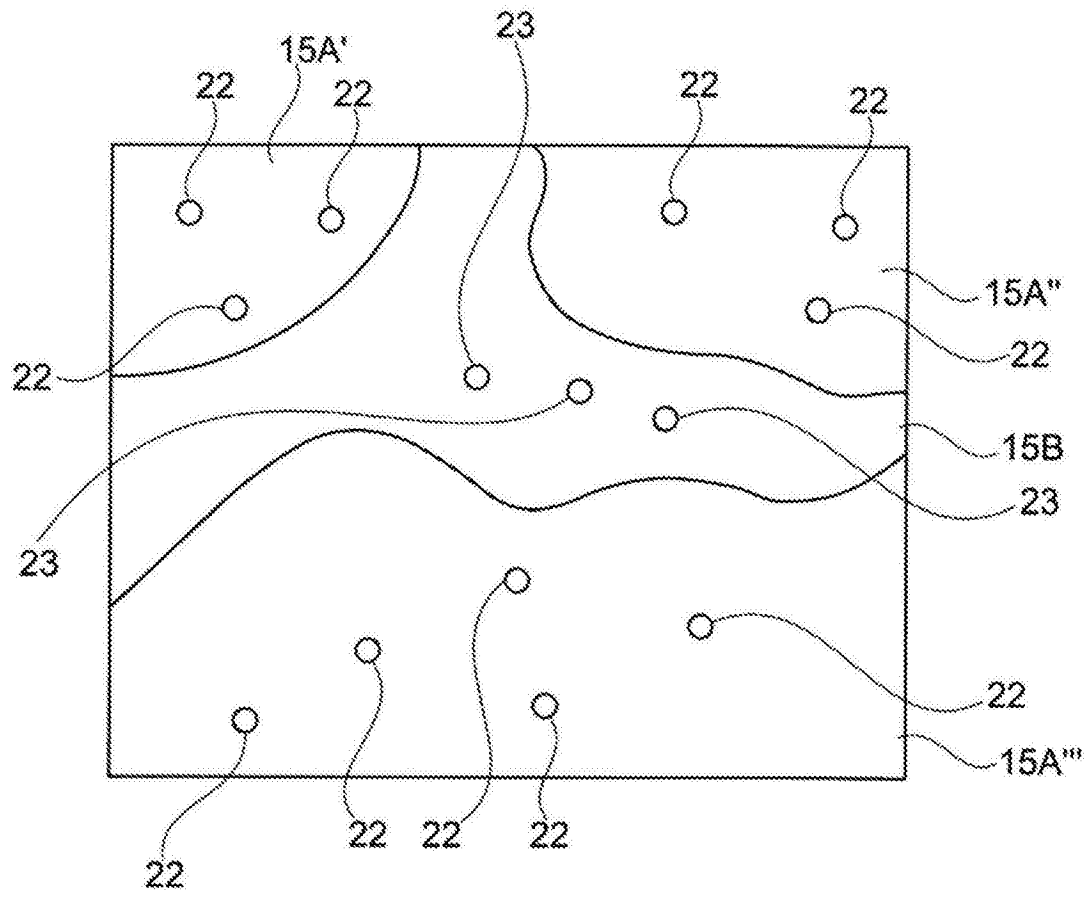


图3