



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104204740 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201380015965. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 03. 15

G01J 3/26 (2006. 01)

(30) 优先权数据

G01N 21/39 (2006. 01)

13/444, 116 2012. 04. 11 US

G01J 3/02 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G01V 8/02 (2006. 01)

2014. 09. 23

G01S 17/89 (2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/032330 2013. 03. 15

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/154769 EN 2013. 10. 17

(71) 申请人 雪佛龙美国公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 J · A · 贝利安 C · M · 托尔森

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 刘凤香

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

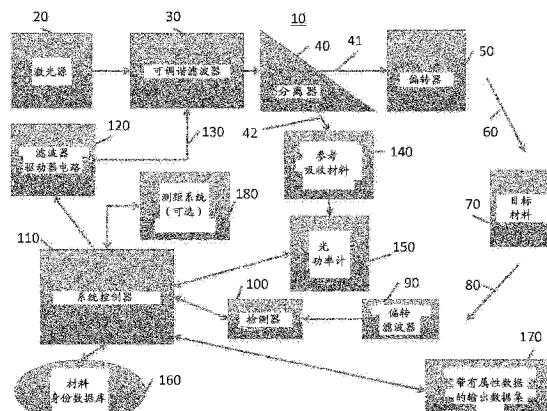
(54) 发明名称

用于在原地对目标材料进行查询的系统和方

法

(57) 摘要

一种用于在原地对目标材料进行远程感测的系统包括：宽带激光源，耦合到激光源以用于生成扫描频率信号的至少一个可调谐滤波器，用于把所述扫描频率信号分离成第一照射信号和第二照射信号的光学设备，用于把第一照射信号引导到目标材料上并且接收来自目标材料的反射信号的第一光学路径，用于接收第二照射信号并且生成光谱参考信号的第二光学路径，以及耦合到第一光学路径和第二光学路径的控制器，其用于至少部分地基于光谱参考信号与反射信号的比较来调节激光源的频率和空间分辨率。



1. 一种用于在原地对目标材料进行远程感测的系统,其包括:
宽带激光源;
耦合到激光源以用于生成扫描频率信号的至少一个可调谐滤波器;
用于把所述扫描频率信号分离成第一照射信号和第二照射信号的光学设备;
用于把第一照射信号引导到目标材料上并且接收来自目标材料的反射信号的第一光学路径;
用于接收第二照射信号并且生成光谱参考信号的第二光学路径;以及
耦合到第一光学路径和第二光学路径的控制系统,其用于至少部分地基于光谱参考信号与反射信号的比较来调节激光源的频率和空间分辨率。
2. 根据权利要求 1 的系统,其中,第一光学路径包括偏转器。
3. 根据权利要求 1 的系统,其中,第一光学路径包括反射器滤波器。
4. 根据权利要求 1 的系统,其中,第一光学路径包括光检测器。
5. 根据权利要求 1 的系统,其中,第二光学路径包括参考吸收材料。
6. 根据权利要求 1 的系统,其中,第二光学路径包括光功率计。
7. 根据权利要求 1 的系统,其中,所述控制系统包括系统控制器。
8. 根据权利要求 7 的系统,其中,所述控制器包括利用计算机可读介质程序编程的计算机处理器,并且所述计算机可读介质程序包括:
用于控制目标材料的扫描的扫描模块;
用于识别感兴趣目标以便向从扫描得到的数据添加所期望的属性的目标识别模块;以及
用于以更高光谱和空间数据对与目标材料有关的兴趣区域进行重扫描从而产生属性映射图空间位置和构成的重扫描模块。
9. 根据权利要求 8 的系统,其中,所述计算机可读介质程序还包括用于定义感兴趣的空间位置和构成属性的用户属性定义模块。
10. 根据权利要求 1 的系统,其中,所述控制系统包括用于确定目标材料的化学构成的材料身份数据库。
11. 根据权利要求 1 的系统,其中,所述控制系统包括滤波器驱动器电路。
12. 根据权利要求 1 的系统,其还包括用于同时确定与目标材料有关的测距信息的光检测和测距子系统。
13. 一种用于在原地对目标材料进行远程查询的方法,包括:
利用宽带扫描频率信号对目标材料进行照射;
利用所述宽带扫描频率信号的一部分照射代表目标材料的参考材料,从而生成参考光谱图;
接收来自目标材料的第一反射信号;
将参考光谱图与第一反射信号进行比较,从而识别出与目标材料有关的兴趣频带;
至少部分地基于参考光谱图与第一反射信号的比较调节所述宽带扫描频率信号;以及
利用经过调节后的宽带扫描频率信号对目标材料进行照射,从而产生在所述感兴趣频带内具有高于第一反射信号的空间和光谱分辨率的第二反射信号。
14. 根据权利要求 11 的方法,还包括:

接收来自目标材料的第二反射信号；以及

经由材料数据库对第二反射信号进行比较，从而确定感兴趣频带内的目标材料的化学构成。

15. 根据权利要求 11 的方法，还包括同时确定与目标材料有关的测距信息。

16. 一种包括其中具体实现有计算机可读代码的计算机可读介质的制造品，所述计算机可读代码被适配成执行一种用于在原地对目标材料进行远程查询的方法，所述方法包括：

利用宽带扫描频率信号对目标材料进行照射；

利用所述宽带扫描频率信号的一部分照射代表目标材料的参考材料，从而生成参考光谱图；

接收来自目标材料的第一反射信号；

将参考光谱图与第一反射信号进行比较，从而识别出与目标材料有关的兴趣频带；

至少部分地基于参考光谱图与第一反射信号的比较调节所述宽带扫描频率信号；以及

利用经过调节后的宽带扫描频率信号对目标材料进行照射，从而产生在所述兴趣频带内具有高于第一反射信号的空间和光谱分辨率的第二反射信号。

17. 根据权利要求 16 的制造品，其中，所述由计算机可读代码执行的方法还包括同时确定与目标材料有关的测距信息的步骤。

用于在原地对目标材料进行查询的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及一种用于在原地对目标材料进行远程感测的系统和方法,更具体来说涉及一种用于同时提供对应于目标材料的测距和超光谱数据的系统和方法。

背景技术

[0002] 对于目标材料的几何形状和位置的远程感测已经被证明在许多领域内是有价值的,其中包括对于地质组成的研究。传统的技术包括光检测和测距(“激光雷达”),其通常被认为是使用单一激光频率来主动地照射目标并且确定范围的“主动式”远程感测技术。虽然单一频率激光强度数值可以给出关于目标材料的构成的一些信息,但是利用单一频率激光雷达仪器无法实现对于目标材料的化学构成(比如特定矿物学)的识别。对于目标材料的更加完整的光谱分析需要同时收集多个离散频率。把分别获得的激光雷达信息与超光谱数据相匹配可能需要高成本的后处理来实施分辨率匹配和照射匹配。

[0003] 此外,传统的光谱分析技术利用自然发生的电磁辐射(例如阳光)的多个波长上的光谱样本来识别目标化学构成。这样的技术通常被称作“被动式”远程感测,这是在于被动地收集光而不是主动地将其导向目标材料。对于被动地收集的数据的光谱图像分析还需要可观的后处理来提取有意义的结果。商业上可用的仪器无法在采集过程中被动态地修改以便在采集过程中基于来自仪器的实时反馈收集目标材料的最大分辨率。

[0004] 此外,利用自然电磁辐射的传统光谱成像技术的特征在于反射红外光谱区段内的不完整光谱覆盖,这是由于穿过大气层的长传播距离(例如几千公里)所导致的一些频率(例如1400–1600nm和1800–2000nm)的吸收而造成的。已经知道在探查目标材料的光谱构成时,使用宽谱带(例如数十纳米宽)会产生模糊的光谱样本。通常来说需要许多窄带(例如近似1nm宽)来离散地确定目标的化学属性。

[0005] 因此,需要同时在几百个离散波长($\sim 1\text{nm}$ 宽)上远程感测目标形状和目标构成,并且同时最小化用以实施分辨率匹配和照射匹配的高成本后处理。

发明内容

[0006] 这里所描述的设备或装置将主动式超光谱成像与同时激光雷达测量相组合,并且集成了材料数据库,从而允许在采集过程中基于来自目标材料的实时光谱反馈对例如激光雷达的光频率和空间分辨率之类的参数进行快速适配。所述设备或装置可以预先过滤所不希望的目标区域并且最大化高度感兴趣的区域的光谱和空间采样,从而减少后处理时间并且最大化最合期望的区域内的分辨率。

[0007] 本发明的实施例通常包括用于在原地对目标材料进行远程感测的系统和方法。所述目标材料例如可以被嵌入在位于与具体实现所要求保护的本发明的系统相距可观距离处的露层(outcrop)中。

[0008] 在一个实施例中,一种用于在原地对目标材料进行远程感测的系统包括:宽带激光源;耦合到激光源以用于生成扫描频率信号的至少一个可调谐滤波器;以及用于把所述

扫描频率信号分离成第一照射信号和第二照射信号的光学设备。所述系统还包括：用于把第一照射信号引导到目标材料上并且接收来自目标材料的反射信号的第一光学路径；用于接收第二照射信号并且生成光谱参考信号的第二光学路径；以及耦合到第一光学路径和第二光学路径的控制系统。所述控制系统实施光谱参考信号与反射信号的比较，并且至少部分地基于所述比较调节激光源的频率和空间分辨率。

[0009] 所述系统还可以包括用于确定目标材料的化学构成的材料身份数据库。在另一个实施例中，一种用于在原地对目标材料进行远程感测的方法包括：利用宽带扫描频率信号对目标材料进行照射；利用所述宽带扫描频率信号的一部分照射代表目标材料的参考材料从而生成参考光谱图；接收来自目标材料的第一反射信号；将参考光谱图与第一反射信号进行比较从而识别出与目标材料有关的兴趣频带；至少部分地基于参考光谱图与第一反射信号的比较调节所述宽带扫描频率信号；以及利用经过调节后的宽带扫描频率信号对目标材料进行照射，从而产生在所述兴趣频带内具有高于第一反射信号的空间和光谱分辨率的第二反射信号。

[0010] 所述方法还可以包括以下步骤：接收来自目标材料的第二反射信号；以及经由材料数据库对第二反射信号进行比较，从而确定所述兴趣频带内的目标材料的化学构成。

[0011] 在单一点处收集组合成单一相干图像的数百到数千个离散光频率上的光谱数据的能力给出了优于例如梳形激光雷达和光谱图像之类的传统成像技术（传统的摄影、光谱扫描仪和/或成像器）的优点，这是在于来自光学透镜的空间失真以及由于图像到空间模型的误配准而遇到的误差被最小化。

[0012] 此外，电磁辐射从来源到地基/地面扫描激光雷达中的检测器的相对较短的行进距离（十厘米到数千米）允许用户研究由于依赖于行经地球大气层的日光的传统的被动式超光谱成像技术而被衰减的频率关系。

[0013] 本发明还使用激光输出的电光调谐、反射镜偏转以及压电纳米偏转技术在通过属性映射实时定义的超高分辨率下扫描目标子区段。

附图说明

[0014] 后面将参照如附图中所示的具体实施例来描述本发明。附图仅仅描绘出本发明的典型实施例，因此不应被视为限制其范围。

[0015] 图1是根据本发明的用于主动式远程感测的系统的方框图。

[0016] 图2是根据本发明的一个方面的对应于若干目标材料的示例性参考光谱图。

[0017] 图3是用于图1的主动式远程感测的示例性系统控制器的方框图。

具体实施方式

[0018] 现在将参照附图来描述用于在原地对目标材料进行查询的本发明的实施例。本发明可以被实践为硬件和软件当中的任一项或其组合，其中包括但不限于一种系统（包括计算机处理器）、方法（包括计算机实施的方法）、装置、设置、计算机可读介质、计算机程序产品、图形用户接口、web门户或者有形地固定在计算机可读存储器中的数据结构。与计算机处理器一同使用的制造品（比如其中驻留有程序代码的CD、预先记录盘或计算机程序存储介质）也落在本发明的精神和范围内。

[0019] 本发明的应用包括但不限于在不需要目标材料的物理接触或破裂的情况下从远程位置采集目标材料的物理形状和化学构成。本发明的实施例可以被应用在许多不同领域中，其中包括碳氢化合物勘探和生产、采矿、土木工程、一般地质研究以及需要在可变观测尺度下对化学和几何属性进行非破坏性 3-D 映射的任何其他领域。碳氢化合物勘探和生产应用包括但不限于露层分析、井下应用和海底应用。实施例可以包括同时集成来自利用相同激光源进行光谱和空间测量的单一宽带光源的主动式光谱和空间信息扫描的便携式仪器、手持式设备或可机动井下设备。附图仅仅示出了本发明的典型实施例，因此不应被视为限制其范围和宽度。

[0020] 图 1 示出了可以被实施为现场便携式系统或装置的集成式系统 10 的一个实施例，其能够在与目标材料 70 相距一定隔开距离（例如 5 到 2000m 或更多）处远程地同时确定所述材料的化学构成、晶体 / 颗粒尺寸和物理形状。系统 10 包括带有光源 20 和可调谐滤波器 30 的扫描波长光学源，以用于在原地在对应于目标材料的一定感兴趣频率范围内的一或多个可选频率下产生光学辐射。所述扫描波长光学源可以包括二极管、气体、固体或其他类型的可调谐光源。所发出的光可以由适合于主动式远程感测的一定波长范围（包括可见、紫外和红外）表征。

[0021] 在一个实施例中，光源 20 是单频率 (<1nm) 宽带激光器并且可调谐滤波器 30 是 Fabry-Perot 标准具滤波器 30，其由系统控制器 110 控制来把光频率精确地调节到接近理想 Airy 函数（亚纳米级分辨率）并且确保自然光不会模糊感兴趣的数据。宽带激光器与 Fabry-Perot 标准具滤波器的组合使用宽带照射来进行超光谱成像，其不依赖于周围环境光或自然条件，并且与现有技术相比可以将分辨率提高三个或更多数量级。

[0022] 再次参照图 1，扫描波长光学源的输出的第一部分 41 被经由目标确定设备 50（比如 X-Y 偏转器或光束方向设备）引导。所述目标确定设备允许在与扫描波长光学源相距一定距离处的某一场景（例如陆地、海洋、大气层等等）内的 X-Y 平面中在原地经由光学信号 60 精确地照射目标材料 70。光学信号 60 的一部分被反射回来 80 并且经由接收器被检测到。所述接收器可以包括用以对反射自目标材料 70 的光进行滤波和 / 或处理的光学、光电子和 / 或电子组件 90 与例如包括光学二极管、模拟滤波器、模拟到数字转换器等等，以便把所接收到的光学信号 80 转换成电信号的检测器电子装置 100 的任何适当组合，该电信号可以被系统控制器 110 使用来控制所述扫描波长光学源的扫描，并且经由材料身份数据库 160 确定目标材料的化学构成。

[0023] 同时，扫描波长光学源的输出的第二部分 42 被提供到参考吸收材料 140，以便产生光谱参考信号或光谱图。例如参见图 2，其中示出了对应于两个室内纯矿物样本方解石 201 和白云石 202 以及户外石灰岩样本 203 的反射率数据。参考吸收材料 140 可以包括一定体积的在目标材料中找到的固体和 / 或气态材料，其具有类似于目标材料的吸收 / 反射特性。参考材料生成参考光学信号，其可以被测量并且被使用来生成供控制器使用的代表性参考信号。通过将参考信号与代表来自目标材料的反射信号的电信号进行比较，控制器可以调节扫描波长光学信号的特性。因此，控制器调节所述可调谐滤波器，从而使得从光源发出的光具有与光谱参考信号相同的频率和形状。

[0024] 可选的是，可以使用光功率计 150 来增强光谱参考信号。在一个实施例中，来自功率计 150 的输出被系统控制器 110 使用来经由光学滤波器控制频率扫描。举例来说，如果

将要检测对应于材料的感兴趣频率范围或频带,可以控制所述扫描以便改进信噪比 (SNR),从而最小化由于(来自目标材料的)反射光学信号的变化以及经由系统中的激光源、接收器和其他光学组件引入的噪声所造成的影响。所述功率计的输出信号还可以被使用来更加精确地控制感兴趣的频率范围处的查询时间。通过更加精确地控制 SNR 和查询时间,可以在感兴趣的频率范围内改进检测器 100 处的测量准确度。

[0025] 因此,系统 10 自动消除并且过滤掉“阻碍”并且在所期望的空间分辨率下聚焦采集所期望的或指定的目标构成,从而通过实时提供经过预处理的图像而减少后处理并且提高效率。

[0026] 再次参照图 1,系统控制器 110 可以利用任何适当的计算机处理器来实施,比如嵌入式控制器、可编程逻辑控制器或个人计算机,其利用计算机可读程序代码或逻辑被编程来控制光学源的扫描并且确定目标材料的化学构成。为了控制光学源的扫描,系统控制器使用来自检测器的电信号来控制可调谐滤波器。利用嵌入在控制器内的计算机程序代码,控制器生成用以经由可调谐滤波器来调节以下各项当中的一项或多项的控制信号:频率扫描范围、扫描速率和 / 或源光学输出功率。

[0027] 在一个实施例中,Fabry-Perot 标准具滤波器 30 的操作可以通过由系统控制器 110 生成的电子信号来控制,所述电子信号可以经由滤波器驱动器电路 120 被调谐到各个范围和分辨率。系统控制器 110 调节源强度、扫描频率和时间等等,并且通过在所期望的频率或频率范围内收集更多数据而提高接收信号的 SNR。因此,可以响应于来自感兴趣的目标的环境反馈来修改系统 100 的光谱和空间分辨率,并且从而去除不合期望的光谱和空间数据。

[0028] 可选的是,通过调制在由电压信号驱动时发生形变的压电材料,可以实现超高空间分辨率。用于这样的压电材料设置的驱动波形可以被使用来“聚焦”在 x-y 维度内的特定目标区域中的样本上。

[0029] 系统控制器 110 还被设置和配置成与材料身份数据库 160 进行通信,以便确定目标材料的化学构成。有利的是,数据库 160 被用来创建光谱构成的实时图像映射图 (map),以便驱动系统 10 的空间和光谱分辨率。系统控制器 110 被配置成通过把传入信号(来自检测器 100)与材料数据库 160 进行比较来识别出感兴趣的目标。每一个 X-Y 位置和相应的吸收测量被用来指派空间位置和构成的属性数值。参考吸收材料对应于目标材料(例如方解石、白云石、铁白云石等等)的兴趣带宽,并且帮助识别出由于可变照射、污染、大气中的含水量等等所导致的不合期望的衰减或频率偏移。通过将传入信号与材料数据库 160 以及用户指定的空间或光谱属性进行比较确定构成属性数值,其被用来聚焦 Fabry-Perot 标准具 30 和检测器滤波器 90。这一反馈降低了后处理要求,并且使得有可能以自动化方式在感兴趣的区段内收集附加的光谱和空间数据。

[0030] 因此,材料身份数据库 160 可以被用来修改采集参数或者创建实时属性映射图以用于原地现场勘查。在一个实施例中,所述材料数据库是查找表,其具有对应于一种或多种感兴趣的材料的频率 $f_1, f_2, f_3 \dots f_n$ 和相应的光学强度信息 $I_1, I_2, I_3 \dots I_n$ 。具有来自材料数据库 160 的输入的实时属性映射图为用户给出了指定高级采集参数以及在整个目标区域或其一个子集内找出所期望的模式(比如特定元素金属含量或者特定元素的比例)的能力。这种类型的应用的一个实例将是确定矿物白云石的样本像素内的 Mg 和 / 或 Fe 含量

(其比例改变结晶基体从而改变光谱反射率签名)。

[0031] 根据本发明的一个实施例,设置并且配置与材料身份数据库 160 进行交互的接口。所述接口可以被实时地使用来与材料数据库相比基于光谱响应识别出包含化学构成的扫描区域内的材料,从而激活超高分辨率。

[0032] 在另一个实施例中,所述接口叠加基于矿物数据库匹配和识别生成的标识出感兴趣的矿物含量的彩色编码映射图,并且显示出对所述彩色编码进行解码并且将其关联到矿物含量识别的图例说明 (key legend)。用户随后可以利用几种已知的所确立的用户接口技术 (比如鼠标或触摸屏) 当中的任一种与所述接口进行交互,从而表明从接口上的图例说明选择的一种或多种感兴趣的矿物化合物。响应于标识出一种或多种感兴趣的矿物化合物,根据本发明的系统调节所采集的离散频率的分辨率,并且在包含被标识为感兴趣的化学构成的矿物化合物的二维区域内实施采集。通过使用被发送到基于压电的滤波器元件的电控制信号的受管制调节,例如可以动态地实现超光谱频率采集调节,所述基于压电的滤波器元件将所述电信号变换成物理移动从而控制滤波。通过调节电控制信号,本发明可以把滤波器的行动限制到与由用户标识出的感兴趣的矿物构成相关联的一个频率子集。通过正交地调节电控制信号扫描频率可以增加或减少超光谱频率分辨率采集,从而允许光检测器 100 的充分采集。通过增加电控制信号扫描时间会减少所发出的光带停留在单一频率下的时间量,从而减少可供光检测器 100 感测光强度的时间。通过减少电控制信号扫描时间具有相反的效果,从而允许更长的光检测器感测时间和多强度测量。多强度测量被使用在求平均方案中以便提高测量的准确度,并且甚至可以帮助由于干扰瞬时反射所导致的乱真异常测量。

[0033] 总而言之,通过实施材料数据库 160 允许基于来自目标材料的光谱签名的实时反馈控制扫描频率光学源。在正常分辨率 (例如 1-50cm 样本) 下的扫描期间识别出构成属性群集,并且可以请求用户标识出哪些属性群集需要附加的采样以用于超高分辨率 (例如 亚毫米级) 光谱学化学分析。

[0034] 本发明的应用涵盖许多学科,其中包括实验室中的样本识别以及远离目标材料的长距离现场分析。可以识别样本的距离由光源在更长传播时间内保持高 SNR 的能力决定。例如在地质科学的领域内,通过同时定量地、精确地并且准确地测量所暴露出的岩石表面的形状和构成的能力,可以大大增强地质绘图。这在捕获人眼无法检测到的可见光谱之外的频率时尤其成立。反射红外光谱范围 (例如~800-2500nm) 中的信息已被证明包含对应于地质样本的诊断反射率和吸收特性。传统的被动式超光谱成像不仅受限于图像采集期间的自然光的质量,而且还受限于由于来自太阳的光受到地球大气层过滤而导致的某些频率 (例如 1400-1600nm 和 1800-2000nm) 的衰减。有利的是,由于扫描频率激光的相对短的行程时间 (例如小于 10km),根据本发明的系统可以更加有效地在整个可见和反射红外光谱范围内检测反射,并且从而提供目标材料的更加鲁棒的光谱构成识别。

[0035] 根据本发明的另一个实施例,系统 10 可以与可选的测距系统 180 (比如被动式成像设备或外部激光雷达设备) 相组合,从而还获得关于目标材料的测距信息。利用源照射的超光谱成像与单频率激光雷达的组合提供了主动式远程感测设备,其可以被用来在可变照明到完全黑暗的情况下同时对目标材料进行测距以及识别其构成和形状。

[0036] 图 3 是根据本发明的一个实施例的系统控制器 110 的方框图。所述系统控制器包

括扫描模块 112、目标识别模块 114、重扫描模块 116 和用户属性定义模块 118。扫描模块 112 被用来控制对于目标材料的第一总体扫描。根据本发明的一个实施例，扫描模块 112 控制光源的输出，其中包括其所发出的光频率以及每一个频率下的停留时间。目标识别模块 114 被用来识别出感兴趣的对象，并且向来自从扫描模块 112 得到的总体扫描的保存数据添加所期望的属性。模块 114 与材料数据库接口，以便根据其对应于给定频率或频率集合的光谱反射率数值识别出材料。重扫描模块 116 被用来以更高的光谱和空间数据对感兴趣区域进行重扫描，从而产生空间位置和构成的属性映射图。当由目标识别模块 114 识别出特定目标材料时，模块 116 例如控制纳米扫描“超高分辨率压电装置”触发。

[0037] 用户属性定义模块 118 允许用户定义感兴趣的属性。模块 118 允许用户选择已知感兴趣但是可能不知其化学构成的图像区域并且利用属性（岩石类型 A）对其“加标志（flag）”，并且落在该区段（空间或光谱区段）内的所有点都被标记为“岩石类型 A”；这样可以在目标材料被植被或其他碎屑部分覆盖的情况下帮助识别出现场中的混合信号。其目的是在用户知道对于从中收集特定频率数据来说至关重要的特定区域的情况下帮助其引导仪器。用户属性定义模块 118 可以包括用于生成如前所述的一个或多个接口的计算机可读代码以用于实时识别扫描区域内的材料。响应于识别出一种或多种感兴趣的矿物化合物，所述接口可以被用户使用来调节所采集的离散频率的分辨率，并且控制包含被识别为感兴趣的化学构成的矿物化合物的二维区域中的采集。

[0038] 除了前面描述的本发明的实施例之外，在不背离其基本范围的情况下可以设想到本发明的其他实施例。例如应当理解的是，本发明设想到可以将任何实施例的一个或更多元素与另一个实施例的一个或更多元素相组合。因此，前面描述的实施例应当被视为说明性而非限制性，并且所附权利要求书应当被解释成包括落在本发明的真实精神和范围内的所有实施例、应用和修改。

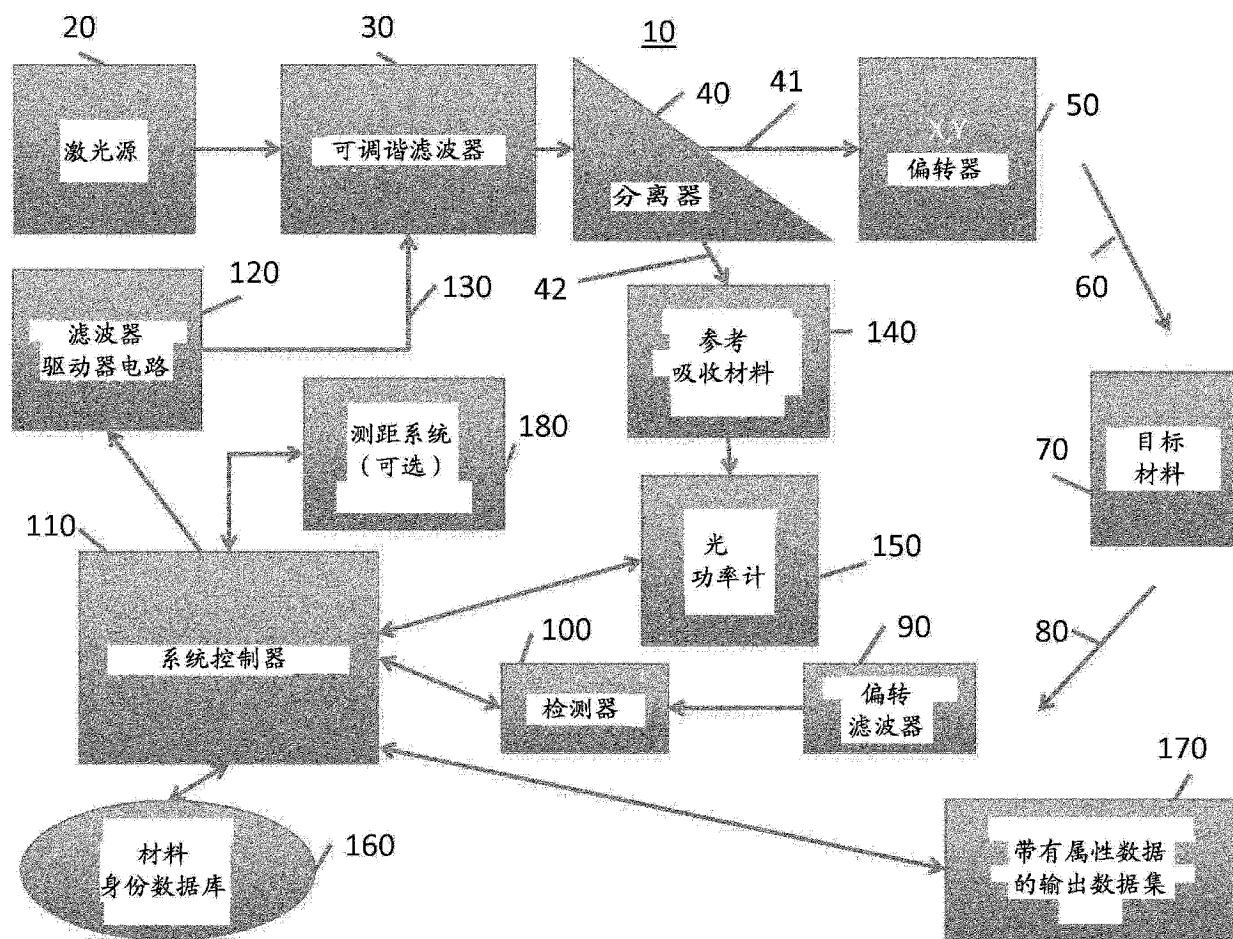


图 1

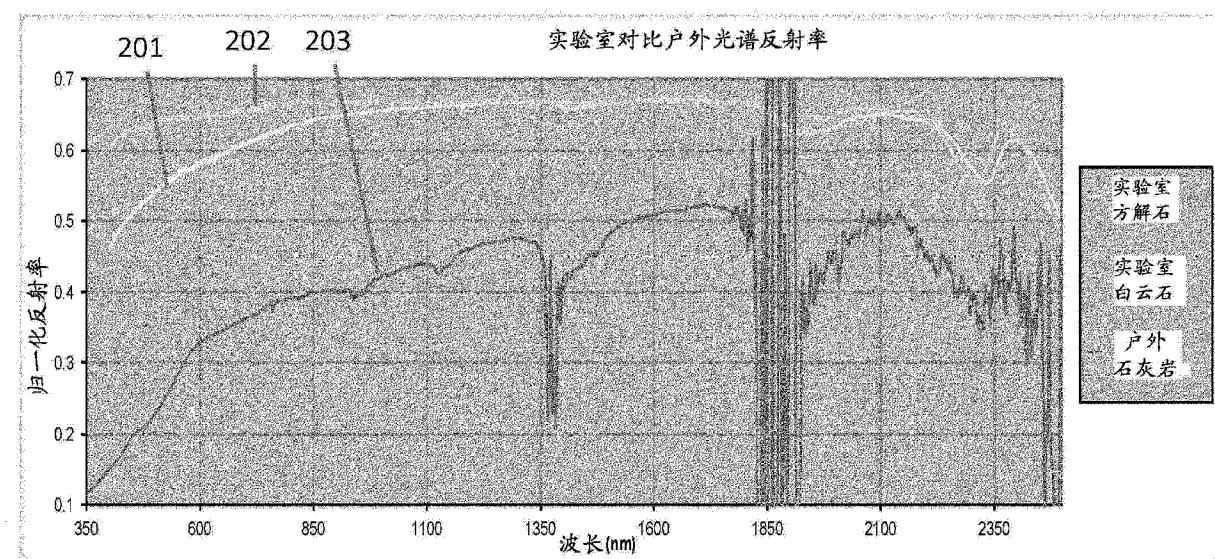


图 2

110

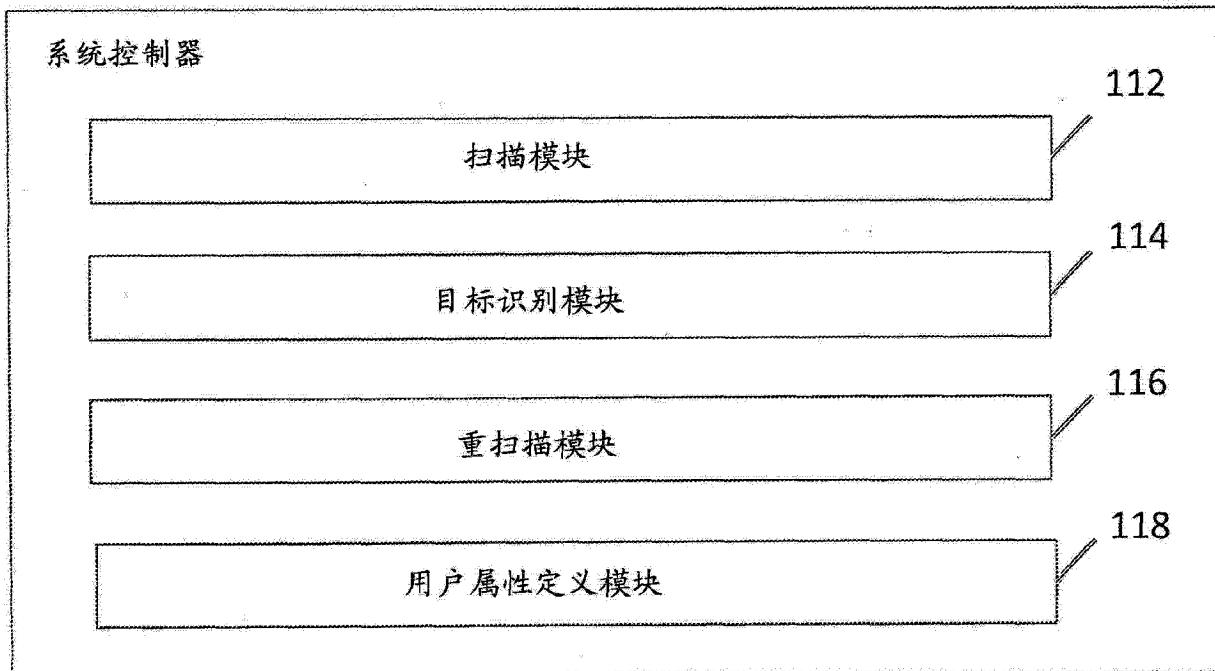


图 3